7e JAARGANG
NUMMER 3

MAART
1940

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

Orgaan der Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs,
Maandblad gewijd aan de Techniek en Wetenschap in Ned.-Indië,
waarin opgenomen
De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913
en
De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:
jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. W. Holleman,
ir. C. P. J. Süverkropp.

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

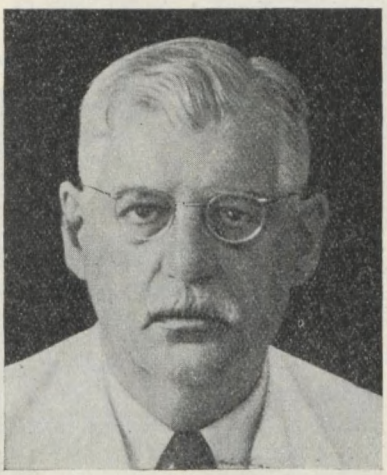
Prijs per jaargang: *f* 20,— Afzonderlijke nummers: *f* 2,—
Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Huygensweg 22, Bandoeng.
Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.
Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum.

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Ter herdenking: Ir. D. van Ameyden van Duym †, door ir. S. Snuijf; J. Schott †, door ir. S. Snuijf; Dipl. Ing., Mag. Phil. B. B. Lindberg, door Ing. Ad. Freusberg. — Enkele eigenaardigheden van grond, van mechanicastandpunt beschouwd, door prof. ir. A. S. Keverling Buisman. — Berekening van vaste punten, invloedslijnen, momentenvlakken en doorbuigingen bij portaalconstructies en doorgaande liggers met de methode der doorbuigingsfactoren, door H. Johannes. — *Berichten van allerlei aard.* — *Personalia.* — *Koninklijk Instituut van Ingenieurs:* Bestuursmededeelingen.

Ter herdenking

Ir. D. van Ameyden van Duym †.



Van Ameyden, die in 1912 te Delft afstudeerde als civiel-ingenieur, leerde ik eerst kennen omstreeks het jaar 1921 toen hij hier te lande was opgetreden als leider van het in Nederland gestichte „Voorlichtings-bureau voor Gewesten, Gemeenten en Ondernemingen in Nederlandsch-Indië."

Ofschoon zijn eerste studentenjaren samenvielen met het einde van mijn werkzaamheid als assistent aan de Technische Hoogeschool hebben wij elkander in Holland nimmer ontmoet en zoo is het verklaarbaar, dat ik omtrent zijn carrière als jong ingenieur daar te lande weinig anders weet te vermelden, dan dat hij werkzaam was als ingenieur bij de Staatsspoorwegen, met standplaats Zwolle.

Spoedig na zijn aankomst hier te lande kwamen wij in nauw contact door onze, aan elkander verwante echtgenooten. Op zijn reis hierheen leerde hij zijn aanstaande vrouw, mej. Willy van de Water kennen, met wie hij weldra in het huwelijk trad. Helaas ontviel hem deze gade reeds in het voorjaar van 1937, welk verlies hij niet meer te boven is gekomen.

Zijn loopbaan als ingenieur kenmerkt zich door een voortdurenden strijd tegen de verschuivingen in het economisch wereldbestel. Alhoewel het zich in den aanvang anders liet aanzien, was voor van Ameyden niet het voorrecht weggelegd groote ingenieurswerken hier te lande tot stand te brengen.

Het door hem hier geopende, hiervoren genoemde adviesbureau verheugde zich aanvankelijk in zeer belangrijke opdrachten, bij de uitwerking waarvan hij o.a. werd terzijde gestaan door ir. G. C. J. Tilenius Kruythoff. Voor den Dienst der Staats-

spoorwegen werden opmetingen verricht en plannen voorbereid voor een 50 km lang vak van den Zuid-Sumatra-spoorweg; voor trambanen van Djatibarang naar Karangampel en Eretan; voor de spoorverdubbeling van de lijn Kroja-Idjoe. Door de Directie der Michiels-Arnold-landen werd het bureau belast met de kaarteering van het particuliere land, terwijl de gemeente Modjokerto opdracht gaf voor het maken van plannen voor eene drinkwatervoorziening.

Maar weldra kwam de slechte tijd en al dat werk moest worden gestaakt. Slechts het waterleidingplan voor Modjokerto kon worden voltooid en het is wel zeer toevallig, dat het voor mij was weggelegd, die stadsvoorziening als onderdeel van de Zuid-Soerabaja-waterleiding tot stand te mogen brengen.

Doordien de directie van het adviesbureau in Nederland, tevens de leiding had van de Pasoeroean- en Probolinggo-tramwegen werd van Ameyden tegen het einde van 1922 belast met de hoofdvertegenwoordiging dier ondernemingen hier te lande, terwijl hij met ingang van 1 Juni 1926 tevens werd benoemd tot Chef der Exploitatie van laatstgenoemde tramweg-onderneming. Sedert werd Probolinggo zijn woonplaats. Van af den 1sten April 1934 werd hij mede belast met gelijke werkzaamheid voor de Pasoeroean-tram, omdat het transport langs de lijnen dier maatschappij zoo was teruggeloopen, dat de aanstelling van een afzonderlijk, hooggesalarieerd bedrijfsleider niet meer verantwoord was.

Op dergelijke omstandigheden doelde ik reeds hiervoor. Dezelfde moeilijkheden — zij het ook in mindere mate — deden zich voor bij de zuster-onderneming. Het goederenvervoer, meer speciaal dat van suiker, was ernstig teruggeloopen, deels door sluiting der langs de betrokken lijnen gelegen fabrieken, deels door areaalbeperking. Maar gelijktijdig was ook het personenvervoer door de concurrentie van autobusondernemingen gevaarlijk verminderd. Van Ameyden was de eerste die den strijd tegen deze concurrentie ernstig ter hand nam. Hij exploiteerde concurreerende buslijnen, die ook als voedingslijnen werden ingesteld; hij bracht de eerste automotrices op de lijn, eerst met Renault-benzinemotoren, daarna met Dieselmotoren van Kromhout en van Benz. De strijd tegen Chineesche bus-exploitanten, daarna tegen de „klein-mobielen", tegen de wilde taxi's was zwaar, maar toch wist hij succes te boeken. Doch de last bleef zwaar drukken.

Tijdens zijn beheer kwam een nieuw emplacement voor den overgang van de tramlijnen op het Staatsspoornet nabij Probolinggo tot stand, terwijl hij ook eenige brugvernieuwingen mocht uitvoeren. Kring IV van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs bracht indertijd aan die werken een bezoek. Het was een der meest geslaagde uitstappen, niet het minst door de hartelijke ontvangst door den gastheer en zijne echtgenoote. Zoo eenigszins mogelijk bezocht hij de Instituutsbijeenkomsten.

Als technicus kan men hem het beste typeeren door hem te noemen „een klassiek Delftsch ingenieur" zoowel door zijn degelijken en minutieusen arbeid, zijn groot verantwoordelijkheidsgevoel en toewijding aan de hem opgedragen taak, eigenschappen geërfd van zijn vader, die indertijd een bekend particulier adviesbureau leidde, waar vooral veel bruggen ook voor het Nederlandsch-Indische Gouvernement werden ontworpen.

Wijlen van Ameyden en zijne echtgenoote namen ook succesvol deel aan het sociale leven. Hij zelf was geruimen tijd lid van den gemeenteraad van de stad zijner inwoning en van den Provincialen Raad van Oost-Java.

De goede mensch Dirk van Ameyden van Duym werd geboren te 's-Gravenhage op 30 October 1886 en overleed den 30sten December j.l. Het was tragisch, dat niemand van zijne familie de teraardebestelling op Oudejaarsdag kon bijwonen. Zijn eenige zoon studeert te Delft en er is alle reden te verwachten, dat hij de technische traditie zijner familie op eervolle wijze zal voortzetten.

Bandoeng, Januari 1940. Snuijf.

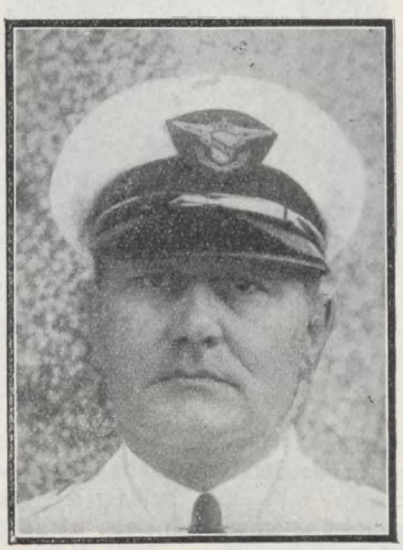
J. Schott †,

Commodore van de Koninklijke Nederlandsch-Indische Luchtvaart Maatschappij.

Een toevallige samenloop van omstandigheden gaf mij aanleiding de Redactie van dit maandschrift uit te noodigen mij toe te staan een enkel woord te wijden aan de nagedachtenis van J. Schott, den bekwamen en in alle opzichten alom op prijs gestelden vliegenier.

Toen ik mij zette tot het schrijven van bovenstaand levensbericht van wijlen D. van Ameyden van Duym kwam de droeve tijding van het ongeluk, dat Schott boven Bali was overkomen. Schott was gehuwd met een nicht van van Ameyden.

Het bracht mij een anderen bijzonderen dag in herinnering uit het leven van Schott, een ervaren, dat vermoedelijk nog maar aan enkelen bekend zal zijn.



(Cliché „Luchtvaart".)

Het was in Maart 1931. De dienst Batavia-Medan was nog maar kort te voren geopend. Ik vertoefde op Palembang en voerde eenige besprekingen met den toenmaligen burgemeester, collega Nessel, toen een telefonisch bericht de tijding bracht, dat het op dien dag door Schott bestuurde toestel noch te Medan noch te Pakanbaroe was aangekomen. Onmiddellijk werd een hulpvliegtuig uitgezonden, doch ook den volgenden dag bleef Schott en zijn toestel onvindbaar. Terechtgekomen in een geweldige tro-

pische regenbui, had hij zich door gemis aan radio niet verder kunnen oriënteeren, was lager en lager gevlogen om te trachten eenig zicht te krijgen boven het eindelooze oerwoud. Hij had het geluk een groote rivier — de Kampar, zooals hem later bleek — te vinden, volgde die op zeer geringe hoogte en zette zijn toestel vlak bij den oever op een klein missigitveldje van een afgelegen doesoen neer. Toestel en inzittenden waren gered en met prauwen werd na urenlang varen de bewoonde wereld bereikt. Met auto's ging de tocht verder naar Medan.

Een week later maakte ik de tocht door de lucht van Palembang naar Medan mede, met Schott als bestuurder en hij koerste over de plek, waar hij zijn toestel had achtergelaten. Het was onbegrijpelijk hoe hij in die landing was geslaagd, zóó klein was het tusschen geboomte opgesloten plekje. Van opstijgen was dan ook geen sprake. Het daar neergezette vliegtuig moest ter plaatse geheel gedemonteerd worden en per prauw de rivier afgevoerd. Maar het gaf de volle overtuiging van de bijzondere bedrevenheid van den bestuurder. Het voorval kon slechts het vertrouwen in onze luchtvaartmaatschappij en haar personeel versterken.

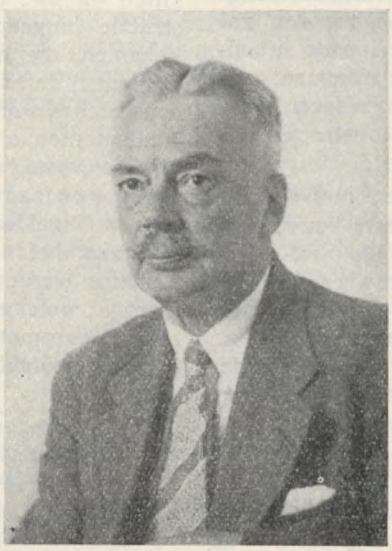
Toen Schott op de terugreis van Medan met het opsporingsvliegtuig te Palembang den nacht overbleef hebben wij den afloop vroolijk gevierd, waartoe niet weinig bijdroeg het gezelschap van zijn opgewekten collega Prillwitz, die met de opsporing was belast.

Ook Prillwitz hebben wij verloren. Hij was een der slachtoffers van het in Westfalen enkele jaren geleden verongelukte K.L.M.-vliegtuig, waarmede hij tijdens zijn Europeesch verlof een reis maakte.

Een laatste groet aan deze mannen is in dit tijdschrift zeker op zijn plaats. Zonder hen zou de techniek van het vliegwezen niet het huidige niveau hebben bereikt. Zonder kranige vliegeniers zou de constructeur machteloos hebben gestaan.

Snuijf.

Dipl. Ing., Mag. Phil. B. B. Lindberg †.



Op den 6den Januari j.l. overleed te 's-Gravenhage de oud-ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw Dipl. Ing., Mag. Phil. Birger Barnabas Lindberg.

Uit Zweedsche ouders te Viborg in Finland geboren op den 25sten November 1876, ving Lindberg in 1897 zijn hoogeschoolstudie aan en verwierf hij in 1902 aan de Universiteit van Helsingfors den graad van Magister Philosophiae (hoofdvak Scheikunde).

Hij vervolgde zijn studie aan de Königliche Bergakademie te Freiberg i. S., waar hem de diploma's van Markscheider en Bergingenieur werden uitgereikt.

Van Maart 1905 tot medio 1914 was hij achtereenvolgens in diverse functies werkzaam op mijnbouw-ondernemingen in Bohemen, op Sumatra (Mijnbouw Mij. Ketahoen te Lebong Soelit, waar steller dezes hem leerde kennen), in Finland, Duitsch Oost-Afrika en Rusland.

Uit dit land keerde hij in 1914 naar Ned.-Indië terug om in Juli van dat jaar als tijdelijk ingenieur bij den Dienst van het Mijnwezen te Batavia te worden geplaatst.

In 1924 volgde, na tienjarigen arbeid in verschillende gebieden van den Archipel, zijn werkzaamstelling bij het Scheikundig Laboratorium van genoemden dienst en wel als leider van deze afdeeling, waar hij tot op den datum van zijn pensionneering in Juni 1932 werkzaam bleef.

Met collega Lindberg is heengegaan een ingenieur, die als werknemer gegeven heeft wat in zijn vermogen lag; nog meer zoude hij zeer zeker gegeven hebben, wanneer niet vroegtijdig zijn gestel door ziekten, opgeloopen tijdens opsporingswerkzaamheden in de Afrikaansche en Indische rimboegebieden, blijvend verzwakt ware geworden.

Heengegaan is ook een mensch met bijzondere karaktereigenschappen; zij die hem meer van nabij hebben gekend en degenen die hem als medewerker hebben leeren waardeeren zullen getuigenis kunnen afleggen van zijn vriendelijken aard, van zijn groote bescheidenheid en van zijn rechtschapenheid en het moge der weduwe een troost zijn, dat haar op deze plaats de verzekering kan worden gegeven, dat de ontslapene slechts vrienden heeft gehad en achtergelaten, bij wie de herinnering aan het vele goede door hem gegeven nog lang zal blijven voortleven.

Moge hij in vrede rusten.

Ad. Freusberg.

Enkele eigenaardigheden van grond, van mechanicastandpunt beschouwd

door

prof. ir. A. S. KEVERLING BUISMAN.

(Voordracht te Bandoeng gehouden voor de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging en met de leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs als genoodigden, op 2 Februari 1940).

Gaarne voldoe ik aan het verzoek van Uw voorzitter om in een kort tijdsbestek een en ander uit het uitgebreide vakgebied der Grondmechanica mee te deelen. Ik zal mij daarbij tot enkele punten moeten beperken, aangezien ik de beginselen van dezen tak van wetenschap bij mijn gehoor niet bekend mag veronderstellen. Dit maakt de kans groot, dat aangezien de grondmechanica reeds vele jaren te Delft en te Bandoeng wordt gedoceerd, veel van hetgeen ik te berde zal brengen aan een deel van mijn hoorders, namelijk aan verschillende hier als genoodigden aanwezige leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, reeds bekend zal zijn.

Een ingenieur, die het ontwerp voor een bouwconstructie te verzorgen heeft, heeft de dure plicht er zorg voor te dragen, dat als eerste eisch van doelmatigheid, de te ontwerpen constructie opgewassen zal blijken te zijn tegen later erop aangrijpende krachten. Anderzijds mag hij de vereischte overmaat aan sterkte bepaalde grenzen niet te boven doen gaan, daar anders de totstandbrenging der constructie onnoodig hooge uitgaven zou vereischen.

Wanneer het nu de bouwmaterialen metselwerk, beton, hout, of staal betreft (die ik vaste bouwmaterialen zal noemen), is het theoretische apparaat waarvan hij zich bij het maken van zijn ontwerp bedient, de toegepaste mechanica, in den loop van de achter ons liggende eeuw zeer geperfectionneerd geworden. Een ontwerper is met behulp daarvan in staat, uit de te verwachten belastingen, de daarbij in de constructie optredende spanningen en vervormingen met voldoende nauwkeurigheid te bepalen en deze te vergelijken met de uit veiligheids-oogpunt of uit doelmatigheids-oogpunt toelaatbare waarden van deze beide. Ook zijn de eigenschappen der vaste bouwmaterialen ten dienste dezer beoordeeling het onderwerp van grondige studie in de verschillende daartoe ingerichte laboratoria. Zonder overdrijving kan men zeggen, dat zoowel de theorie der bouwconstructies samengesteld uit vaste bouwmaterialen, als de kennis dezer bouwmaterialen ten aanzien hunner mechanische eigenschappen, heden ten dage een hoog peil heeft bereikt en alom toepassing vindt.

Ten aanzien van grondmassa's, waarvan de deeltjes géén of ternauwernood moleculairen samenhang bezitten en die, (*fig. 1a-c*) hetzij zelve als bouwconstructie fungeeren (waterkeerende dammen of damlichamen, die aan verkeerslasten hebben weerstand te bieden) dan wel grondmassa's, die door vaste bouwconstructies worden belast (zooals de grondslag onder fundamenten als in *fig. 1d-e*), of wel grondmassa's, die door vaste bouwconstructies worden gesteund (zooals de grondaanvullingen achter muren en damwanden *fig. 1e-f*) gelden dezelfde eischen van veiligheid en spaarzaamheid als zooeven voor de vaste bouwconstructies werden onder woorden gebracht. Ook dan moet in vele gevallen de veiligheid verzekerd zijn zonder overmatige geldelijke opofferingen, of zijn grenzen gesteld aan de nog toelaatbare vervormingen.

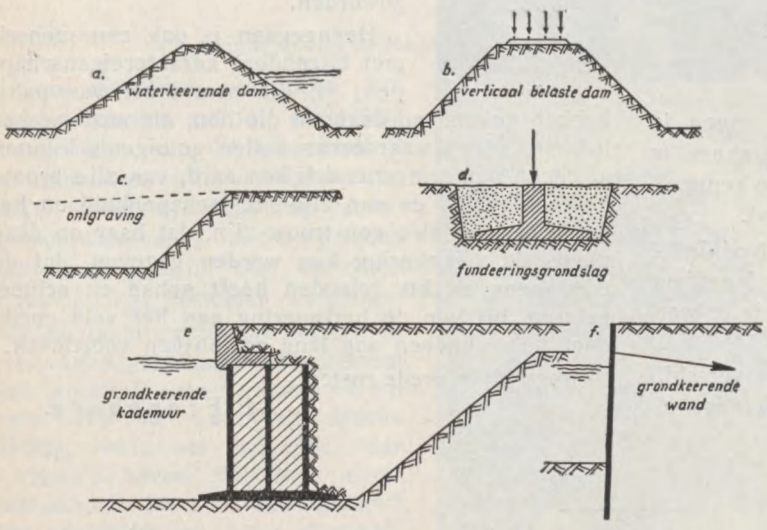


Fig. 1. Eenige voorbeelden van grond als constructie-onderdeel:
a — c. Constructies van grond;
d — e. Grond onder belastingen;
e — f. Grond tegen constructies.

De ontwikkeling van het theoretisch apparaat ter bestudeering van evenwicht en vervorming van grondmassa's — dat zich gedurende de laatste decennia onder de benaming Grondmechanica begint verder te ontwikkelen — is lang achter gebleven bij die van de toegepaste Mechanica der vaste bouwconstructies en heeft nog lang niet eenzelfde hoogte bereikt.

De moeilijkheden, die zich daarbij voordoen, zijn trouwens ook veel grooter. Bij de problemen waarbij men met grond te maken had werden tot voor kort en dikwijls ook nu nog, de methoden der empirie gevolgd onder het op zichzelf juiste motto, dat ondervinding de beste leermeesteres is. Helaas ontbreekt deze ondervinding ten aanzien van nog niet eerder toegepaste grondconstructies en ook bij constructies geheel gelijk aan vroegere doch waarbij men met andere grondsoorten te maken heeft. Ook is het vaststellen eener analogie van be-

lastingsomstandigheden en grondsoorten niet zoo eenvoudig als dit op het eerste gezicht schijnt, hetgeen ook het vastleggen en op anderen overdragen van opgedane kostbare ondervindingen uitermate bemoeilijkt.

Enkele begrippen werden aan de mechanica der vaste bouwmaterialen ontleend, o.a. het aan de samendrukbaarheids-modulus nauwverwante begrip van de voor een belast terreinoppervlak geldig veronderstelde bodemconstante, of wel het begrip van een toelaatbare belasting per oppervlakte-eenheid van een grondslag, welke met de toelaatbare spanning der vaste bouwmaterialen zou overeenkomen.

Men vroeg zich daarbij niet steeds af of dit physisch verantwoord was. Later bleek dan ook dikwijls, dat de samenhang minder eenvoudig was, dan men zich aanvankelijk had voorgesteld. In deze en dergelijke gevallen bleek het overplanten van begrippen uit de theorie der vaste bouwconstructies op die van grondmassa's een vertragenden invloed op de ontwikkeling der Grondmechanica te hebben, daar een met de eigenaardigheden eener grondmassa rekening houdende eigen behandelingswijze erdoor naar een verdere toekomst werd verschoven. Ook weet men het niet gehoorzamen door grondmassa's aan de bekende, voor vaste bouwstoffen geldende, wetten aan een zekere onberekenbaarheid of wispelturigheid daarvan en meende dikwijls zich in verband daarmede te moeten afkeeren van alle theoretische onderzoek met betrekking tot de mechanica van grond.

Het zou mij te ver voeren U aan te geven hoe men zich ondanks deze onvolkomenheden wist te redden en veelal nog redt. Ook is het volstrekt niet mijn bedoeling te vervallen in den toon van afkeurende critiek, waartoe vele schrijvers over de moderne grondmechanica zich laten verleiden, doch die slecht past aan dengenen, die, evenals spreker, zelf de gewraakte methoden te hunner tijd toepasten of noodgedrongen nog toepassen.

Het beste was men toegerust ten aanzien van de berekening van grondkeerende constructies, vooral indien het de keering van zand betrof; het eenvoudige berekeningsprincipe, aan het eind der 18de eeuw door Coulomb aangegeven, weet zich in beginsel nog op den huidigen dag te handhaven en vormde van oudsher het hulpmiddel waarmede de civiel-ingenieurs op bevredigende wijze hunne grondkeerende constructies wisten te dimensionneeren.

De theoretische beschouwingen van Boussinesq (1885) werden eerst door Föppl in het begin dezer eeuw onder de aandacht der technische wereld gebracht en vonden nog weer veel later haar toepassingsgebied in de grondmechanica, meestal in gewijzigden vorm.

Aldus was ongeveer de toestand omstreeks den Wereldoorlog toen verschillende rampen in Amerika, Zweden en Nederland met nadruk de technische wereld voor de vraag stelden of niet een betere dóórdringing in de mechanica van grond mogelijk en geboden was. Het waren de bezwijking van stuwdammen en de instorting van spoorwegtaluds, die naast materieele schade groote verliezen aan menschenlevens ten gevolge hadden. Na de vele technische en dus economische tegenslagen, die men bij de uitvoering van grondconstructies reeds als schier onvermijdelijk had leeren aanvaarden en die door publiek en pers gereedelijk aan de onberekenbaarheid van het gedrag van grond dan wel aan bijzonder ongunstige omstandigheden werden toegeschreven en eigenlijk als force majeur werden beschouwd, deden deze rampen tenslotte de maat overloopen.

Bouwgrondcommissies werden ingesteld, welke trachtten de aanwezige kennis ten aanzien van de grondmechanica te inventariseeren en ook wel den grond zelf tot onderwerp harer studie maakten (Amerika, Zweden, Nederland). Zonder aan de door deze commissies bereikte resultaten tekort te doen, kan gezegd, dat toch wel de grootste stoot tot ontwikkeling eener grondmechanica werd gegeven door de verschijning in 1925 van het boek van von Terzaghi: Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage. Zooals de titel aanduidt worden in dit boek de eigenschappen der grondsoorten als uitgangspunt genomen, hetgeen zooals vanzelf spreekt het eenig juiste standpunt is en door de geheele technische wereld wordt aanvaard. Een schat van veelal origineele gedachten werd daarin geboden, waarop kon worden voortgebouwd. Oprichting van grondmechanica-laboratoria was het gevolg, omdat de eindelooze verscheidenheid der grondsoorten onvermijdelijk naar het laboratorium leidt, alwaar objectieve vaststelling der verschillende grondeigenschappen van geval tot geval mogelijk is en aldus numerieke gegevens ter invoering in stabiliteits- en vormveranderingsberekeningen ter beschikking komen. Want ook inzake de theoretische ontwikkeling en de verbetering der onderzoekingsmethoden werden goede vorderingen gemaakt: kortom een periode van groote ontwikkeling der Grondmechanica was aangebroken en deze duurt nog voort!

De grondsoorten toonen niet alleen onderling groote verscheidenheid, doch ook hun eigenschappen zijn ingewikkelder dan die der vaste bouwmaterialen. Voor enkele eigenaardigheden die zij in algemeenen zin vertoonen en die bij de vaste bouwmaterialen niet worden aangetroffen, zou ik thans als onderdeel van het tegenwoordig zeer uitgebreide vakgebied der Grondmechanica Uw aandacht willen vragen.

Grond is meer-phasig en bestaat in het algemeen uit vaste deeltjes, minerale of organische, vloeistof (water) en gas (lucht, CO_2, CH_4 en dergelijke). Wij zullen ons hedenavond tot twee-phasige gronden beperken, slechts uit vaste deeltjes en vloeistof bestaande, en waarmee civiel-ingenieurs bij vele hunner problêmen te maken hebben.

Van zuiver wetenschappelijk standpunt beschouwd, zou het nu aangewezen zijn te trachten het moleculair verband in dit korrel-water complex te doorgronden en daaruit tot het van een dergelijke grondmassa te verwachten mechanische gedrag te besluiten.

Noodgedrongen stellen wij ons doelwit lager, als zoo dikwijls in de techniek, waar problemen dringend om oplossing vragen en men niet kan wachten tot de diepste samenhang der verschijnselen ons duidelijk is geworden.

Wij onderwerpen dus grondmonsters — ik gebruik die term indachtig aan laboratoriumonderzoek — aan

bepaalde krachtswerkingen, nemen waar wat ten aanzien van vervorming en evenwicht geschiedt en trachten het waargenomene zoo goed mogelijk te analyseeren en in daartoe geschikte constanten quantitatief vast te leggen.

Er wordt daarbij dan met geschematiseerde voorstellingswijzen gewerkt, die in groote lijnen het gebeuren verklaarbaar maken. Bij iedere verdere ontwikkeling van ons inzicht op grond van nieuwe waarnemingen dient dan op die voorstellingswijzen zoo noodig een steeds verdergaande verfijning te worden toegepast. Is het met onze inzichten in den bouw der vaste stof niet op overeenkomstige wijze gegaan?

De meer-phasigheid van grond nu, houdt verband met vele eigenaardigheden daarvan, zooals ik U thans hoop duidelijk te maken.

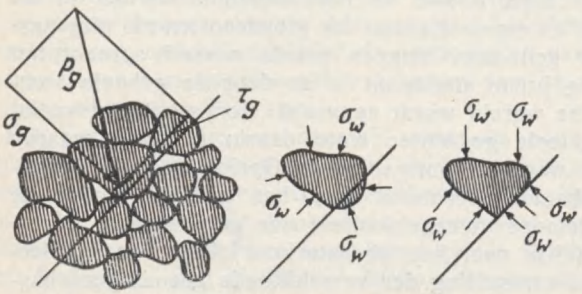


Fig. 2. Schema der spanningsverhoudingen in een ideëel vlakje in een grondmassa.

Stel men heeft op een of andere wijze, waarop ik thans niet kan ingaan, de grootte berekend van de spanning p_g heerschende in een bepaald vlakje in een te onderzoeken grondconstructie (*fig. 2*). Als gebruikelijk, ontbindt men deze spanning in een normale componente, de normaalspanning en in een componente, die in het beschouwde vlakje zelf gelegen is, de tangentieele of schuifspanning, dus in σ_g en τ_g.

Bedenken wij nu, dat wij te maken hebben met een stapeling van vaste deeltjes, met daartusschen water, dan ligt voor de hand, dat de schuifspanning slechts door de vaste deeltjes (gemakshalve korrels genoemd) zal kunnen worden opgenomen. Dan moet $\tau_g = \tau_k$, terwijl $\tau_w = 0$.

Ten aanzien der normaalspanning staat de zaak anders: in water kan evenzoowel een drukspanning heerschen als in een korrelmassa. De alzijdige waterspanning σ_w geeft (*fig. 2*) een even groote drukspanning σ_w in ieder korrelsnijvlakje. Wij noemen deze echter niet de korrelspanning: die benaming reserveeren wij voor de spanningen die samenhangen met de drukkingen, die de korrels op elkaar uitoefenen. En de waterspanning heeft geen druk der korrels op elkaar ten gevolge!

Ingevolge de waterspanningen en de daaraan gelijke spanningen in een korrelsnijvlak, biedt dus een snijvlakje $\triangle f$ reeds een totalen weerstand $\triangle f \cdot \sigma_w$. De totale normale druk $\triangle f \cdot \sigma_g$ is dus gelijk aan $\triangle f \cdot \sigma_w + \triangle f \cdot \sigma_k$, waarin onder σ_k wordt verstaan de over het geheele oppervlakje gelijkmatig verdeeld gedachte drukspanning in de korrelmassa. De werkelijke spanning in het korrelmineraal zal vooral nabij de raakpunten veel hooger zijn. Zoo lang de korrels niet breken (bij de lage korrelspanningen van enkele kg/cm² gebeurt dat niet zoo gemakkelijk; en overigens krijgen wij dan slechts méér kleinere korrels!) is dat niet van belang, zoolang wij slechts zoowel in onze berekeningen als bij onze proefnemingen en bij de technische toepassingen de rekengrootheid, die wij korrelspanning noemen, consequent blijven gebruiken. Bij het onder cijfers brengen van de spanningen in poreuze beton en baksteen doen wij trouwens al niet anders!

Aldus ontstaat het eenvoudige verband ten aanzien der normale spanningen: $\sigma_g = \sigma_k + \sigma_w$ of

$$\sigma_k = \sigma_g - \sigma_w.$$

De korrelspanningen leiden tot wrijving en tot evenwicht in de korrelmassa, indien de waarden daarvan voor de een kubusje begrenzende vlakjes, in bepaalde niet te ongunstige verhouding tot elkaar staan. Het vaststellen dezer betrekking vormt een studie apart. Ook de vervormingswetten ingevolge de in verschillende vlakjes aanwezige σ_k en τ_k waarden vormen hoofdstukken op zichzelf. De spanningen σ_w dragen echter niet tot den wrijvingsweerstand bij. Op grond van een en ander is duidelijk, dat de spanningen naar beide phasen dienen te worden gesplitst: in de alzijdige waterspanning σ_w en in de σ_k- en τ_k-waarden voor drie elkaar (liefst loodrecht) snijdende vlakjes, voor en aleer men den toestand ter plaatse ten aanzien van evenwichtskansen en vervorming overziet!

Thans zullen eenige uit de omstandigheid, dat

$$\sigma_k = \sigma_g - \sigma_w$$

volgende eigenaardigheden van tweephasigen grond worden ter sprake gebracht onder de nummers I—VII.

I. Verlaging van waterspanningen door bemaling.

Neemt bij gelijk blijvende σ_g de waarde van σ_w af, dan moet dus σ_k evenveel toenemen.

Verdichting der korrelmassa is daarvan het gevolg. Dit beteekent, dat indien dit gebeuren zich in de grondlagen van een terrein voltrekt, een zakking van het terreinoppervlak zal intreden. Intusschen zou voor een oppervlakkig waarnemer de oorzaak dezer verzakking verborgen blijven.

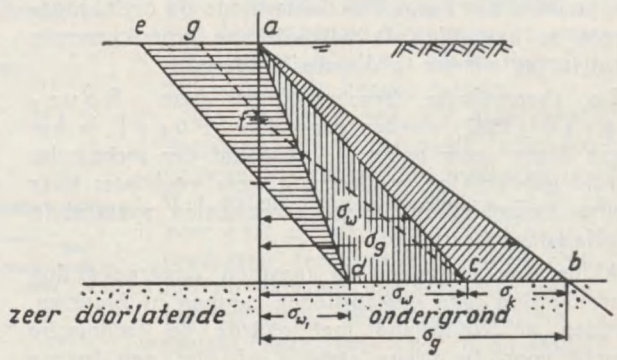


Fig. 3. Toeneming der korrelspanningen op verticale vlakjes in een terrein bij verschillende gevallen van bemaling.

Voorbeelden hiervan zijn in *fig. 3* gegeven, waarin het verloop der verticale spanningen op horizontale vlakjes op verschillende diepten van een terrein

is in beeld gebracht, door deze spanningen horizontaal uit te zetten.

Indien in den begintoestand het maaiveld tevens het phreatische vlak is en de waterspanningen volgens de hydrostatische wet verloopen en bovendien de terreinlagen homogeen zijn in dien zin, dat gewicht en doorlatendheid over de hoogte daarvan constant zijn, verloopen de diagrammen van σ_g en σ_w dan lineair, en de korrelspanning σ_k, die als het verschil van de diagrammen resulteert, eveneens. Het verloop der aanvankelijke korrelspanningen is in den vorm van een schuine arceering aangegeven. De waterspanningen kunnen nu dalen, doordat de zeer waterdoorlatende laag, die onder de samendrukbare lagen aanwezig wordt verondersteld, bemalen wordt, waardoor de spanning bijv. van σ_w tot σ_{w_1} daalt, terwijl het maaiveld, door watertoevoer van elders, juist met water overdekt blijft. In dat geval zal het verloop der waterspanningen, zoodra een stationaire toestand bereikt is, worden aangegeven door de lijn *d a*, inplaats van door de lijn *c a* zooals tevoren. Aangezien onder deze omstandigheden σ_g constant blijft, zal het in *fig. 3* verticaal gearceerde gedeelte *c d a* van het diagram de toeneming der korrelspanningen op de verschillende diepten in beeld brengen. Hoe daaruit de uiteindelijke samendrukking der grondlagen kan worden afgeleid (ook quantitatief) is thans niet aan de orde. Wij willen ons bepalen tot het qualitatieve inzicht, dat in dit geval eene samendrukking en dus eene daling van het terreinoppervlak onvermijdelijk is.

Bij diepe bemalingen ten behoeve van de uitvoering van werken en tot waterwinning in den diepen ondergrond van steden of fabriekscomplexen zijn deze terreinzettingen tegenwoordig bekend genoeg.

Maar ook andere gevallen zijn denkbaar, met qualitatief overeenkomstige gevolgen, hoewel quantitatief daarvan afwijkend. Zoo kan indien geen watertoevoer op maaiveldshoogte plaats vindt, noch regen of verdamping, het verloop der waterspanningen zich instellen volgens het verloop *d e* waarbij het phreatische vlak (waarin de waterspanning = de atmosferische druk) lager komt te liggen. Blijft de grond met water verzadigd en dus even zwaar, dan blijft het diagram der σ_g-spanningen ongewijzigd en zal dus de som *c a e d* van het verticaal en het horizontaal gearceerde diagram de dan optredende korrelspanningsverhooging in beeld brengen.

Ook kan soms de waterspanning beneden onveranderd blijven en ingevolge een z.g. bovenbemaling een waterspanningsverloop volgens de lijn *c f g* worden verwezenlijkt. De korrelspanningstoename kan ook dan gemakkelijk uit het diagram worden afgeleid. Dit geval doet zich ongeveer voor bij bemalen polders en verklaart de sterke daling van uit samendrukbare grondslagen opgebouwde polderterreinen ingevolge deze bemaling, welke herhaaldelijk tot verdere verlaging der polderpeilen leidde en in het Nederlandsche polderland op den duur de tusschen steeds opgehoogde kaden besloten boezemkanalen hoog boven het land doet uitsteken.

II. Wijziging van waterspanningen door verdamping of bevochtiging.

Indien een klein grondmonster (*fig. 4*) aan zijn omgeving is onttrokken en aan uitdroging blootstaat, zal de waterspanning, die ingevolge capillaire werking in de nauwe tusschenruimten tusschen de korrels (vergelijkbaar met die in een nauwe glazen buis) reeds spoedig beneden den atmosferischen druk ligt, nog verder willen dalen; σ_k in een willekeurig snijvlakje *AB* stijgt dan terzelfder tijd, daar aangezien σ_g en τ_g practisch gelijk nul zijn $0 = \sigma_k + \sigma_w$ en dus $\sigma_k = -\sigma_w$. Daar σ_w zelf negatief is, ontstaat dus een positieve waarde van de korreldrukspanning σ_k, welke nog toeneemt naar mate σ_w verder daalt. De aldus optredende korreldrukspanningen welke in alle snijvlakken optreden kunnen zeer belangrijk zijn en vele tientallen kg/cm² bereiken, indien slechts de grond fijnkorrelig genoeg is, dus de poriënkanaaltjes nauw genoeg zijn. De korrelmassa wordt door de (alzijdige) σ_k samengedrukt, dus verdicht, terwijl het weggeperste water voortdurend verdampt, totdat een evenwichtsstand is bereikt waarbij de bij de holle menisci behoorende dampspanning overeenkomt met die der omgeving.

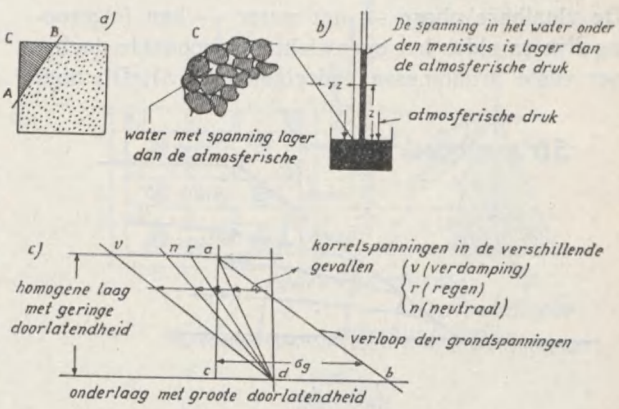


Fig. 4. Verklaring van de verschijnselen door uitdroging van grond.

Drogen beteekent dus samenpersing der korrelmassa, gepaard aan stijging der wrijvingen en dus van den weerstand tegen uitwendige krachten (toeneming der vastheid dus), terwijl bovendien ook de samendrukbaarheidsmodulus stijgt, aangezien deze bij de korrelmassa's waaruit grondsoorten zijn opgebouwd evenredig is aan de heerschende korrelspanning. De massa wordt dus tevens moeilijker vervormbaar.

Bij bevochtiging gebeurt het omgekeerde: de korrelmassa krijgt minder sterk gekromde menisci en dus minder belangrijke onderspanning in het vrije poriënwater en dus ook lager korrelspanning, dus minder wrijving en kleiner vastheid. De massa zet elastisch uit, daar de korrelmassa zich elastisch ontspant: de grond zwelt. De samendrukbaarheidsmodulus neemt af, daar de korrelspanning daalt.

Voor een grondslag als voorgesteld in *fig. 4c* kan ook bij een gelijkblijvende waterspanning *c d* in de goed doorlatende onderlaag, bij verdamping in stationnairen toestand een verloop der waterspanningen

volgens $d\,v$ ontstaan en bij regen volgens $r\,d$ of, als plasvorming optreedt, volgens $a\,d$.

De korrelspanningen op horizontale vlakjes, welke worden voorgesteld door den horizontalen afstand van de lijn der grondspanningen $a\,b$ tot de genoemde lijnen $d\,v$, $r\,d$, $a\,d$ zijn in al deze gevallen verschillend en kunnen het optreden — vooral in de bovenlaag — verklaren van dezelfde verschijnselen als zooeven voor een afzonderlijk grondmonster nader werden omschreven; de bepaling van de korrelspanningen op andere dan horizontale vlakjes vormt intusschen een moeilijker probleem, waarop hier niet wordt ingegaan.

Het aantal der gevallen waarin het in deze eigenaardigheid van grond verkregen inzicht verhelderend werkt is legio. Genoemd worde slechts de beïnvloeding van het draagvermogen van terreinen bij regen en droogte; verbetering der stabiliteit van taluds door kunstmatige droging en evenwichtsverstoring bij regen; verkeerde conclusies getrokken uit gedroogde monsters; vervorming van fundeeringsgrondslagen bij vocht en droogte e.d.m.

III. Stroomingsdruk.

De vloeibare phase — het water — kan in stroming zijn en aldus het evenwicht van bepaalde deelen eener vaste grondmassa bedreigen (*fig.* 5). Dit doet

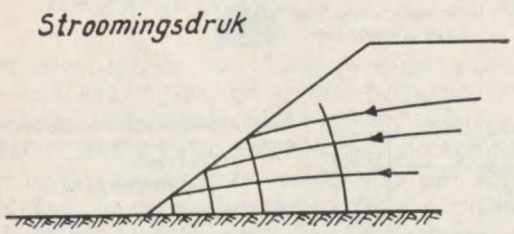


Fig. 5.

zich voor bij waterkeerende dammen en taluds met uittredend water, doch ook in bemalen fundeeringsputten, waarin wellen en „drijfzand" kunnen optreden, indien σ_w gelijk wordt aan σ_g en dus de korrelspanning en daarmede tegelijkertijd de wrijving tot nul nadert, in welk geval reeds onder geringe krachtswerkingen evenwichtsverstoring intreedt. Vooral is dit alles gevaarlijk in combinatie met te geringe dichtheid (zie IV).

In al de hierboven besproken gevallen verandert het mechanisch gedrag van den grond zonder uiterlijk waarneembare oorzaken, hetgeen den grond wellicht zijn reputatie bezorgde van een zekere wispelturigheid, eigengereidheid of geneigdheid tot het opleveren van verrassingen.

IV. Kritische dichtheid der korrelstapeling.

Tweephasige grondmassa's hebben reeds dikwijls voor verrassingen van catastrophalen aard gezorgd in den vorm van z.g. zettingsvloeiingen. Door een geringe primaire oorzaak in beweging gebracht, krijgen grondstortingen, afschuivingen en uitvloeiingen dan een grooten omvang.

Een stapelingsdichtheid (verhouding van volume van vaste deeltjes tot totale volume) kleiner dan de z.g. kritische die bij een gegeven korrelmassa en de gegeven korrelspanningen behoort, kan de verklaring geven. Vervormt men namelijk een deel eener korrelmassa zonder wijziging der normaalspanningen op de begrenzende vlakjes (*fig.* 6*a*), doch door daarin schuifspanningen te doen ontstaan, dan blijkt dat er bepaalde graden van dichtheid zijn, waarbij de uitgelokte vervorming met een volumetoeneming der gestapelde massa gepaard gaat en andere (lagere) graden van dichtheid, waarbij dan een volumeverkleining intreedt.

In het eerste geval wordt poriënwater aangezogen, in het tweede geval wordt poriënwater verdreven. In een tusschenliggend geval zou het volume nagenoeg constant blijven. De daarbij aanwezige dichtheid (afhankelijk van den aard der korrelmassa, den korreldruk en wellicht ook van de snelheid van vervorming, aangezien er bij langzame vervorming meer tijd is voor eene hergroepeering van deeltjes gepaard aan wateruitdrijving en tenslotte van de wijze van vervorming) kan men de kritische dichtheid noemen.

Zou in een uitgebreide tweephasige korrelmassa met een dichtheid kleiner dan de kritische bij een plotselinge door een primaire evenwichtsverstoring teweeggebrachte vervorming, water moeten worden uitgestooten, dan kan onder die omstandigheden het water in zóó korten tijd niet afvloeien. De waterspanningen zullen dus stijgen, de korrelspanningen zullen afnemen en daarmede ook de wrijvingsweerstanden die het evenwicht in de massa trachtten te handhaven. Het — gezien de ingetreden primaire verstoring — reeds precaire evenwicht wordt dus in de omgeving der eerste beweging nog verder verstoord en ook daar zullen, ingevolge de zich snel voortplantende stijging der waterspanningen, de korrelspanningen en de wrijving dalen. Zoo zal de verbreking van het evenwicht snel om zich heen grijpen en zich mogelijk door een groot deel der massa voortplanten, die dan over een groote uitgestrektheid tot uitvloeiing kan komen. Bij een dichtheid welke voldoende ver boven de kritische gelegen is (in verband met druk, snelheid en aard der vervorming), is dit alles niet mogelijk, daar een vervorming dan watertoevoer eischt en indien deze niet mogelijk is, tot een onderspanning in het water en dus tot een extra drukking in de korrelmassa en dus tot extra wrijving leidt. In dit verband wordt door Casagrande ook met het oog op de gevaren van aardbevingen voor stuwdammen het verdichten van het materiaal tot een dichtheid, beter dan de kritische, aanbevolen.

De laboratoriummethoden ter vaststelling van de waarde van de kritische dichtheid in gegeven omstandigheden bevinden zich nog in een staat van ontwik-

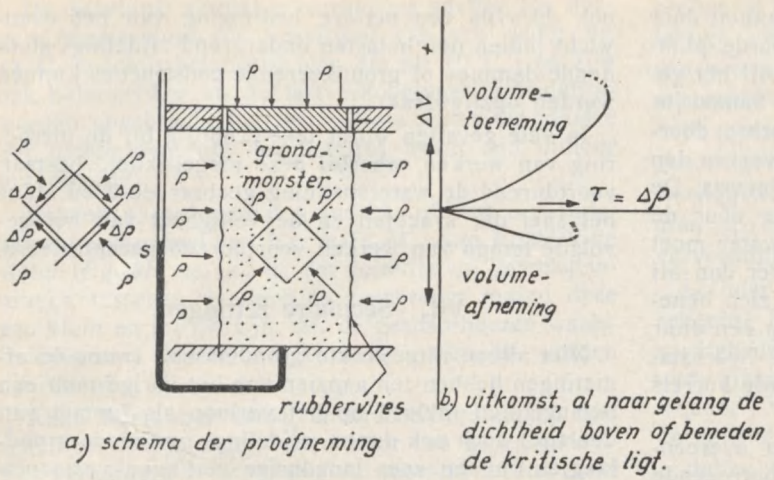


Fig. 6.

keling. De in het grondmechanica-laboratorium te Delft gebruikelijke methode is in *fig. 6a* schematisch voorgesteld. Een monster van de te onderzoeken korrelmassa wordt — in verschillende dichtheden — eerst gebracht onder alzijdig gelijke korreldrukspanningen; daaraan worden op bepaalde vlakjes, zonder wijziging der aldaar heerschende korreldrukspanningen, schuifspanningen toegevoegd (door verhooging der verticale belasting met $\triangle \rho$ en vermindering der horizontale steunspanningen met $\triangle \rho$) en de volumeverandering van de hoeveelheid van het in het monster besloten capillaire water in het stijgpijpje *S* nagegaan. Aldus ontstaan dan bij verschillende dichtheden diagrammen als in *fig. 6b* voorgesteld. Natuurlijk zal in practische gevallen t.o.v. de op deze wijze bepaalde kritische dichtheid nog een veiligheidsmarge moeten worden in acht genomen. Men zal de korrelmassa dan veelal langs kunstmatigen weg op deze veilig geachte dichtheid moeten brengen.

Zettingsvloeiingen doen zich in zandmassa's van geringe dichtheid veelvuldig voor.

V. Verkneding, thixotropie.

Bij sterke vervorming van tweephasige kleimassa's kan, indien de dichtheid kleiner is dan de kritische, de waterspanning daarin stijgen en dus bijv. de mate van onderspanning t.o.v. den atmosferischen druk afnemen, met de reeds eerder besproken gevolgen.

Doch zelfs als de dichtheid beter is dan de kritische, zal in ieder geval het moleculaire verband, dat men in het op de deeltjes geadsorbeerde water ter plaatse der dichte nadering der deeltjes moet veronderstellen en waaraan groote dichtheid en taaiheid of zelfs vastheid wordt toegeschreven (*fig. 8b*), door de ruwe vervorming worden verbroken. Ook hierdoor zal de wrijvingsweerstand, die door de korrelmassa kan worden geboden, afnemen, al kan deze weder zich herstellen door hernieuwde schikking der watermoleculen in kristallijn verband.

Een practisch voorbeeld hiervan is de in bepaalde gevallen optredende daling van den weerstand volgens een schuifvlak, dat zich onder de inwerking van te groote krachten in een grondmassa vormt, doch voor-

al de in bepaalde kleigronden waargenomen toegenomen samendrukbaarheid en hernieuwde zetting onder invloed van het eigen gewicht nà het inheien van palen, blijkende uit de omstandigheid dat niet op palen geplaatste gebouwen minder zakten dan de wel op een paalfundeering rustende.

VI. Hydrodynamische spanningen.

Een belangrijke eigenaardigheid inverband met de tweephasigheid vormen de spanningen van tijdelijken aard, die bij uitwendige belasting ontstaan.

De van von Terzaghi afkomstige schematische voorstelling van het gebeuren moge dit verduidelijken (*fig. 7a*). Een kleimassa met water wordt

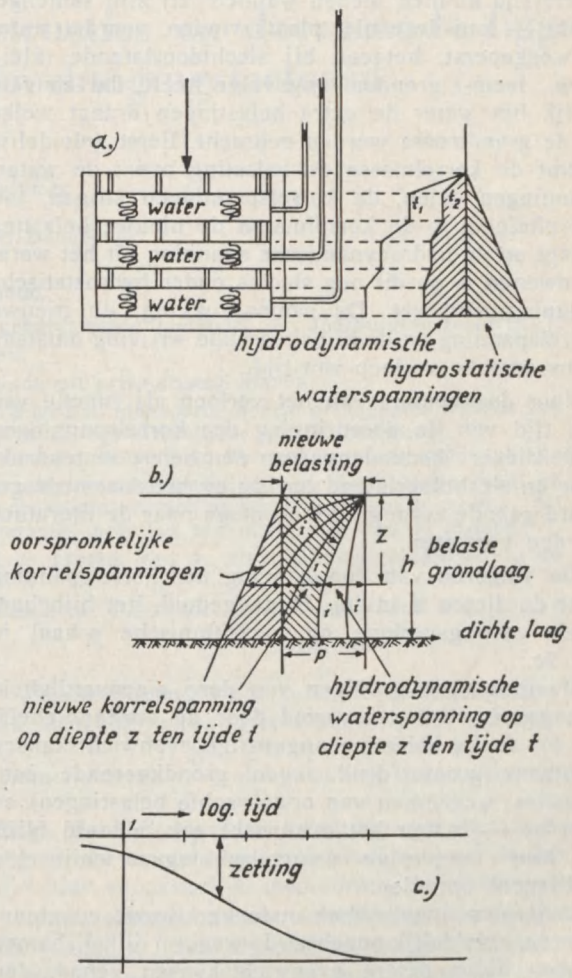


Fig. 7. a. Schematische voorstellingswijze van de verdichting van samendrukbare, slecht doorlatende grondsoorten.

b. Naar de diepte voortschrijdende korrelspanningen (lijnen i).

c. Het bij het gebeuren van b. behoorende hydrodynamische zettingsverloop.

daarbij schematisch voorgesteld door een aantal door springveeren op afstand gehouden doorboorde plunjers, die nauw in een cylinder passen, terwijl het geheel met water is gevuld. De van nauwe kanaaltjes voorziene plunjers stellen daarbij de slechte doorlatendheid der kleimassa voor en de spiraalveeren den weerstand tegen samendrukking der korrelmassa. De pijl stelt de nieuwe belasting voor. Daar door de bovenste plunjer de grootste hoeveelheid water moet passeeren, is het drukverschil aldaar grooter dan bij lager liggende plunjers. De waterdruk zal zich beneden het langst handhaven (*fig. 7a*), doch op den duur zullen de waterspanningen weer tot hun hydrostatische waarden dalen en zullen de veeren (de korrels dus) de belasting opnemen.

Bij een belaste kleimassa gebeurt iets overeenkomstigs. De daarin onder de belasting optredende waterspanningen van tijdelijken aard worden hydrodynamische waterspanningen genoemd; zij duren voort zoolang er nog water wordt weggeperst.

Aangezien een verhooging der korrelspanningen met een samendrukking van het korrelskelet gepaard moet gaan — evenals de springveeren eerst grooteren weerstand kunnen bieden wanneer zij zijn samengedrukt — kan deze niet plaats vinden, voordat water is weggeperst, hetgeen bij slechtdoorlatende (klei-, veen-, leem-) gronden tengevolge heeft, dat aanvankelijk het water de extra belastingen draagt welke op de grondmassa worden gebracht. Eerst geleidelijk neemt de korrelmassa de belasting over: de waterspanningen dalen, de korrelspanningen stijgen, totdat uiteindelijk de korrelmassa de nieuwe belasting draagt en de hydrodynamische spanning uit het water verdwenen is en dit nog slechts onder hydrostatische spanning verkeert. De samendrukking, de nieuwe korrelspanning en de bijbehoorende wrijving ontstaan aldus eerst in verloop van tijd.

Voor de bepaling van het verloop als functie van den tijd van de doordringing der korrelspanningen in de diepere bodemlagen van een belast samendrukbaar en slechtdoorlatend terrein en het daarmede gepaard gaande zettingsverloop moge naar de literatuur worden verwezen.

De volgorde van doordringing der korrelspanning naar de diepte is in *fig. 7b* aangeduid, het bijbehoorende zettingsverloop op logarithmische schaal in *fig. 7c*.

De practische gevolgen van deze eigenaardigheid van grond worden gevormd door de omstandigheid, dat bij snelle belasting ongunstige evenwichtskansen ontstaan (groote druk tegen grondkeerende constructies, wegzinken van opgebrachte belastingen) en doordat — indien het evenwicht gehandhaafd blijft — zeer langdurige samendrukkingsverschijnselen (zettingen) optreden.

Langzaam opgetrokken oude kerktorens en monumenten, geleidelijk opgehoogde weg- en dijkslichamen hebben aldus betere evenwichtskansen gehad, dan hetgeen thans in modern tempo moet worden tot stand gebracht.

In vele gevallen doen de hydrodynamische waterspanningen niet alleen de wrijvingen achterblijven, omdat de korrelspanningen slechts geleidelijk stijgen, doch veroorzaken deze aldus behalve een passieve ook dikwijls een actieve bedreiging van het evenwicht indien den belasten ondergrond zijdelings steunende dammen of grondkeerende constructies kunnen worden opzijgedrukt.

In vele gevallen wordt tegenwoordig bij de uitvoering van werken, waarbij deze mogelijkheid bestaat, voortdurend de waterspanning geobserveerd en aldus het spel der krachten en de veiligheid van het gevolgde tempo van werken voortdurend gecontroleerd.

VII. Seculaire zettingen.

Niet alleen uitgestrekte grondmassa's (want de afmetingen hebben ten aanzien van het vorige punt een belangrijken invloed op het verloop als functie van den tijd) doch ook dunne, zijdelings gesteunde grondlaagjes kunnen zeer langdurige zettingen vertoonen (*fig. 8a*). Als daarin het hydrodynamische gebeuren onder invloed eener nieuwe belasting practisch afgeloopen is — hetgeen zelfs bij zeer dichte klei slechts enkele dagen duurt en anders in een veel korter tijdsverloop het geval kan zijn — blijkt een evenredig aan de logarithme van den tijd voortschrijdende zetting (samendrukking) voortgang te blijven vinden.

Daar deze zettingen ook aan oude bouwwerken en dijken worden opgemerkt, zelfs na vele eeuwen, kan van seculaire zetting worden gesproken. Voor de bepaling der constanten die deze verschijnselen beheerschen moge naar de literatuur worden verwezen. Met behulp van aan grondmonsters bepaalde constanten, wordt tegenwoordig getracht het zettingsverloop als functie van den tijd (ook ná de hydrodynamische, voorbijgaande periode) voor bepaalde werken te voorspellen, om aldus het ophoogingsprogramma in de toekomst te kunnen ramen en de in bepaalde omstandigheden te kiezen constructie te kunnen vaststellen.

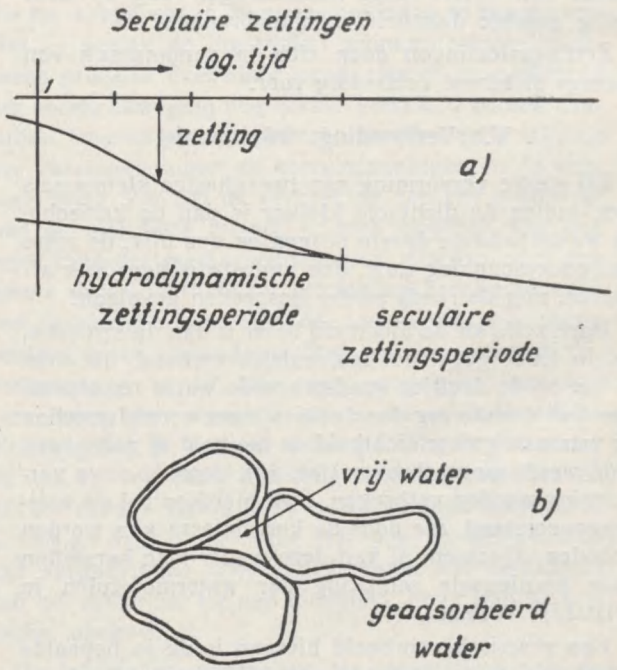


Fig. 8. a. Grafische voorstelling van het zettingsverloop.
b. Schema van korrels met geadsorbeerd water en vrij water.

De seculaire zettingen verloopen sneller bij hoogere temperatuur (de viscositeit van vrij water bij 15°C verschilt belangrijk van die bij 10°C!) en zijn ook belangrijker als de lastverhoogingen geleidelijk worden opgebracht (het kristallijne water ter plaatse der dichte nadering der deeltjes wordt dan minder geforceerd?).

Een en ander wekt den indruk, of van een langzame vervorming van het taaie of vaste kristallijne water (*fig. 8b*) sprake is, dat feitelijk de korrelspanningen tusschen de deeltjes overbrengt indien deze zoo klein en talrijk zijn, dat de geadsorbeerde waterhuidjes niet (als bij grofkorrelig materiaal) worden doorboord.

Aldus komt men ertoe, onderscheid te maken tusschen het „vrije water" dat verder van de gronddeeltjes verwijderd is en waarin σ_w heerscht en het taaie of vaste water, dat tot de korrels kan worden gerekend en de korrelspanningen σ_k en zelfs τ_k overbrengt, al kan dit laatste in verband met de onregelmatige stapelingswijze natuurlijk in den vorm van een wijziging der tusschen individueele korrels overgebrachte normaalkrachtjes geschieden.

Ik meen thans niet meer van Uw aandacht te mogen vragen, al zouden nog verschillende andere eigenaardigheden ter sprake kunnen worden gebracht, indien op het verband tusschen korrelspanningen en vervormingen zou worden ingegaan.

Ik hoop aannemelijk te hebben gemaakt, dat het rekening houden met de tweephasigheid vele eigenaardigheden van grond kan verklaren, waarop de oude zinspreuk der mechanica: „'t Is wonder en geen wonder" van toepassing is. Hoewel nog vele wonderen om verklaring blijven vragen!

Indien door mijn voordracht bij U belangstelling voor de grondmechanica en hare toepassingen gewekt is, heeft deze haar doel bereikt.

Berekening van vaste punten, invloedslijnen, momentenvlakken en doorbuigingen bij portaalconstructies en doorgaande liggers met de methode der doorbuigingsfactoren

door

H. JOHANNES,

Technisch student, Bandoeng.

Korte inhoud.

De grondslagen van de onlangs door Stewart gepubliceerde methode der doorbuigingsfactoren [1] *) worden in dit artikel uitvoeriger in beschouwing genomen.

De berekeningen worden beperkt tot constructies bestaande uit prismatische staven.

Gebruik wordt gemaakt van het door prof. Vreedenburgh ingevoerde begrip *orthogonale waarde* van een hoek, waardoor de doorbuigingsfactoren bij ingewikkelde gevallen overzichtelijker zijn te berekenen.

Gewezen wordt op een uit de methode voortvloeiende, nieuwe, eenvoudige berekeningswijze van vaste punten.

De methode wordt toegepast voor een *analytische* berekening van invloedslijnen en invloedsoppervlakken, die sneller tot het doel voert dan de bestaande methoden. Voorbeelden worden gegeven om aan te toonen, dat ook voor de berekening van momentenvlakken de methode in sommige gevallen eenvoudiger is dan de andere.

Formules worden afgeleid, waarmee snel de plaats en de grootte van de maximale doorbuigingen in de onbelaste velden zijn te vinden.

Aangegeven wordt hoe ook bij de belaste velden de elastische lijn zonder moeite analytisch kan worden berekend.

Inleiding.

De methode der doorbuigingsfactoren berust op een *analytische* toepassing van den elastischen stangenveelhoek, in tegenstelling met de grafische toepassing ervan in leerboeken en in verschillende in dit tijdschrift verschenen artikelen. Het voordeel van deze analytische toepassing is, dat men kan volstaan met een ruw geschetsten stangenveelhoek en de uitkomsten exact zijn, terwijl de grafische berekening veel meer tijd vordert en de uitkomsten zijn aangedaan met de onvermijdelijke schattings- en teekenfouten.

Zooals bekend vindt men de elastische lijn door de stangenkromme te teekenen bij het gereduceerde momentenvlak $\frac{M}{E\,I}$ als belasting (z.g. tweede belasting). Verdeelt men het belastingsvlak niet in oneindig kleine mooten, maar in eindige oppervlakken — die niet noodzakelijk mootvormig behoeven te zijn — dan verkrijgt men geen vloeiende kromme, maar een veelhoek, den elastischen stangenveelhoek.

Bij de methode der doorbuigingsfactoren tracht men steeds belastingsgevallen te beschouwen, die in de velden een rechtlijnig momentenverloop geven, terwijl voor de eindige oppervlakken genomen worden de door $E\,I$ gedeelde driehoekige momentenvlakken als gevolg van elk der beide eindmomenten der

*) De getallen tusschen [] verwijzen naar de literatuurlijst aan het slot.

velden. Deze momentenvlakken blijven bij staven met constante $E\,I$ ook bij de reductie driehoekig, zoodat de zwaartepunten der belastingsvlakken en dus ook de knikpunten van den elastischen stangenveelhoek op de derdedeellijnen der velden zijn gelegen. Bij niet-prismatische staven heeft men na de reductie geen driehoeken meer en moeten de zwaartepunten vooraf worden berekend. Gaat men nu in een bepaald geval na hoe het verloop is van de elastische lijn, dan kan men, daar de knikpunten bekend zijn, heel gemakkelijk den elastischen stangenveelhoek schetsen.

Berekening van vaste punten.

De vaste punten van een staaf in een statisch onbepaalde constructie zijn te definieeren als de momentnulpunten der staaf, indien aan een der einden een kleine draaiing wordt gegeven (een moment wordt aangebracht), terwijl de staaf onbelast is en de einden onverschuifbaar zijn gedacht. Het linker vaste punt krijgt men door een moment aan te brengen aan het rechter einde en het rechter vaste punt door een moment aan het linker einde.

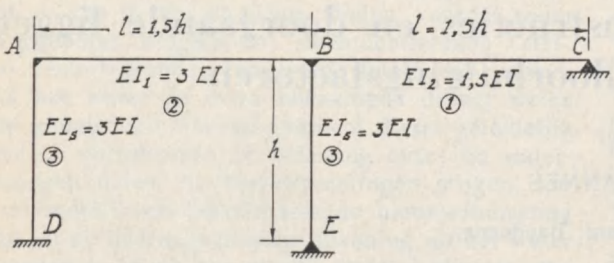


Fig. 1.

Beschouwen we nu het portaal in *fig. 1*. Om de rechter vaste punten der staven te vinden draaien we de inklemming D over een zeer kleinen hoek met behulp van een moment M. Eventueel brengen we in D een momentverbinding aan met een moment M [2]. Het momentenvlak tengevolge van dit moment M in D is te berekenen met de driemomentenvergelijking van Clapeyron, volgens Cross of met welke andere methode ook, waarna de rechter vaste punten, zijnde de momentnulpunten, bekend zijn. In het bijzonder komt het aan op de *verhouding* van de momenten aan de staafeinden. Door deze verhouding wordt, vanwege het rechtlijnige verloop van de momentenlijn, het momentnulpunt vastgelegd. Deze verhouding nu is bij de methode der doorbuigingsfactoren te vinden, zonder eerst het juiste momentenvlak te hebben berekend.

In *figuur 2b* is weergegeven het gereduceerde momentenvlak ten gevolge van het moment M in D. Het verloop is na de reductie rechtlijnig gebleven vanwege het prismatisch zijn der staven. Bij deze tweede belasting is de elastische stangenveelhoek in *fig. 2a* geteekend, waarbij het $\frac{M}{E\,I}$-vlak gesplitst is in een

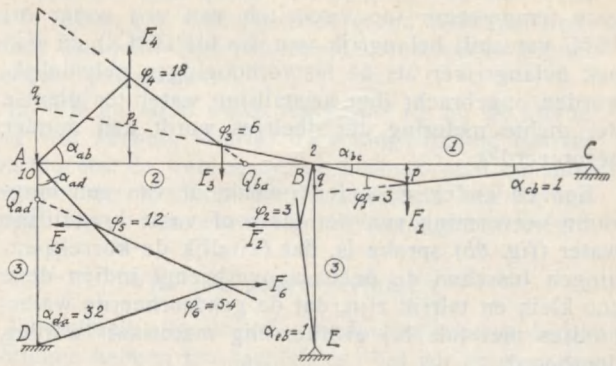


Fig. 2a.

aantal positieve en negatieve driehoekige belastingsvlakken. De knikpunten van den stangenveelhoek zijn gelegen op de verticale c.q. horizontale zwaartelijnen dezer belastingsvlakken, dus op de derdedeellijnen der velden.

De oorspronkelijke staafassen vormen de sluitlijn van den stangenveelhoek. De stangen, die door de knooppunten gaan, zijn daar ter plaatse raaklijnen aan de elastische lijn. De hoek tusschen twee raaklijnen aan de elastische lijn geeft een maat voor het oppervlak van het gereduceerde momentenvlak tusschen de twee raakpunten, dus hoek φ_1 in *fig. 2a* geeft een maat voor het oppervlak F_1. Evenzoo correspondeert φ_2 met F_2. Dit is algemeener als volgt in te zien.

Zooals bekend is het afgesneden stuk m van een verticaal tusschen twee stangen van een als momentenlijn opgevatten stangenveelhoek:

$$m = \frac{1}{H} \cdot dM = \frac{1}{H} \cdot K_i \cdot \lambda \text{ (zie } \textit{fig. 3}\text{)},$$

waarin H = poolsafstand.

$$K_i = H \cdot \frac{m}{\lambda} = H \times \text{de orthogonale waarde}$$

van hoek φ.

Men kan dus den volgenden regel uitspreken:

De hoek tusschen twee stangen van een stangenveelhoek, gemeten in zijn orthogonale waarde, is een maat voor de kracht, die in haar snijpunt aangrijpt.

Bij den elastischen stangenveelhoek is de hoek tusschen twee stangen daarom een maat voor het betreffende eindige belastingsvlak, dus $\varphi_i \equiv F_i$, indien φ_i gemeten wordt in zijn orthogonale waarde. Het werken met het door prof. Vreedenburgh ingevoerde begrip orthogonale waarde [3] is in de

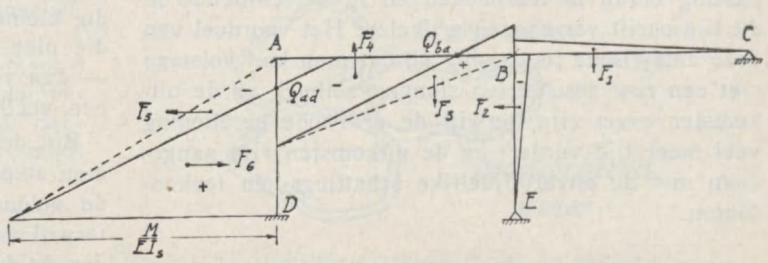


Fig. 2b.

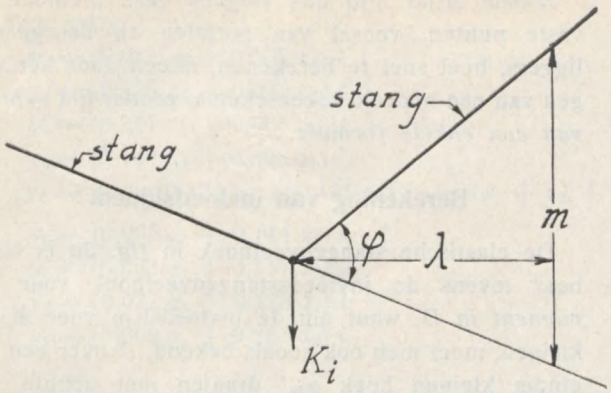


Fig. 3.

graphostatica exacter dan het beschouwen van z.g. oneindig kleine hoeken en het werken met radialen of met goniometrische verhoudingen. De orthogonale waarde van een hoek wordt gedefinieerd als de verhouding van het door de beenen van den hoek afgesneden stuk eener verticale lijn tot den horizontalen afstand van het hoekpunt tot aan deze verticaal. Men is hierbij blijkbaar gebonden aan een rechthoekig assenstelsel, dat de verticale en horizontale richting aangeeft.

Heeft men den elastischen stangenveelhoek geschetst (*fig. 2a*), dan kan de berekening aanvangen. Men begint met aan hoek α_{cb} de relatieve orthogonale waarde 1 toe te kennen, zoodat $\frac{p}{\frac{2}{3}l} = C \cdot 1$ of $\frac{p}{\frac{2}{3}l} = 1$, als we den evenredigheidsfactor C, die bij eenzelfden elastischen stangenveelhoek voor alle hoeken dezelfde is, overal gelijk één stellen en dus weglaten. Nu is hoek $\alpha_{bc} = \frac{p}{\frac{1}{3}l}$, zoodat de *relatieve orthogonale waarde* van $\alpha_{bc} = 2$, welke waarde we bijschrijven. Evenzoo vinden we, dat $q = 1 \cdot l = \varphi_1 \cdot \frac{1}{3}l$, zoodat $\varphi_1 = 3$.

Deze relatieve orthogonale waarden der hoeken noemt men *doorbuigingsfactoren*.

Daar de knikpunten van den elastischen stangenveelhoek op de derdedeellijnen van de staven zijn gelegen, kan men als eenheid $\lambda = \frac{1}{3}l$ kiezen.

De berekening kan dan eenvoudiger als volgt luiden:

$\varphi_1 \cdot 1 = 1 \cdot 3$ dus $\varphi_1 = 3$ en $\alpha_{bc} \cdot 1 = 1 \cdot 2$, dus $\alpha_{bc} = 2$ of ook $\alpha_{bc} = \varphi_1 - \alpha_{cb} = 3 - 1 = 2$.

Bij het passeeren van een knooppunt stelle men de voorwaarde, dat:

1e. de draaiingshoeken der staafassen bij het knooppunt dezelfde moeten zijn;

2e. de overgangsmomenten in het knooppunt evenwicht met elkaar moeten maken.

Uit de eerste voorwaarde volgt, dat:

$$\alpha_{bc} = \alpha_{be} = \alpha_{ba} = 2.$$

Daar $\alpha_{be} = 2$, is $\alpha_{eb} = 1$ en $\varphi_2 = 3$.

De tweede voorwaarde wordt, indien men let op de koppels, die de krachten F ten opzichte van het knooppunt hebben:

$$M_{ba} = M_{bc} + M_{be}.$$

Nu is:

$$\varphi_1 = F_1 = \frac{M_{bc} \cdot l}{2 E I_2}, \text{ of}$$

$$M_{bc} = \varphi_1 \cdot \frac{2 E I_2}{l} = \varphi_1 \cdot k_{bc}, \text{ als}$$

$$\frac{2 E I_2}{l} = \text{stijfheid staaf } BC = k_{bc}.$$

Evenzoo is:

$$\varphi_2 = F_2 = \frac{M_{be} \cdot h}{2 E I_s}$$

$$M_{be} = \varphi_2 \frac{2 E I_s}{h} = \varphi_2 \cdot k_{be} \text{ en}$$

$$\varphi_3 = F_3 = \frac{M_{ba} \cdot l}{2 E I_1}$$

$$M_{ba} = \varphi_3 \cdot \frac{2 E I_1}{l} = \varphi_3 \cdot k_{ba}.$$

De voorwaarde $M_{ba} = M_{bc} + M_{be}$ is dus te schrijven:

$\varphi_3 \cdot k_{ba} = \varphi_1 \cdot k_{bc} + \varphi_2 \cdot k_{be}$ of ook:

$\varphi_3 \cdot C \cdot k_{ba}' = \varphi_1 \cdot C \cdot k_{bc}' + \varphi_2 \cdot C \cdot k_{be}'$, waarin k_{ba}', k_{bc}' en k_{be}' voorstellen relatieve stijfheden der staven, te bepalen uit:

$$k_{ba}' : k_{bc}' : k_{be}' = \frac{2 E I_1}{l} : \frac{2 E I_2}{l} : \frac{2 E I_s}{h} =$$

$$= \frac{I_1}{l} : \frac{I_2}{l} : \frac{I_s}{h}.$$

Deze relatieve stijfheden der staven, ook kortweg stijfheden genoemd, zijn in de figuur omcirkeld bijgeschreven. Opgemerkt wordt, dat men bij de methode der doorbuigingsfactoren de stijfheid der scharnierende eindstaven *niet* mag reduceeren door vermenigvuldiging met $\frac{3}{4}$, zooals bij de methode Cross.

De stijfheid is hier n.l. voor alle staven $\frac{2 E I}{l}$, terwijl bij de methode Cross de stijfheid voor staven, aan beide einden ingeklemd gedacht, is $\frac{4 E I}{l}$ en voor staven, aan één einde ingeklemd en aan het andere scharnierend bevestigd, is $\frac{3 E I}{l}$.

De tweede voorwaarde wordt tenslotte:

$\varphi_3 \cdot k_{ba}' = \varphi_1 \cdot k_{bc}' + \varphi_2 \cdot k_{be}'$ of bij substitutie der waarden: $\varphi_3 \cdot 2 = 3 \cdot 1 + 3 \cdot 3$, waaruit $\varphi_3 = 6$.

De verdere berekening wordt:

$q_1 = \varphi_4 \cdot \frac{1}{3}l = 6 \cdot \frac{2}{3}l + 2 \cdot l$, waaruit $\varphi_4 = 18$ of kortweg met $\frac{1}{3}l$ als eenheid: $\varphi_4 = 6 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 18$

$p_1 = \alpha_{ab} \cdot \frac{1}{3}l = 6 \cdot \frac{1}{3}l + 2 \cdot \frac{2}{3}l$, waaruit $\alpha_{ab} = 10$ of kortweg $\alpha_{ab} = 6 \cdot 1 + 2 \cdot 2 = 10$ of ook $\alpha_{ba} = 18 - 6 - 2 = 10$.

Voor het knooppunt A heeft men:

$\alpha_{ad} = \alpha_{ab} = 10$

$M_{ab} = M_{ad}$ of $\varphi_5 \cdot 3 = 18 \cdot 2$, waaruit $\varphi_5 = 12$

$\varphi_6 = 10 \cdot 3 + 12 \cdot 2 = 54$

$\alpha_{ad} = 10 \cdot 2 + 12 \cdot 1 = 32$ of ook:

$\alpha_{da} = 54 - 12 - 10 = 32.$

Hiermee zijn alle relatieve orthogonale waarden der hoeken (doorbuigingsfactoren) berekend, waarna ook de rechter vaste punten bekend zijn. Deze toch verdeelen het betrekkelijke veld in de zelfde verhouding als die der momenten aan de veldeinden, dus als de verhouding der doorbuigingsfactoren (φ_i-waarden) bij de knikpunten van den stangenveelhoek. Men heeft:

Veld AB:

$$BQ_{ba} : AQ_{ba} = M_{ba} : M_{ab} = C \cdot \varphi_3 \cdot k_{ab}' : C \cdot \varphi_4 \cdot k_{ab}' = \varphi_3 : \varphi_4 = 6 : 18 = 1 : 3$$

Veld AD:

$$AQ_{ad} : DQ_{ad} = 12 : 54 = 2 : 9$$

Veld BC:

$CQ_{cb} : BQ_{bc} = 0 : 3$, dus valt Q_{cb} samen met C, wat we reeds van tevoren wisten. Evenzoo valt Q_{eb} samen met E.

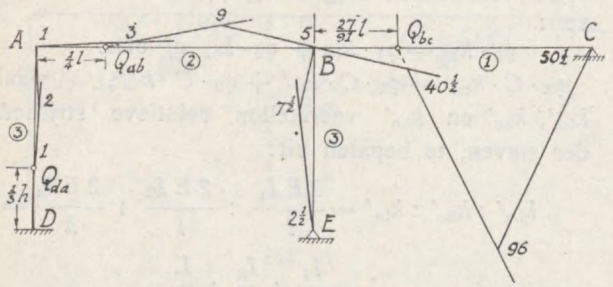


Fig. 4.

Om de andere vaste punten te vinden brengt men in C een moment aan, schetst den elastischen stangenveelhoek (*fig. 4*) en schrijft de doorbuigingsfactoren op door hetzelfde eenvoudige rekenschema te volgen. De verhouding der doorbuigingsfactoren bij de derdedeelpunten geeft de verhouding, waarin een Q-punt het veld verdeelt. Hierna is er nog slechts één vast punt onbekend n.l. Q_{be}, dat indien noodig te vinden is door E een kleine draaiing te geven.

Als 2de voorbeeld nemen we den ligger op 6 steunpunten in *fig. 5*, met overal gelijke $E\,I$ en met gelijke veldlengten. De stijfheden $\frac{I}{l}$ der velden zijn dezelfde en gelijk aan de eenheid te stellen. Men geeft F een draaiing, schetst den elastischen stangenveelhoek en schrijft de doorbuigingsfactoren op, waarna vanwege de symmetrie, zoowel de linker als de rechter Q-punten bekend zijn [4]. Bij een willekeurigen ligger blijft de berekening even eenvoudig.

Zooals blijkt zijn dus volgens deze methode de vaste punten, vooral van portalen en doorgaande liggers, heel snel te berekenen, alleen door het volgen van een bepaald rekenschema, *zonder het gebruik van een enkele formule.*

Berekening van invloedslijnen.

De elastische stangenveelhoek in *fig. 2a* is blijkbaar tevens de invloedsstangenveelhoek voor het *moment in D*, want om de invloedslijn voor M_d te krijgen, moet men ook zooals bekend, D over een oneindig kleinen hoek α_{da}' draaien met behulp van een moment M, eventueel na er eerst een momentverbinding te hebben aangebracht. De doorbuigingslijn, die men dan krijgt, is de gezochte invloedslijn. De schaal wordt bepaald door de gelijkheid $M_d \cdot \alpha_{da}' = P \cdot dy$. Daar men echter niet met de oneindig kleine ordinaten dy kan werken, teekent men de invloedslijn met eindige ordinaten y. De schaal wordt nu bepaald door $M_d \cdot \alpha_{da} = P \cdot y$, waarbij de eindige hoek α_{da} gemeten moet worden in zijn orthogonale waarde. Wil men bijv. de invloedslijn krijgen op een schaal $M_d = P \cdot y$, dan moet orth. $\alpha_{da} = 1$ zijn. Volgens de figuur is zijn relatieve orthogonale waarde 32. Men moet dus alle doorbuigingsfactoren deelen door 32. Voor de draaiingshoeken der staafassen bij de knooppunten vindt men: orth. $\alpha_d = 1$ of kortweg

$$\alpha_d = 1; \quad \alpha_a = \frac{10}{32} = \frac{5}{16}; \quad \alpha_b = \frac{2}{32} = \frac{1}{16}; \quad \alpha_c = \frac{1}{32};$$

$$\alpha_e = \frac{1}{32}.$$

Hierna zijn alle ordinaten van de invloedslijn te vinden met de verderop afgeleide formule:

$$y = (\alpha_1 \cdot k_1 k_2^2 + \alpha_2 \cdot k_1^2 k_2)\, l \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\mathbf{A}_1)$$

y = ordinaat in een punt, dat het veld verdeelt in de stukken $k_1 l$ en $k_2 l$.

Voor het veld AB bijv. heeft men:

$$y = \left(\frac{5}{16} \cdot k_1 k_2^2 + \frac{1}{16} \cdot k_1^2 k_2 \right) l.$$

Om de invloedslijn te teekenen, is het meestal voldoende de ordinaten in de tiendedeelpunten te bepalen. De coëfficiënten $k_1 k_2^2$ en $k_1^2 k_2$ zijn uit het hoofd uit te rekenen.

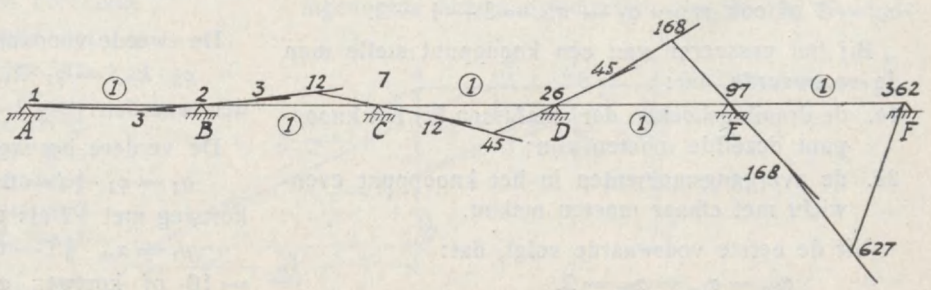


Fig. 5.

Men krijgt:

$y_1 = (0{,}081\ \alpha_1 + 0{,}009\ \alpha_2)\ l$

$y_2 = (0{,}128\ \alpha_1 + 0{,}032\ \alpha_2)\ l$

$y_3 = (0{,}147\ \alpha_1 + 0{,}063\ \alpha_2)\ l$

$y_4 = (0{,}144\ \alpha_1 + 0{,}096\ \alpha_2)\ l$

$y_5 = y_m = (0{,}125\ \alpha_1 + 0{,}125\ \alpha_2)\ l = \frac{1}{8}(\alpha_1 + \alpha_2)\ l$

$y_6 = (0{,}096\ \alpha_1 + 0{,}144\ \alpha_2)\ l$

$y_7 = (0{,}063\ \alpha_1 + 0{,}147\ \alpha_2)\ l$

$y_8 = (0{,}032\ \alpha_1 + 0{,}128\ \alpha_2)\ l$

$y_9 = (0{,}009\ \alpha_1 + 0{,}081\ \alpha_2)\ l.$

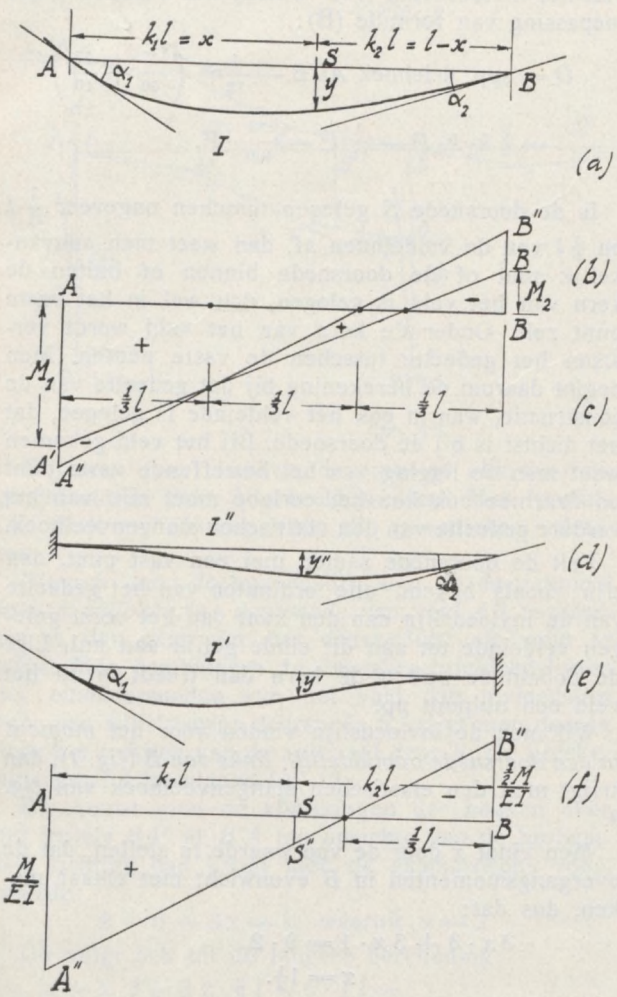


Fig. 6.

We gaan thans formule ($\mathbf{A}_1$) afleiden. In *fig. 6a* is de invloedslijn (elastische lijn) van een veld geteekend. Hierbij behoort het momentenvlak $AA'B'B$ in *fig. 6b*. Geval I in *fig. 6a* is te beschouwen als de superpositie van geval I'' in *fig. 6d* en geval I' in *fig. 6e*. Bij geval I'' behoort het momentenvlak $A'A''B''B'$ in *fig. 6b* en bij geval I' het momentenvlak $AA''B''B$, dat na deeling door EI in *fig. 6f* is overgeteekend. Bekend is, dat y' = statisch moment in S tengevolge van de geteekende tweede belasting in *fig. 6f*.

De oplegreactie B is nul, terwijl

$$SS'' = \frac{k_2 l - \frac{1}{3} l}{\frac{2}{3} l} \cdot \frac{M}{EI} = \frac{3}{2}(k_2 - \tfrac{1}{3}) \frac{M}{EI}, \quad \text{zoodat}$$

$$y' = \frac{-\frac{3}{2}(k_2 - \frac{1}{3})\, M \cdot \frac{1}{2} k_2 l \cdot \frac{1}{3} k_2 l + \frac{1}{2} M \cdot \frac{1}{2} k_2 l \cdot \frac{2}{3} k_2 l}{EI}$$

$$= -(k_2 - \tfrac{1}{3})\, k_2^2\, l \cdot \alpha_1 + \tfrac{2}{3} k_2^2\, l \cdot \alpha_1, \quad \text{daar}$$

$$\alpha_1 = \frac{M l}{4 E I}.$$

$$y' = (1 - k_2)\, k_2^2\, l \cdot \alpha_1 = \alpha_1 \cdot k_1\, k_2^2 \cdot l.$$

Evenzoo is $y'' = \alpha_2 \cdot k_1^2\, k_2 \cdot l$.

Nu is $y = y' + y''$, dus

$$\boxed{y = (\alpha_1 \cdot k_1\, k_2^2 + \alpha_2 \cdot k_1^2\, k_2)\, l} \quad \ldots\ldots\ldots\ (\mathbf{A}_1)$$

of met $k_1 l = x$ en $k_2 l = l - x$

$$\boxed{y = \frac{\alpha_1}{l^2} \cdot x\,(l-x)^2 + \frac{\alpha_2}{l^2} \cdot x^2\,(l-x)} \quad \ldots\ (\mathbf{A}_2)$$

Voor een laststelsel kan men met formule (**A**) de ordinaten der invloedslijn onder de lasten snel en exact vinden. Heeft men een willekeurig verdeelde belasting q_x, zich uitstrekkend van $x = a$ tot $x = b$, dan is:

$$G = \int_a^b y\, q_x\, dx = \int_a^b \left\{ \frac{\alpha_1}{l^2}\, x\,(l-x)^2 + \frac{\alpha_2}{l^2}\, x^2\,(l-x) \right\} q_x\, dx$$

G = de grootheid, waarvoor de invloedslijn geldt.

Bij een gelijkmatig verdeelde belasting $q_x = q$ is $G = q \int_a^b y\, dx$, zoodat het invloedsoppervlak $O = \int_a^b y\, dx$ een maat is voor G. De integratie is eenvoudig uit te voeren.

Is het heele veld volbelast met q t/m', dan is

$$G = q \int_0^l y\, dx = q \cdot O$$

$$O = \frac{\alpha_1}{l^2} \int_0^l (l^2 x - 2 l x^2 + x^3)\, dx + \frac{\alpha_2}{l^2} \int_0^l (l x^2 - x^3)\, dx$$

$$= \frac{\alpha_1}{l^2} (\tfrac{1}{2} l^4 - \tfrac{2}{3} l^4 + \tfrac{1}{4} l^4) + \frac{\alpha_2}{l^2} (\tfrac{1}{3} l^4 - \tfrac{1}{4} l^4).$$

$$\boxed{O = \frac{1}{12} l^2\, (\alpha_1 + \alpha_2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ (\mathbf{B})$$

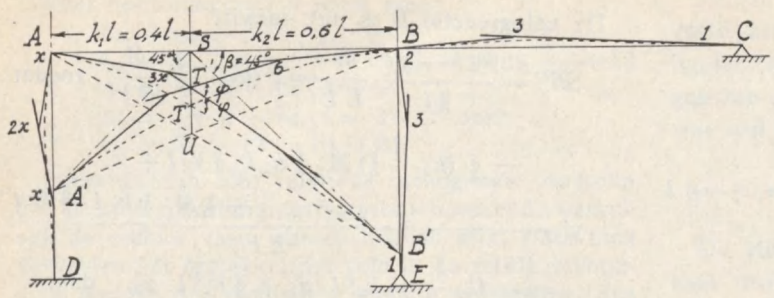


Fig. 7.

Met deze formule kan men bij volbelasting der velden de invloedsoppervlakken vinden zonder zelfs de invloedslijn te hebben geteekend. Bij de invloedslijn voor M_d (zie *fig. 2a*) heeft men voor het veld *AB*:

$$O = \frac{1}{12} l^2 \left(\frac{5}{16} + \frac{1}{16} \right) = \frac{1}{32} l^2.$$

Voert men in formule (**B**) de *middenordinaat* $y_m = \frac{1}{8} (\alpha_1 + \alpha_2)\, l$ in, dan vindt men:

$$\boxed{O = \tfrac{2}{3}\, y_m\, l} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\mathbf{C})$$

Dit is de bekende formule van Meesters [5], hier indirect afgeleid. Formules (**A**), (**B**) en (**C**) gelden niet alleen voor de invloedslijn voor moment, maar ook voor de invloedslijnen voor dwarskracht, oplegreactie, normaalkracht, enz.

We willen thans de invloedslijn voor *het moment in een doorsnede S* van veld *AB* berekenen. Het eenvoudigst is wellicht wel de invloedsstangenveelhoek te beschouwen als de superpositie van de linker en rechter gedeelten van twee continue invloedsstangenveelhoeken [6]. Deze zijn geschetst in *fig. 7*. De invloedslijn willen we krijgen op een schaal $M = P\,y$, zoodat orth. $\varphi = 1$ en $\beta = 45°$ moet zijn.

De berekening geschiedt van links en rechts naar de doorsnede toe. Bij de linksche doorbuigingsfactoren moeten we eerst x als voorloopige onbekende aanhouden. We vinden x daarna door de voorwaarde te stellen, dat:

$$ST' = x \cdot k_1 l + 3\,x\,(k_1 l - \tfrac{1}{3} l) = 2 \cdot k_2 l + \\ + 6\,(k_2 l - \tfrac{1}{3} l),$$

waaruit $x = \dfrac{8\,k_2 - 2}{4\,k_1 - 1}$.

Stel dat $k_1 = 0{,}4$ en $k_2 = 0{,}6$, dan is $x = \dfrac{2{,}8}{0{,}6} = 4\frac{2}{3}$.

De relatieve orthogonale waarde van φ is

$x + 3x + 6 + 2 = 4x + 8 = 26\frac{2}{3}$, terwijl orth. $\varphi = 1$ moet zijn, dus moeten alle doorbuigingsfactoren door $26\frac{2}{3}$ gedeeld worden, om de juiste orthogonale waarden te krijgen.

In *fig. 8* zijn deze orthogonale waarden bijgeschreven. Alle gedeelten van de invloedslijn kan men nu eenvoudig vinden door toepassing van formule (**A**). Voor het veld *AB* krijgt men de invloedslijn door de waarden

$$y' = \frac{17}{40\, l^2}\, x\,(l - x)^2 + \\ + \frac{13}{40\, l^2}\, x^2\,(l - x)$$ vanaf de gebroken lijn *AUB* (*fig. 7* en *8*) naar boven uit te zetten. Wil men bij volbelasting van veld *AB* de grootte van het invloedsvlak *ATB* weten, dan vindt men bij toepassing van formule (**B**):

$$O = \text{opp. driehoek } AUB - \frac{1}{12} l^2 \left(\frac{17}{40} + \frac{13}{40} \right) \\ = \tfrac{1}{2}\, k_1\, k_2\, l^2 - \frac{1}{16} l^2 = \frac{23}{400} \cdot l^2.$$

Is de doorsnede *S* gelegen tusschen ongeveer $\frac{1}{5} l$ en $\frac{1}{3} l$ van de veldeinden af, dan weet men aanvankelijk niet of de doorsnede binnen of buiten de kern van het veld is gelegen, dan wel in het vaste punt zelf. Onder de kern van het veld wordt verstaan het gedeelte tusschen de vaste punten. Men begint daarom de berekening bij dat gedeelte van de constructie, waarin ook het veldeinde is gelegen, dat het dichtst is bij de doorsnede. Bij het veld gekomen weet men de ligging van het betreffende vaste punt en daarmee ook hoe het verloop moet zijn van het verdere gedeelte van den elastischen stangenveelhoek.

Valt de doorsnede samen met een vast punt, dan zijn zooals bekend alle ordinaten van het gedeelte van de invloedslijn aan den kant van het verst gelegen veldeinde tot aan dit einde gelijk aan nul. Ligt de doorsnede buiten de kern dan treedt er in het veld een nulpunt op.

Wil men de invloedslijn vinden voor het *moment in een doorsnede onmiddellijk links van B* (*fig. 1*), dan krijgt men den elastischen stangenveelhoek van *fig. 9*.

Men vindt x door de voorwaarde te stellen, dat de overgangsmomenten in *B* evenwicht met elkaar maken, dus dat:

$$3\,x \cdot 3 + 3\,x \cdot 1 = 9 \cdot 2$$
$$x = 1\tfrac{1}{2}.$$

De relatieve orthogonale waarde van φ is $2\,x + 5 = 8$.

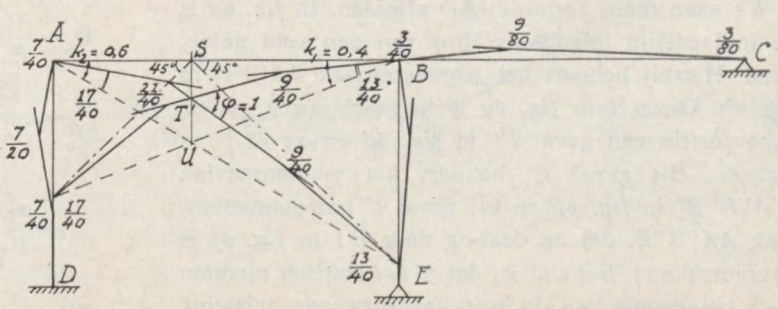


Fig. 8.

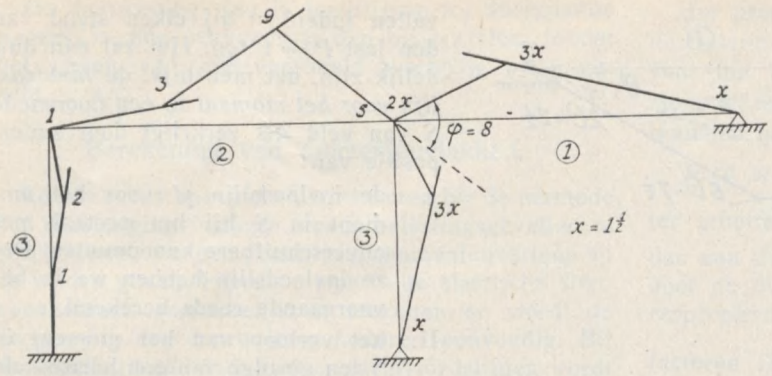


Fig. 9.

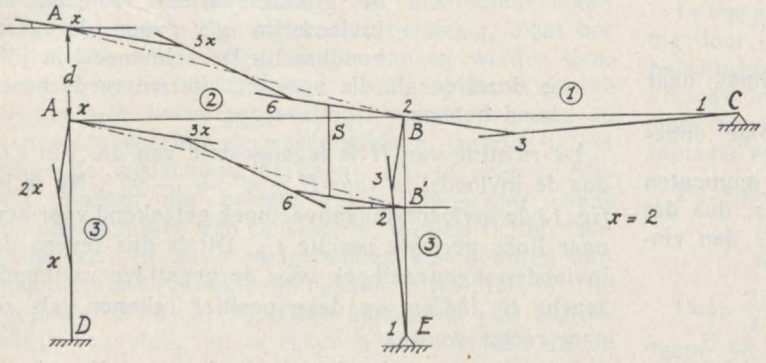


Fig. 10.

Wil men $\varphi = 1$ hebben, dan moeten alle doorbuigingsfactoren door 8 gedeeld worden. Met formule (**A**) vindt men daarna weer alle gewenschte ordinaten.

Wenscht men de invloedslijn voor de *dwarskracht in een willekeurige doorsnede* van veld *AB* te berekenen, dan gaat men het eenvoudigst als volgt te werk. Men combineere de dwarskrachtinvloedslijnen der einddoorsneden van het veld. De invloedslijn voor een willekeurige doorsnede *S* krijgt men daarna door het trekken van de verticaal door *S*. De berekening geschiedt volgens *fig. 10*.

Beschouwt men de afwijkingen der hoeken over het traject *BA'* of *B'A* ten opzichte van de horizontale richting dan krijgt men de geometrische voorwaarde:

$$2 + 6 - 3x = x, \text{ waaruit } x = 2.$$

Dit volgt ook uit de langere berekening:

$$d = x \cdot l + 3x \cdot \tfrac{2}{3} l - 6 \cdot \tfrac{1}{3} l =$$
$$= 2 \cdot l + 6 \cdot \tfrac{2}{3} l - 3x \cdot \tfrac{1}{3} l$$
$$x + 2x - 2 = 2 + 4 - x, \text{ waaruit } x = 2.$$

Waren deze doorbuigingsfactoren de definitieve orthogonale waarden der hoeken, dan was $d = 2 \cdot l + 6 \cdot \tfrac{2}{3} l - 6 \cdot \tfrac{1}{3} l = 4\,l$. Meestal neemt men de schaal van de invloedslijn veel kleiner bijv. $d = \frac{l}{n}$. De doorbuigingsfactoren moeten dan worden gedeeld door $4\,n$. De ordinaten vindt men weer met formule (**A**) en de invloedsoppervlakken met formule (**B**) of (**C**).

In *fig. 11* is de invloedsstangenveelhoek geschetst voor de *horizontale reactie in E (fig. 1)*. Uit de figuur ziet men dat $\frac{d}{h} = 10\frac{2}{3}$ of $d = \frac{32}{3} h$. Wil men de invloedslijn hebben op een schaal 1 ton $= d = \frac{h}{n}$, dan moeten alle doorbuigingsfactoren door $\frac{32}{3} n$ gedeeld worden.

Fig. 11 kan tevens dienen voor de berekening van de optredende momenten bij een horizontale verplaatsing van het voetscharnier *E*.

Om de invloedslijn voor de *verticale reactie in E* te krijgen laat men stijl *BE* over een bedrag *d* zakken. De invloedsstangenveelhoek is geschetst in *fig. 12*. We maken de berekening van links naar rechts, de onbekende 0 meevoerend. Stelt men den eisch, dat de momenten in *B* evenwicht met elkaar moeten maken, dan is

$$(9 - 3\,0)\,2 = (4\tfrac{1}{2}\,0 - 7\tfrac{1}{2})\,3 + (6\,0 - 7\tfrac{1}{2})$$

$$0 = \frac{32}{17} = \frac{d}{l}$$

$$d = \frac{32}{17} l.$$

Wil men $d = \frac{l}{n}$ hebben, dan moeten alle doorbuigingsfactoren door $\frac{32}{17} n$ worden gedeeld.

Fig. 12 zou tevens kunnen dienen om het momentenvlak te berekenen bij een verticale zakking van het voetscharnier *E*. Hiervan zal straks een voorbeeld worden gegeven.

Willen we de invloedslijn voor de *horizontale reactie* C_h in *C* (*fig. 1*), tevens dus de *normaalkracht* in *BC* berekenen, dan geven we aan *C* een horizontale verplaatsing *d*. We gaan na hoe de elastische lijn verloopt en schetsen den invloedsstangenveelhoek (*fig. 13*).

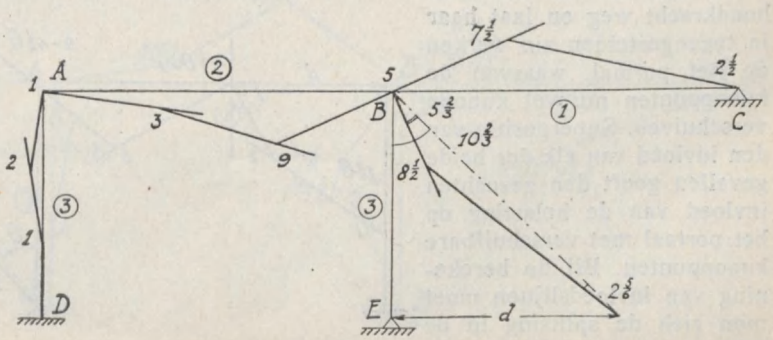


Fig. 11.

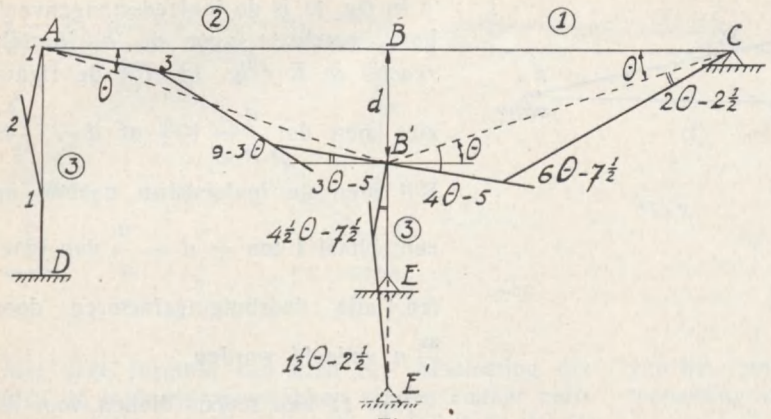


Fig. 12.

De doorbuigingsfactoren worden van links naar rechts berekend met $\theta = \frac{d}{h}$ als voorloopige onbekende. Stellen we de voorwaarde, dat de momenten in B evenwicht met elkaar moeten maken, dus dat $(9 - 4\frac{1}{2}\,\theta)\,2 + (7\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}\,\theta) = (6\,\theta - 7\frac{1}{2})\,3$, dan vinden we $\theta = \frac{32}{21} = \frac{d}{h}$, zoodat $d = \frac{32}{21}\,h$.

Willen we $d = \frac{h}{n}$ hebben, dan moeten we alle doorbuigingsfactoren deelen door $\frac{32}{21}\,n$. Men moet er om denken om bij de toepassing van formule (**A**) op veld AB hoek α_{ba} als een negatieven hoek in rekening te stellen. Deze opmerking geldt ook ten aanzien van hoek $\alpha_{ab'}$ en $\alpha_{a'b}$ in *fig. 10* en hoek $\alpha_{ab'}$ in *fig. 12*.

Als voorbeeld van berekening van invloedslijnen van portalen *met verschuifbare knooppunten* nemen we hetzelfde portaal van *fig. 1*, maar waarbij scharnier C vervangen is door een roloplegging. Zooals bekend is bij de berekening van dergelijke portalen de eindtoestand bij een bepaalde belasting te beschouwen als de superpositie van twee belastingsgevallen, n.l.:

I. De zijdelingsche verschuiving van den bovenregel wordt belet door een horizontale vasthoudkracht, waardoor men een portaal krijgt met niet-verschuifbare knooppunten. Voor dit portaal worden de momenten tengevolge van de gegeven belasting berekend, waarna de vasthoudkracht is te bepalen.

II. Men neemt de vasthoudkracht weg en laat haar in tegengestelden zin werken op het portaal, waarvan de knooppunten nu wel kunnen verschuiven. Superpositie van den invloed van elk der beide gevallen geeft den gezochten invloed van de belasting op het portaal met verschuifbare knooppunten. Bij de berekening van invloedslijnen moet men zich de splitsing in de twee genoemde belastingsgevallen indenken bij elken stand van den last $P = 1$ ton. Het zal dan duidelijk zijn, dat men bijv. de *invloedslijn voor het moment* in een doorsnede S van veld AB verkrijgt door superpositie van:

I. de invloedslijn y' voor het moment in S bij het portaal met onverschuifbare knooppunten. Deze invloedslijn hebben we in het voorgaande reeds berekend.

II. het verloop van het moment in S ten gevolge van een horizontale kracht H in den regel, waarvan de grootte varieert volgens de invloedslijn y''' voor de vasthoudkracht. Deze invloedslijn y''' is dezelfde als die voor C_h, die we reeds berekend hebben.

De richting van H is tegengesteld aan die van C_h, dus de invloedslijn voor H is $y'' = -y'''$. Nu is in *fig. 13* de invloedsstangenveelhoek geteekend voor een naar links gerichte reactie C_h. Dit is dus tevens de invloedsstangenveelhoek voor de negatieve vasthoudkracht H, indien we deze positief rekenen, als ze naar rechts werkt.

Is het moment in S ten gevolge van $H = 1$ ton m tm, dan is M_s tengevolge van $H = y''$ ton gelijk aan $m \cdot y''$ tm.

Superpositie geeft: $y = y' + m \cdot y''$.

Evenzoo heeft men voor de *invloedslijn voor de dwarskracht in S*: $y = y' + d \cdot y''$

y' is de invloedslijn voor D_s bij het portaal met onverschuifbare knooppunten.

d = de dwarskracht in S ten gevolge van $H = 1$ ton.

y'' is weer de invloedslijn voor de negatieve vasthoudkracht, die dus volgens het bovenstaande gelijk is aan y''' volgens *fig. 13*. De invloedsstangenveelhoek in deze figuur is tevens die voor de *zijdelingsche verschuiving van den horizontalen regel*. Uit de wederkeerigheidswet van Maxwell volgt, dat de invloedslijn voor de horizontale verschuiving van den regel identiek is met de elastische lijn bij een horizontale kracht $H = 1$ ton. Willen we de schaal der verschuivingen op ware grootte hebben, dan berekenen we de zijdelingsche verschuiving tengevolge van $H = 1$ ton en maken d in *fig. 13* daaraan gelijk.

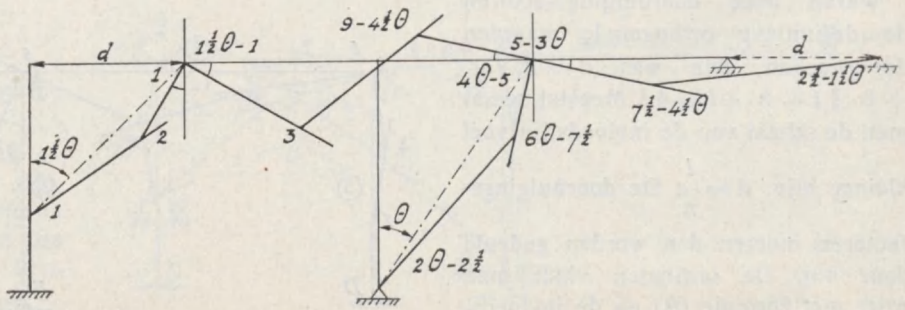


Fig. 13.

De berekening van invloedslijnen bij doorgaande liggers is nog eenvoudiger dan bij portalen, zoodat het geven van een voorbeeld overbodig wordt geacht.

Berekening van momentenvlakken.

Zooals reeds opgemerkt, tracht men bij de methode der doorbuigingsfactoren steeds belastingsgevallen te beschouwen, die een rechtlijnig momentenverloop in de velden geven. Hierdoor toch is de elastische stangenveelhoek gemakkelijk te teekenen en wordt de berekening der doorbuigingsfactoren eenvoudig. Bij de bepaling van vaste punten en invloedslijnen wordt dit rechtlijnig momentenverloop reeds vanzelf verkregen. Bij de berekening van momentenvlakken tengevolge van een uitwendige belasting, moet het willekeurige belastingsgeval vervangen worden door een aequivalent belastingsgeval of gesplitst in eenige elementaire belastingsgevallen, waarbij wel aan de genoemde voorwaarde wordt voldaan. Daartoe is het volgende gedachtenexperiment uit te voeren. Alle knooppunten der belaste velden, mits niet tevens eindknooppunten der constructie, worden fictief vastgehouden. In deze vastgehouden knooppunten ontstaan primaire inklemmingsmomenten als bij de methode Cross [7]. Deze momenten zijn betrekkelijk eenvoudig uit te rekenen of te vinden uit de formules, die men in tal van handboeken vindt opgegeven voor de inklemmingsmomenten bij een balk aan beide zijden ingeklemd c.q. aan een zijde ingeklemd, aan de andere vrij opgelegd.

De eindtoestand nu, waarbij alle knooppunten losgelaten zijn, kan beschouwd worden als te zijn ontstaan uit een aantal elementaire belastingsgevallen, waarbij telkens een primair moment door middel van de betrokken staaf zelf op de constructie wordt uitgeoefend. Bij zoo'n elementair geval denkt men zich dus enkel één primair moment in een vastgehouden knooppunt aanwezig, waarna het knooppunt wordt losgelaten. Superpositie der berekende elementaire momenten geeft het gezochte momentenvlak.

Als eerste voorbeeld willen wij de optredende momenten in het portaal van *fig. 1* berekenen tengevolge van een gelijkmatig verdeelde belasting van q t/m′ van veld BC. We houden B vast. Het primaire moment $\mathfrak{M}_{bc} = +\frac{1}{8} ql^2$, waarbij dezelfde teekenafspraak wordt aangehouden als bij de methode Cross nl. dat het inklemmingsmoment positief is als de staaf ter plaatse van de inklemmingsdoorsnede een rechtsdraaiend moment op het knooppunt uitoefent en negatief, wanneer dit moment linksdraaiend is.

De elastische stangenveelhoek bij het loslaten van B is geschetst in *fig. 14a*. De berekening van de doorbuigingsfactoren geschiedt *van de uiterste einden der constructie naar het belaste knooppunt toe*. In het voorgaande hebben we gezien, dat een overgangsmoment gelijk is aan:

$$M = \varphi \cdot k = C \cdot \varphi \cdot k'.$$

Het product $\varphi \cdot k'$ van een doorbuigingsfactor en de (relatieve) stijfheid van de staaf is dus een maat voor het betrekkelijke overgangsmoment en wordt *momentfactor* genoemd. De momentfactoren zijn tusschen haakjes bijgeschreven.

Werd er in B een uitwendig moment aangebracht ter grootte van het primair moment $\mathfrak{M}_{bc} = \frac{1}{8} ql^2$, dan zou dit moment in evenwicht worden gehouden door de overgangsmomenten M_{ba}', M_{be}' en M_{bc}' die respectievelijk worden voorgesteld door de momentfactoren 18; $22\frac{1}{2}$ en $7\frac{1}{2}$, zoodat $\frac{1}{8} ql^2$ wordt voorgesteld door een momentfactor $18 + 22\frac{1}{2} + 7\frac{1}{2} = 48$.

In ons geval wordt $\mathfrak{M}_{bc}$ niet uitwendig, maar inwendig door middel van staaf BC zelf uitgeoefend. Dit belastingsgeval geeft echter slechts in zooverre een verschil met het vorige geval, dat het overgangsmoment thans is $M_{bc} = \mathfrak{M}_{bc} - M_{bc}' = 48 - 7\frac{1}{2} = 40\frac{1}{2}$ inplaats van $-7\frac{1}{2}$.

De andere momentfactoren blijven dezelfde, dus:

$$M_{be} = M_{be}' = 22\tfrac{1}{2}$$
$$M_{ba} = M_{ba}' = 18 \text{ enz.}$$

Daar $\frac{1}{8} ql^2$ wordt voorgesteld door een momentfactor 48, krijgt men de te berekenen overgangsmomenten door hun momentfactoren te vermenigvuldigen met $\frac{\frac{1}{8} ql^2}{48}$.

Men krijgt in hun absolute waarden:

$$M_{ad} = \frac{6}{48} \cdot \frac{1}{8} ql^2 = \frac{1}{64} ql^2$$

$$M_{ab} = \frac{1}{64} ql^2$$

$$M_{da} = \tfrac{1}{2} M_{ad} = \frac{1}{128} ql^2$$

$$M_{ba} = \frac{18}{48} \cdot \frac{1}{8} ql^2 = \frac{3}{64} ql^2$$

$$M_{be} = \frac{22\frac{1}{2}}{48} \cdot \frac{1}{8} ql^2 = \frac{15}{256} ql^2$$

$$M_{bc} = \frac{40\frac{1}{2}}{48} \cdot \frac{1}{8} ql^2 = \frac{27}{256} ql^2.$$

De methode heeft dit voordeel, dat men bij elke willekeurige belasting van veld BC of stijl BE de

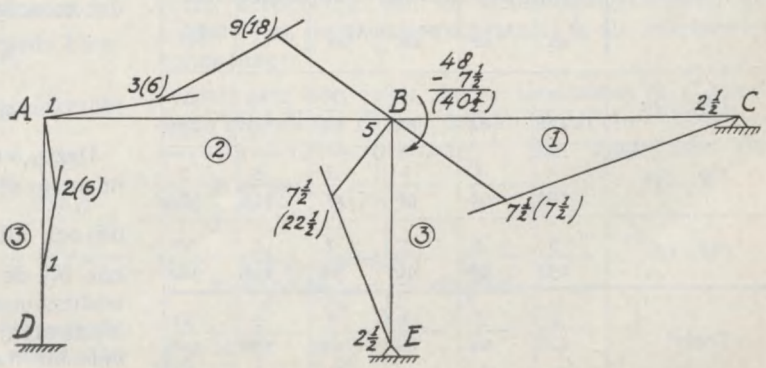


Fig. 14a.

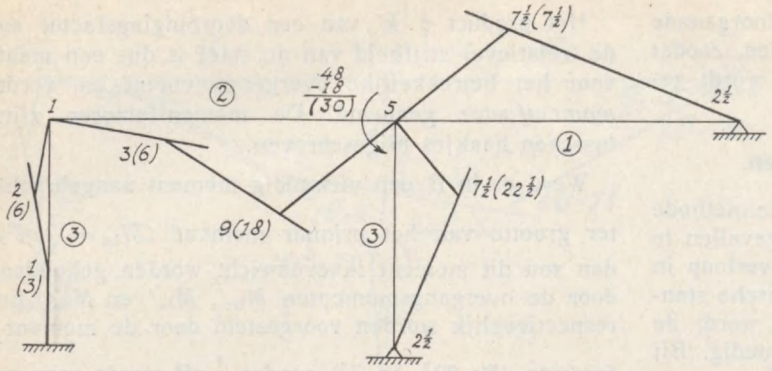


Fig. 14b.

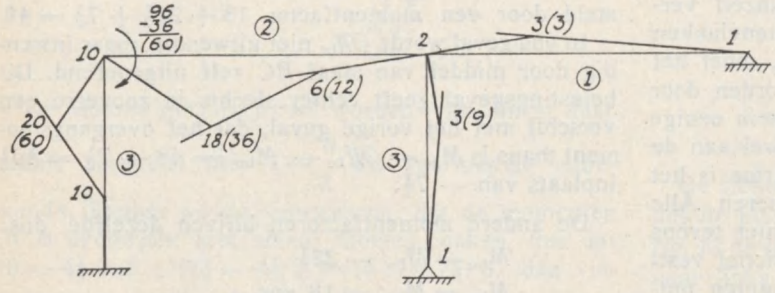


Fig. 14c.

berekening van *fig. 14a* kan aanhouden en de te berekenen overgangsmomenten direct vindt door vermenigvuldiging van het primaire moment met uit de figuur af te lezen coëfficiënten. Bij de methode der vormveranderingsvergelijkingen zou men telkens een nieuw stel vergelijkingen moeten opstellen en oplossen.

Worden zoowel veld *BC* als veld *AB* belast met *q* t/m, dan moeten de knooppunten *A* en *B* fictief worden vastgehouden. De primaire momenten zijn:

$$\text{I.}\quad \mathcal{M}_{bc} = +\frac{1}{8}\,ql^2$$

$$\text{II.}\quad \mathcal{M}_{ba} = -\frac{1}{12}\,ql^2$$

$$\text{III.}\quad \mathcal{M}_{ab} = +\frac{1}{12}\,ql^2.$$

Het elementaire geval I is in het vorige voorbeeld berekend (*fig. 14a*). Voor geval II zijn de momentfactoren dezelfde als bij I met uitzondering van M_{ba} en M_{bc} (zie *fig. 14b*). Geval III is berekend in *fig. 14c*.

De superpositie kan het eenvoudigst tabellarisch geschieden.

	M_{da}	M_{ad}	M_{ab}	M_{ba}	M_{be}	M_{bc}
Fig. 14a	$-\frac{1}{128}$	$+\frac{1}{64}$	$+\frac{1}{64}$	$-\frac{2}{64}$	$-\frac{15}{256}$	$-\frac{27}{256}$
Fig. 14b	$+\frac{1}{192}$	$-\frac{1}{96}$	$-\frac{1}{96}$	$-\frac{5}{96}$	$+\frac{5}{128}$	$-\frac{5}{384}$
Fig. 14c	$+\frac{5}{192}$	$-\frac{5}{96}$	$-\frac{5}{96}$	$-\frac{1}{96}$	$+\frac{1}{128}$	$-\frac{31}{384}$
Totaal	$+\frac{3}{128}$ ql^2	$-\frac{3}{64}$ ql^2	$-\frac{3}{64}$ ql^2	$-\frac{7}{64}$ ql^2	$-\frac{3}{256}$ ql^2	$-\frac{31}{256}$ ql^2

De elementaire momenten van *fig. 14b* vindt men door de momentfactoren te vermenigvuldigen met $\frac{\frac{1}{12}\,ql^2}{48}$ en die van *fig. 14c* met $\frac{\frac{1}{12}\,ql^2}{96}$.

De teekens der momenten worden bepaald met den volgenden regel: Is een knik naar beneden of naar rechts gericht, dan is het moment positief en in het omgekeerde geval negatief. Men moet er echter om denken, dat ter plaatse van het primaire moment (pijltje) het overgangsmoment een tegengestelden draaiingszin heeft als het tegenwerkend moment van het betrokken staafeinde, zijn teeken dus het omgekeerde is van dat van den knik.

Met deze teekenafspraak komt overeen, dat een buiging (kromming) naar beneden en naar rechts positief is.

Onafhankelijk echter van elke teekenafspraak is de superpositie van eenige elementaire gevallen steeds uit te voeren door den zin der overeenkomstige knikken na te gaan, waarbij er om gedacht wordt, dat ter plaatse van het primaire moment de knik weer beschouwd moet worden als juist andersom gericht.

Deze werkwijze, waarbij elk primair moment afzonderlijk wordt beschouwd, is niet rationeel. Meestal is het gemakkelijker om alle primaire momenten van een knooppunt tegelijkertijd te vereffenen, in ons geval dus de gevallen I en II te combineeren. Deze combinatie geeft een door de staaf *BC* over te brengen primair moment $\mathcal{M}_{bc}' = \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{12}\right) = +\frac{1}{24}\,ql^2$ plus de resteerende primaire momenten $\mathcal{M}_{ba} = -\frac{1}{12}\,ql^2$ en $\mathcal{M}_{bc}'' = +\frac{1}{12}\,ql^2$. Door deze laatste elkaar in evenwicht houdende primaire momenten worden in de constructie slechts de overgangsmomenten M_{ba} en M_{bc}'' van dezelfde grootte opgewekt. Beide overgangsmomenten trachten aan de betrekkelijke staafeinden een kromming naar boven te geven, zoodat ze volgens onze teekenafspraak negatief zijn.

$$M_{ba} = -\frac{1}{12}\,ql^2$$

$$M_{bc}'' = -\frac{1}{12}\,ql^2.$$

Deze momenten willen wij *evenwichtsmomenten* noemen. Men vergelijke de methode Cross, waarbij ook alleen $\mathcal{M}_{bc}' = +\frac{1}{24}\,ql^2$ wordt vereffend en hoe bij de aldaar geldende teekenafspraak de evenwichtsmomenten het teeken behouden van de primaire momenten, waardoor ze zijn opgewekt. Men kan nu volstaan met de *figuren 14a* en *14c*. De superpositietabel wordt:

	M_{da}	M_{ad}	M_{ab}	M_{ba}	M_{be}	M_{bc}
Evenwichts-moment				$-\frac{1}{12}$		$-\frac{1}{12}$
Fig. 14a	$-\frac{1}{384}$	$+\frac{1}{192}$	$+\frac{1}{192}$	$-\frac{1}{64}$	$-\frac{5}{256}$	$-\frac{9}{256}$
Fig. 14c	$+\frac{5}{192}$	$-\frac{5}{96}$	$-\frac{5}{96}$	$-\frac{1}{96}$	$+\frac{1}{128}$	$-\frac{1}{384}$
Totaal	$+\frac{3}{128}$ ql^2	$-\frac{3}{64}$ ql^2	$-\frac{3}{64}$ ql^2	$-\frac{7}{64}$ ql^2	$-\frac{3}{256}$ ql^2	$-\frac{31}{256}$ ql^2

Deze werkwijze is vooral van belang, wanneer veel belaste staven in een knooppunt samenkomen of in het algemeen, wanneer veel primaire momenten tegen elkaar kunnen worden uitgebalanceerd. Voor de berekening bijv. van den doorgaanden ligger in *fig. 5* bij een belasting van q t/m over de geheele lengte kan men volstaan met het teekenen en berekenen van één elastischen stangenveelhoek nl. dien voor het belastingsgeval $\mathcal{M}_{ba} = -\frac{1}{24} ql^2$. Vanwege de symmetrie weet men daarna ook de momenten tengevolge van $\mathcal{M}_{ef} = +\frac{1}{24} ql^2$. Superpositie van beide invloeden op de evenwichtsmomenten geeft het gezochte momentenvlak. De methode bezit een automatische contrôle voor de juistheid van berekening der doorbuigingsfactoren met de wederkeerigheidswet van Maxwell. Beginnend met $\alpha_a = 1$ in *fig. 14b* vinden we een moment $\mathcal{M}_{ba} = 48$ om B, dus beginnend met $\alpha_b = 2$ in *fig. 14c* moeten we vinden een moment $\mathcal{M}_{ab} = 96$ om A, wat ook het geval is.

Als voorbeeld van berekening van een portaal *met verschuifbare knooppunten* nemen we weer het portaal van *fig. 1*, waarbij scharnier C vervangen is door een rol. Veld BC is belast met q t/m.

We volgen weer de reeds eerder gebruikte methode, waarbij:

I. de zijdelingsche verschuiving wordt belet door een horizontale vasthoudkracht, de momenten ten gevolge van de gegeven belasting worden uitgerekend en daarop te superponeeren de momenten veroorzaakt door:

II. de door de stijlen op den bovenregel uitgeoefende kracht = negatieve vasthoudkracht.

De momenten voor geval I hebben we reeds berekend.

De naar rechts positief gerekende vasthoudkracht is:

$$+\frac{M_{ad}}{\frac{2}{3}h} - \frac{M_{be}}{h} = \frac{3}{2} \cdot \frac{ql^2}{64\,h} - \frac{15\,ql^2}{256\,h} = -\frac{9\,ql^2}{256\,h}.$$

De negatieve vasthoudkracht is dus $H = +\frac{9}{256}\frac{ql^2}{h}$ (dus naar rechts gericht).

Men laat H op den regel werken en bepaalt de momenten als volgt. Men geeft aan den regel een horizontale verplaatsing gelijk aan de eenheid bijv. 1 mm. De daardoor optredende momenten zijn direct uit *fig. 13* te berekenen, indien men $d = 1$ mm stelt, waarna de horizontale kracht H' noodig voor deze verschuiving bekend is. Hiermee weet men echter ook de momenten bij iedere willekeurige horizontale kracht. De momenten ten gevolge van H zijn $\frac{H}{H'}$ maal zoo groot als die ten gevolge van H'.

Bij de berekening van invloedslijnen hadden we noodig het momentenvlak en de zijdelingsche verschuiving bij $H = 1$ ton. Deze worden dus ook hierbij verkregen. De momenten ten gevolge van $H = 1$ ton zijn $\frac{1}{H'}$ maal zoo groot en $d = \frac{1}{H'}$ mm.

Superpositie van de momenten bij I en II geeft het gezochte momentenvlak.

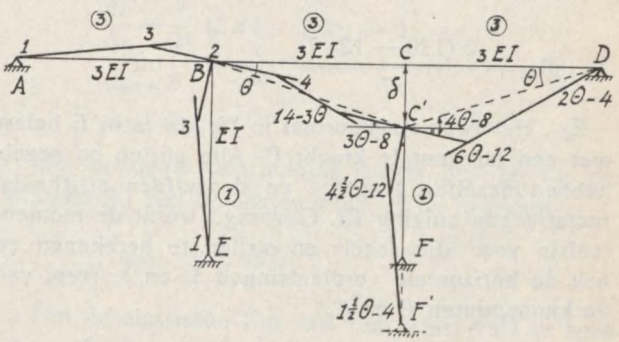


Fig. 15.

We willen het gebruik der methode nog demonstreeren aan de hand van de twee volgende vraagstukken.

1) Het in *fig. 15* geteekende portaal heeft gelijke regel- en stijllengten l. De waarde van EI der regels is driemaal zoo groot als die der stijlen. Tengevolge van een zetting zakt F een bedrag δ. Gevraagd worden de daardoor ontstane momenten, als $\frac{18\,EI\,\delta}{l^2} = 2$ tm.

De stijfheden der stijlen zijn $\frac{2\,EI}{l} = 1$ en die der regels $\frac{2 \cdot 3\,EI}{l} = 3$.

De elastische stangenveelhoek is in *fig. 15* geschetst.

De berekening van de doorbuigingsfactoren geschiedt van links naar rechts met θ als voorloopige onbekende.

Stelt men den eisch, dat de momenten in C evenwicht met elkaar moeten maken of dat $(14 - 3\,\theta)\,3 = (4\frac{1}{2}\,\theta - 12) + (6\,\theta - 12)\,3$, dan vindt men dat $\theta = \frac{\delta}{l} = \frac{20}{7}$.

$$\theta \cdot \frac{2\,EI}{l} = \frac{\delta}{l} \cdot \frac{2\,EI}{l} = \frac{2}{9}\text{ tm},$$

dus $\frac{20}{7} \cdot 1 = \frac{2}{9}$ tm.

Een momentfactor $\frac{20}{7}$ komt overeen met $\frac{2}{9}$ tm, dus een momentfactor 1 met $\frac{7}{90}$ tm. De overgangsmomenten zijn:

$$M_{ba} = 9 \cdot \frac{7}{90} = \frac{7}{10} \text{ tm}$$

$$M_{be} = 3 \cdot \frac{7}{90} = \frac{7}{30} \text{ tm}$$

$$M_{bc} = 12 \cdot \frac{7}{90} = \frac{14}{15} \text{ tm}$$

$$M_{cb} = \frac{3(14 \cdot 7 - 60)}{7} \cdot \frac{7}{90} = 1\frac{4}{15} \text{ tm}$$

$$M_{cf} = \frac{90 - 12 \cdot 7}{7} \cdot \frac{7}{90} = \frac{1}{15} \text{ tm}$$

$$M_{cd} = \frac{3(120 - 12 \cdot 7)}{7} \cdot \frac{7}{90} = 1\frac{1}{5} \text{ tm.}$$

2) Het twee-etageportaal in *fig. 16* is in E belast met een horizontale kracht P. Alle stijlen en regels hebben dezelfde lengte l en denzelfden stijfheidsfactor tegen buiging EI. Gevraagd wordt de momentenlijn voor alle regels en stijlen te berekenen en ook de horizontale verplaatsingen δ_e en δ_e resp. van de knooppunten E en C.

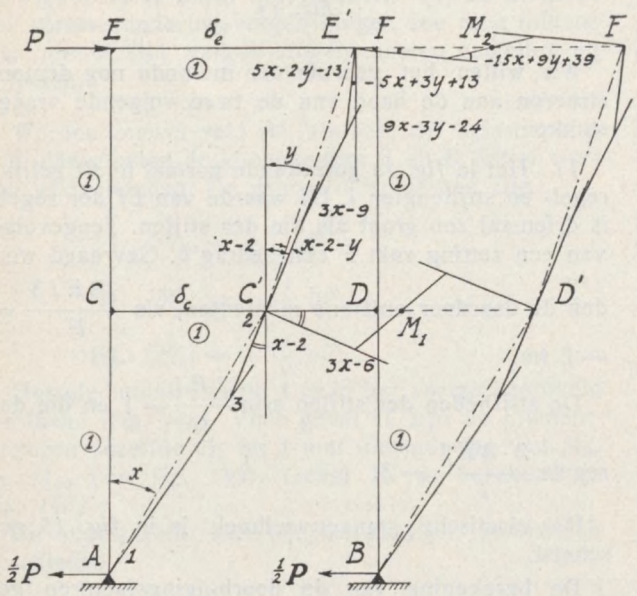


Fig. 16.

De stijfheid van alle staven $\frac{2EI}{l}$ is gelijk aan 1 te stellen. In *fig. 16* is de elastische stangenveelhoek geschetst. De doorbuigingsfactoren zijn berekend met $x = \frac{\delta_e}{l}$ en $y = \frac{\delta_e - \delta_e}{l}$ als voorloopige onbekenden. Uit symmetrie-overweging weten we dat $A_h = B_h = \frac{1}{2}P$ en we kunnen met de helft van de figuur volstaan.

Uit den eisch, dat $M_{ef} = M_{ec}$ moet zijn volgt:

$$-15x + 9y + 39 = 9x - 3y - 24 \text{ of}$$

$$8x - 4y - 21 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$M_{ca} = \frac{1}{2}Pl$ wordt voorgesteld door een momentfactor 3.

Uit het evenwicht van stijl CE volgt, dat $\frac{M_{ec} + M_{ce}}{l} = \frac{1}{2}P$ of $(9x - 3y - 24) + (3x - 9) = \frac{1}{2}Pl = 3$ of

$$4x - y - 12 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

x en y opgelost uit de vergelijkingen (**1**) en (**2**) geeft:

$x = 3\frac{3}{8}$ en $y = 1\frac{1}{2}$. Een momentfactor 1 komt overeen met $\frac{1}{6}Pl$, zoodat de gezochte momenten worden:

$$M_{ca} = \tfrac{1}{2}Pl$$

$$M_{cd} = (3 \cdot 3\tfrac{3}{8} - 6) \cdot \tfrac{1}{6}Pl = \tfrac{11}{16}Pl$$

$$M_{ce} = (3 \cdot 3\tfrac{3}{8} - 9) \cdot \tfrac{1}{6}Pl = \tfrac{3}{16}Pl$$

$$M_{ec} = (9 \cdot 3\tfrac{3}{8} - 3 \cdot 1\tfrac{1}{2} - 24) \cdot \tfrac{1}{6}Pl = \tfrac{5}{16}Pl,$$

waarmee de momentenlijn is te teekenen. De zijdelingsche verplaatsingen van C en E zijn:

$$\delta_e = x \cdot l = \frac{3\frac{3}{8}l^2 \cdot \frac{1}{6}Pl}{2EI} = \frac{9Pl^3}{32EI}$$

$$\delta_e = (x + y)\,l = \frac{4\frac{7}{8}l^2 \cdot \frac{1}{6}Pl}{2EI} = \frac{13Pl^3}{32EI}.$$

Berekening van doorbuigingen.

Bij de afleiding van formule (**A**) hebben we slechts de voorwaarde gesteld, dat het momentenverloop lineair is, zoodat de formule geldig is voor alle gedeelten van de elastische lijn, waarbij dit het geval is. α_1 en α_2 zijn de hoeken, die de raaklijnen in de eindpunten van het beschouwde stuk maken met de verbindingslijn dezer punten.

y is de ordinaat gemeten tot aan deze verbindingslijn.

Is van een belaste constructie het momentenvlak bepaald en wenscht men de doorbuigingen te kennen, dan vindt men door toepassing van formule (**A**) direct de elastische lijn van de *onbelaste* velden. De doorbuigingshoeken α_1 en α_2 aan de veldeinden zijn uit de bekende overgangsmomenten eenvoudig te berekenen. Is bijv. links het overgangsmoment $+M_1$ en rechts $-M_2$ dan is:

$$\alpha_1 = +\frac{M_1 l}{3EI} - \frac{M_2 l}{6EI}$$

$$\alpha_2 = +\frac{M_1 l}{6EI} - \frac{M_2 l}{3EI}.$$

Heeft men voor het bepalen van het momentenvlak de methode der doorbuigingsfactoren toegepast, dan zijn de doorbuigingshoeken α ook te vinden uit hun relatieve orthogonale waarden, als door berekening van de juiste orthogonale waarde van een der hoeken de evenredigheidsfactor bekend is.

Wenscht men slechts de *maximale doorbuiging* in het onbelaste veld te vinden dan stelle men $\frac{dy}{dx} = 0$. Volgens verg. ($\mathbf{A}_2$) is:

$$y = \frac{\alpha_1}{l^2} x\,(l-x)^2 + \frac{\alpha_2}{l^2} x^2\,(l-x)$$

of: $$y = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{l^2} x^3 - \frac{2\,\alpha_1 - \alpha_2}{l} x^2 + \alpha_1 x \quad \ldots\ (\mathbf{A}_3)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{3\,(\alpha_1 - \alpha_2)}{l^2} x^2 - \frac{2\,(2\,\alpha_1 - \alpha_2)}{l} x + \alpha_1 = 0.$$

Deze vierkantsvergelijking opgelost geeft:

$$x_{1.2} = \frac{(2\,\alpha_1 - \alpha_2)\,l \pm l\sqrt{\alpha_1^2 - \alpha_1\,\alpha_2 + \alpha_2^2}}{3\,(\alpha_1 - \alpha_2)},$$

zoodat de plaatsen, waar de maxima optreden, bekend zijn. Substitutie van $x_{1.2}$ in ($\mathbf{A}_3$) geeft de maximale ordinaten. Opgemerkt wordt, dat waar we hier werken met de orthogonale waarden der hoeken, het extreme punt wordt bepaald door een raaklijn evenwijdig aan de verbindingslijn der eindpunten, de raaklijn dus niet evenwijdig behoeft te zijn aan de X-as (zie *fig. 17*).

Is een der staafeinden scharnierend bevestigd of vast ingeklemd, dan krijgt men eenvoudiger formules. Bij een *scharnier* (*fig. 18*) heeft men $\alpha_2 = 2\,\alpha_1$, waardoor vergelijking ($\mathbf{A}_3$) wordt:

$$y = -\frac{\alpha_1}{l^2} x^3 + \alpha_1 x$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{3\,\alpha_1}{l^2} x^2 + \alpha_1 = 0$$

$$x_{1.2} = \pm \tfrac{1}{3} l\sqrt{3}$$

$x_2 = -\frac{1}{3} l\sqrt{3}$ voldoet niet.

$$x_1 = +\tfrac{1}{3} l\sqrt{3}.$$

De maximale doorbuiging treedt dus op op een afstand $\frac{1}{3} l\sqrt{3}$ van het scharnier af en bedraagt:

$$y_{max.} = -\alpha_1 \cdot \tfrac{1}{9} l\sqrt{3} + \alpha_1 \cdot \tfrac{1}{3} l\sqrt{3}$$

$$= \underline{\tfrac{2}{9} \alpha_1 l\sqrt{3}.}$$

Bij een *inklemming* (*fig. 19*) is $\alpha_1 = 0$.

$$y = \frac{\alpha_2}{l^2} x^2\,(l-x)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\alpha_2}{l^2}\,(2\,x\,l - 3\,x^2) = 0$$

$$x_2 = 0$$

$$x_1 = \tfrac{2}{3} l.$$

De maximale doorbuiging treedt dus op op een afstand $\frac{2}{3} l$ van de inklemming af en bedraagt:

$$y_{max.} = \underline{\tfrac{4}{27} \alpha_2 l.}$$

Om de elastische lijn van een *belast* veld te berekenen beschouwt men deze als de superpositie van:

I. De elastische lijn y' van het veld ten gevolge van het tegenwerkend rechtlijnig momentenvlak.

II. De elastische lijn y'' van het veld als ligger op twee steunpunten vrij opgelegd gedacht, belast met de gegeven belasting.

y' vindt men weer met formule (**A**).

De afleiding voor y'' bij verschillende belastingsgevallen kan men in tal van handboeken vinden. Bij volbelasting van het veld met q t/m is gemakkelijk te vinden dat:

$$y'' = \frac{q\,x\,(l-x)}{24\,E\,I}\,\{\,l^2 + x\,(l-x)\,\}.$$

Heeft men een aantal geconcentreerde lasten, dan brengt men ter plaatse van de lasten fictieve steunpunten aan.

De zakkingen onder de lasten vindt men als de aldaar optredende momenten ten gevolge van de tweede belasting. Verder kan men, daar ter plaatse van de fictieve steunpunten de „overgangsmomenten" bekend zijn, de tangenthoeken α uitrekenen en bij toepassing van formule (**A**) de geheele elastische lijn y'' vinden.

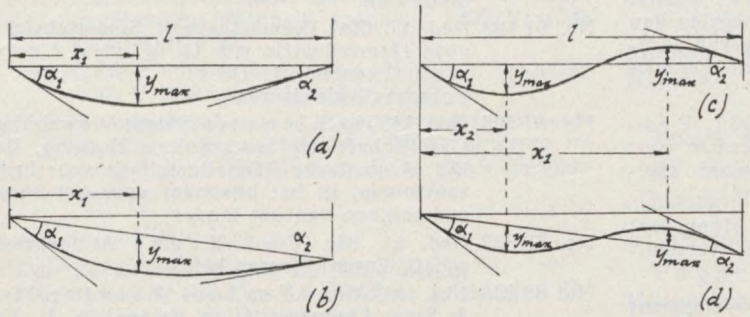


Fig. 17.

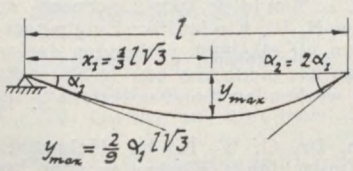


Fig. 18.

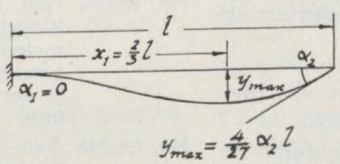


Fig. 19.

Literatuur.

1) Stewart: Relative flexure factors for analyzing continuous structures. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers.* Januari 1938.

2) Vreedenburgh: Bepaling van invloedslijnen met behulp van de methode der fictieve verbindingen. *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 6 — 1934.

3) Idem.

4) Men vergelijke de uitkomst met die in Vreedenburgh en Gerrits: Over de grafische berekening van statisch onbepaalde liggers en portaalsystemen met niet verschuifbare knooppunten met behulp van den elastischen stangenveelhoek. *De Waterstaatsingenieur* No. 3 — 1929.

5) Meesters: Vereenvoudigingen bij het werken met uit tabellen verkregen invloedslijnen voor doorgaande liggers op meerdere steunpunten. *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 12 — 1936.

6) Vreedenburgh: Continue invloedsstangenveelhoeken voor het moment en de dwarskracht bij portaalsystemen. *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 8 — 1936.

7) Vreedenburgh: De berekening van knoopmomenten in statisch onbepaalde staafverbindingen volgens de methode van Cross. *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 1 — 1938. Stevens: Vraagstukken over Toegepaste Mechanica. Deel III. 1939.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Octrooien.

De ondervolgende octrooiaanvragen zijn 15 Januari 1940 o.m. openbaar gemaakt. Onder de aandacht van belanghebbenden wordt gebracht, dat aan den Octooiraad te 's-Gravenhage te richten bezwaarschriften tegen de verleening van octrooi en verzoekschriften tot het verkrijgen van een recht als voorgebruiker of tot vermelding van den naam van den uitvinder in het octrooi, bij het kantoor voor den Industrieelen Eigendom (Dept. van Justitie) te Batavia-C. kunnen worden ingediend, onder aanteekening, dat tegen de verleende octrooien niet anders kan worden opgekomen dan door een vordering tot nietigverklaring of opeisching bij de gewone rechters in Nederland.

De termijn voor het indienen van bezwaar- en/of verzoekschriften loopt af op:

15 Mei 1940.

No. 78 975 Ned. kl. 23b4a2. N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, 's-Gravenhage: Werkwijze voor de bereiding van binnen de kookpuntsgrenzen van benzine kokende koolwaterstoffen met hoog octaangetal.

No. 81 205 Ned. kl. 21g30. Société de Prospection Electrique, Procédés Schlumberger, Parijs: Werkwijze en inrichting voor het bepalen van de ligging en de grootte der helling van aardlagen, die door een boorput worden doorsneden.

No. 82 095 Ned. kl. 23b5c. Universal Oil Products Company, Chicago: Werkwijze voor de katalytische omzetting van zware koolwaterstoffen.

No. 83 196 Ned. kl. 5a13. A. Strasser, Hannover: Combinatie-diepboorinstallatie voor verschillende diepboormethode.

No. 88 151 Ned. kl. 23b4a2. Texaco Development Corporation, Wilmington, Delaware, Ver. St. v. Am.: Werkwijze ter bereiding van koolwaterstoffen met het kooktraject van benzine, met hooge antiklopwaarde, door alkyleering van alkanen.

No. 92 377 Ned. kl. 23b4a2. Universal Oil Product Company, Chicago: Werkwijze voor het alkyleeren van alkanen door alkeenen.

No. 88 084 Ned. kl. 20b. Ringhoffer-Tatra-Werke A. G., Praag-Smichov: Draaistel voor een spoorwegvoertuig met een of meer in het draaistel geplaatste verbrandingsmotoren.

No. 83 006 Ned. kl. 20e. Union-Kupplung A. G., Luxemburg: Koppelkop voor een automatische spoorwegkoppeling.

No. 78 471 Ned. kl. 21a3. Bell Telephone Manufacturing Co., Société Anonyme, Antwerpen: Toestel voor het automatisch op kaarten of dergelijke registreeren van de gegevens, noodzakelijk voor het bepalen van de in rekening brengen kosten van gesprekken bij automatische telefoonstelsels.

No. 79 226 Ned. kl. 21a3. Bell Telephone Manufacturing Co., Société Anonyme, Antwerpen: Munttelefoon- of soortgelijk stelsel, waarbij de door den oproependen abonné ingebrachte muntstukken worden geverifieerd.

No. 81 385 Ned. kl. 34f. J. Wenzel, Reichenberg, en O. Gärtner, Alt-Harzdorf, Bezirk Reichenberg, Duitschland: Tapijt of vloerbedekking, bestaande uit rubberstrooken, die uit autobanden of dergelijke zijn gesneden.

No. 86 866 Ned. kl. 37d. A. N. van Donkelaar, Utrecht: Samenvouwbare deur, venster of dergelijk constructiedeel.

No. 84 739 Ned. kl. 37d. N. V. Chemische Fabriek „Gembo", Winschoten: Muurbekleeding uit platen, bestaande uit bekleedingsplaten en daarmede verbonden onderplaten met uitsparingen en uitstekende lippen en/of randen.

No. 90 577 Ned. kl. 37f. J. F. Köhnke, Haarlem: Uit losneembare deelen opgebouwde tribune of dergelijk bouwwerk bestaande uit planken, steunplanken, steunijzers en dragende palen of buizen.

No. 91 189 Ned. kl. 68a. Veenendaalsche Stoomfabrieken voor IJzerindustrie v/h G. H. van Leeuwen, Veenendaal: Deurslot voor rechts- en linksdraaiende deuren.

No. 87 598 Ned. kl. 74d. Licentia Patent-Verwaltungs-Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Berlijn: Acoustische signaalinstallatie voor luchtvaartuigen, in het bijzonder voor het vergemakkelijken van het landen.

No. 78 322 Ned. kl. 84c. Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen: IJzeren heipaal.

No. 88 125 Ned. kl. 84d. Taylor-Wharton Iron & Steel Company, High Bridge, N. J., Ver. St. v. Am.: Baggeremmer met een vervangbaren mesband.

No. 85 087 Ned. kl. 84d. L. Smit & Zoon's Scheeps- en Werktuigbouw N. V., Kinderdijk: Zuigbaggermolen met een uit elastisch verbonden deelen bestaande, aan het einde van een rechtstreeks in den grond werkenden mond voorziene zuigbuis.

No. 84 048 Ned. kl. 85b. Dr. G. W. Kühl, Helmstedt, Brunswijk, Duitschland: Werkwijze voor het ontharden van water door alkalische neerslagmiddelen.

No. 87 815 Ned. kl. 85d. J. Caluwé, Leopoldsburg, België: Bronfilterbuis van veelhoekige dwarsdoorsnede, waarvan de wanden gevormd worden door een aantal plaatvormige organen, welke zoodanig dicht naast elkander zijn gelegen, dat daartusschen in langsrichting van de buis loopende smalle spleten aanwezig zijn.

No. 84 524 Ned. kl. 85f. J. Freng, Oslo: Aan een vloeistofleiding aan te sluiten toestel met pomp en reservoir voor het toevoegen van een kiemdoodende of parfumeerende stof in de vloeistof.

Normalisatie.

Bij het Secretariaat van den Normalisatieraad, Bragaweg 38, zijn verkrijgbaar de navolgende nieuwe en gewijzigde normaalbladen:

Werktuigbouw.

N 769: Doorgaande gaten voor schroefbouten en schroeven.
N 857: Pijpleidingen en toebehooren. Gietijzeren flenspijpen.
N 875: Idem. Gietijzeren flensbochten, flensteestukken, flenskruisstukken.
N 1111: Idem. Gietijzeren C-stukken. Afmetingen.
N 1112: Idem. Gewichten. (2de gewijzigde druk).
N 239: Ronde draadflenzen met kraag voor gas- en stoompijp, voor druktrappen I—6, II—5 en I—10, II—8 (2de gewijzigde druk).

Electrotechniek.

N 691: Sterkstroomkabels met papierisolatie. Overzicht. (2de gewijzigde druk).
N 217: 1-aderige sterkstroomkabel met papierisolatie. Nominale spanning 1200 V. (3de gewijzigde druk).
N 218: 2-, 3- en 4-aderige sterkstroomkabel met papierisolatie. Gordelkabel zonder hulpdraden — zware constructie. Nominale spanning 1200 V. (3de gewijzigde druk).
N 219: Idem. Lichte constructie. Nominale spanning 1000 V. (3de gewijzigde druk).
N 220: 2-, 3- en 4-aderige sterkstroomkabel met papierisolatie. Gordelkabel met hulpdraden — zware constructie. Nominale spanning 1000 V. (3de gewijzigde druk).
N 221: Idem. — lichte constructie. Nominale spanning 1000 V. (3de gewijzigde druk).
V 1023: Volledige publicatie in boekvorm van de ontwerp-Keuringsvoorschriften voor doosschakelaars tot en met 25 A 750 V. Niet zijnde maximumschakelaars.

Chemisch Bedrijf.

N 889: Paraffine. Bepaling van het stolpunt.
N 890: Minerale oliën en aanverwante producten. Bepaling van het aschgehalte.

Scheepsbouw.

N 231: Kenterschalmen.

Pijpleidingen en toebehooren.

N 367: Watermeters.
N 772: Gietijzeren mofpijpen — centrifugaal gegoten.

Technische Teekeningen.

N 1152: Aanduiding van druk- en trekveeren.
N 1153: Aanduiding van maatverschillen en toleranties.

Rubberindustrie.

V 1001: Volledige publicatie in boekvorm van de ontwerp-Keuringsvoorschriften voor gevulcaniseerde Rubber.

PERSONALIA.

Ir. L. P. van der Meulen, ingr. bij den Prov. Wat. v. West-Java, teruggekeerd v. buitenl. verlof, is herbenoemd tot ingenieur en geplaatst te Batavia.

Ir. H. Detiger, ingr. bij de S.S., is overgepl. van Batavia naar Bandoeng.

Ir. E. J. Riemens, idem, is wegens 6-jar. dienst 8 md. verlof naar Europa verleend.

Ir. N. R. van Romondt, wd. leeraar bij de A.M.S. te Djokjakarta, is benoemd tot bouwkundig Inspecteur bij den Oudheidkundigen Dienst aldaar.

Ir. A. G. Meesters is per 1 Januari j.l. aangesteld tot ingenieur bij den dienst van Tractie en Materieel der Zuster-Maatschappijen te Semarang.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS, Groep Nederlandsch-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde nieuwe leden.

De in no. 1 van dezen jaargang voorgestelde leden zijn aangenomen.

Als leden werden wederom ingeschreven de voormalige leden:

gewoon lid:

Ir. W. H. G. Itzig Heine, Hoofd Afd. Irrigatie op het kantoor v/d Prov. Waterstaat van Oost-Java te Soerabaja;

Ir. A. B. Schumacher, Verkeersinspecteur van Oost-Java te Soerabaja;

junior lid:

Ir. J. W. van der Valk, Ingenieur bij den Technischen Dienst der Koninklijke Paketvaart Mij., te Batavia.

Voorts wordt voorgesteld als *gewoon lid:*

A. Wieslander, Directeur van S.K.F. en „Groenpol", Soerabaja;

en als *junior lid:*

Togar Pohan, Student aan de Technische Hoogeschool, Bandoeng.

Eventueele bezwaren tegen deze candidaatstelling worden vóór 30 April a.s. ingewacht bij het Secretariaat, Bragaweg 38, Bandoeng.

Betrekking gezocht door:

Civiel ingenieur,

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

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

Werktuigkundig ingenieur,
diploma Delft 1926. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1937. Direct beschikbaar.

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

Civiel ingenieur en Kulturingenieur,
diploma Delft 1936 en diploma E.T.H. Zürich 1931, oud 32 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1936. Direct beschikbaar.

Mijningenieur,
diploma Delft 1928. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1937, oud 31 jaar. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,
diploma Delft 1929, oud 36 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Delft 1921. Thans in Nederland verblijf houdend.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1936, oud 29 jaar. Direct beschikbaar.

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

Contributiebetaling.

Onder verwijzing naar het rondschrijven dd. 19 Februari 1940 worden de leden, die hunne contributies over het loopend jaar nog niet hebben voldaan, dringend verzocht hunne geldelijke verplichtingen tegenover de Groep Ned.-Indië ten spoedigste na te komen.

De Penningmeester.

Verschenen:

Het bouwen in seismisch gebied

door

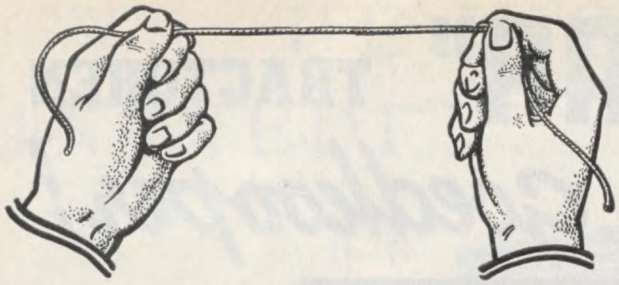
C. P. BREST VAN KEMPEN,

Luit.-Kol. der Genie v. h. Kon. Ned.-Ind. Leger.

Overdruk van de gelijknamige publicatie uit *De Ingenieur in Ned.-Indië* Nos. 9, 10, 11, 12 — 1939 en No. 1 — 1940.

Prijs: bij vooruitbetaling *f* 1,50; event. rembourskosten extra.

Bestellingen uitsluitend te richten tot de Administratie van *De Ingenieur in Ned.-Indië,* Bragaweg 38, Bandoeng.



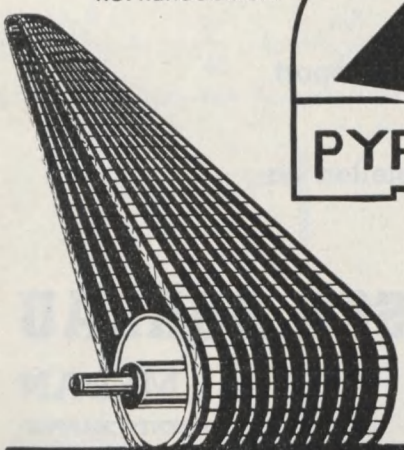
Beproeft de breeksterkte van de Pyramid-scheringdraad!

Wilt U eens een paar draden trekken uit de schering of ketting, dus uit de lengte van een Pyramid-kameelharen drijfriem, welke over de lengterichting is opengesneden? Wij zullen door belasting met steeds zwaardere gewichten de breeksterkte gaan beproeven. Ziet, het breekpunt van de kettingdraden van den Pyramid-kameelharen drijfriem ligt bij de 6½ KG

Neemt U eens met andere geweven haarriemen dezelfde proef. U zult dan kunnen constateeren dat de Pyramid-kameelharen drijfriemen verre superieur zijn. Ook bij andere proefnemingen doorstaat Pyramid glansrijk de vergelijking.

Koopt dus uitsluitend drijfriemen met het handelsmerk.

PYRAMID

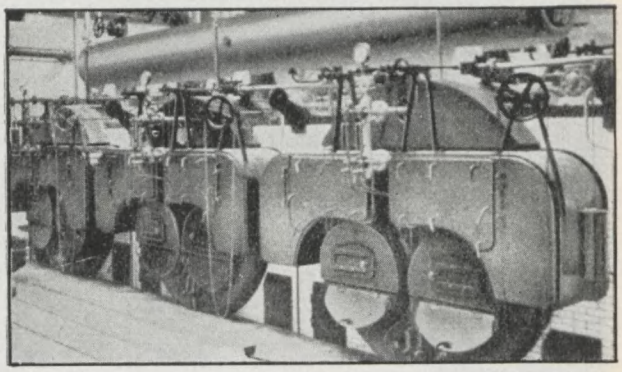


LINDETEVES-STOKVIS

IKANEMA BANDOENG

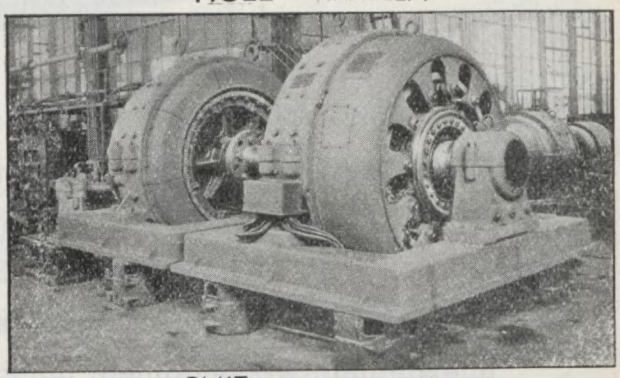
INDISCH KANTOOR VAN NEDERLANDSCHE MACHINEFABRIEKEN EN SCHEEPSWERVEN

VERTEGENWOORDIGT IN NEDERLANDSCH-INDIË:

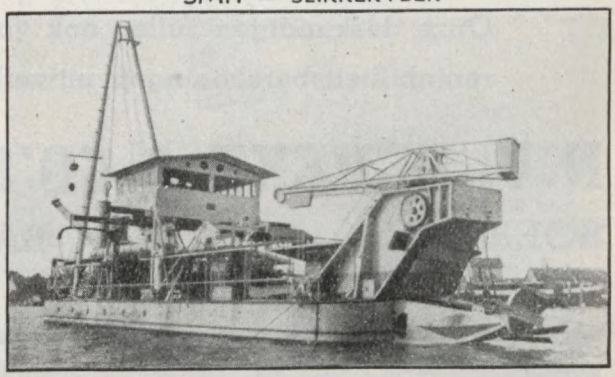


WERKSPOOR N. V. — AMSTERDAM

FIGEE — HAARLEM



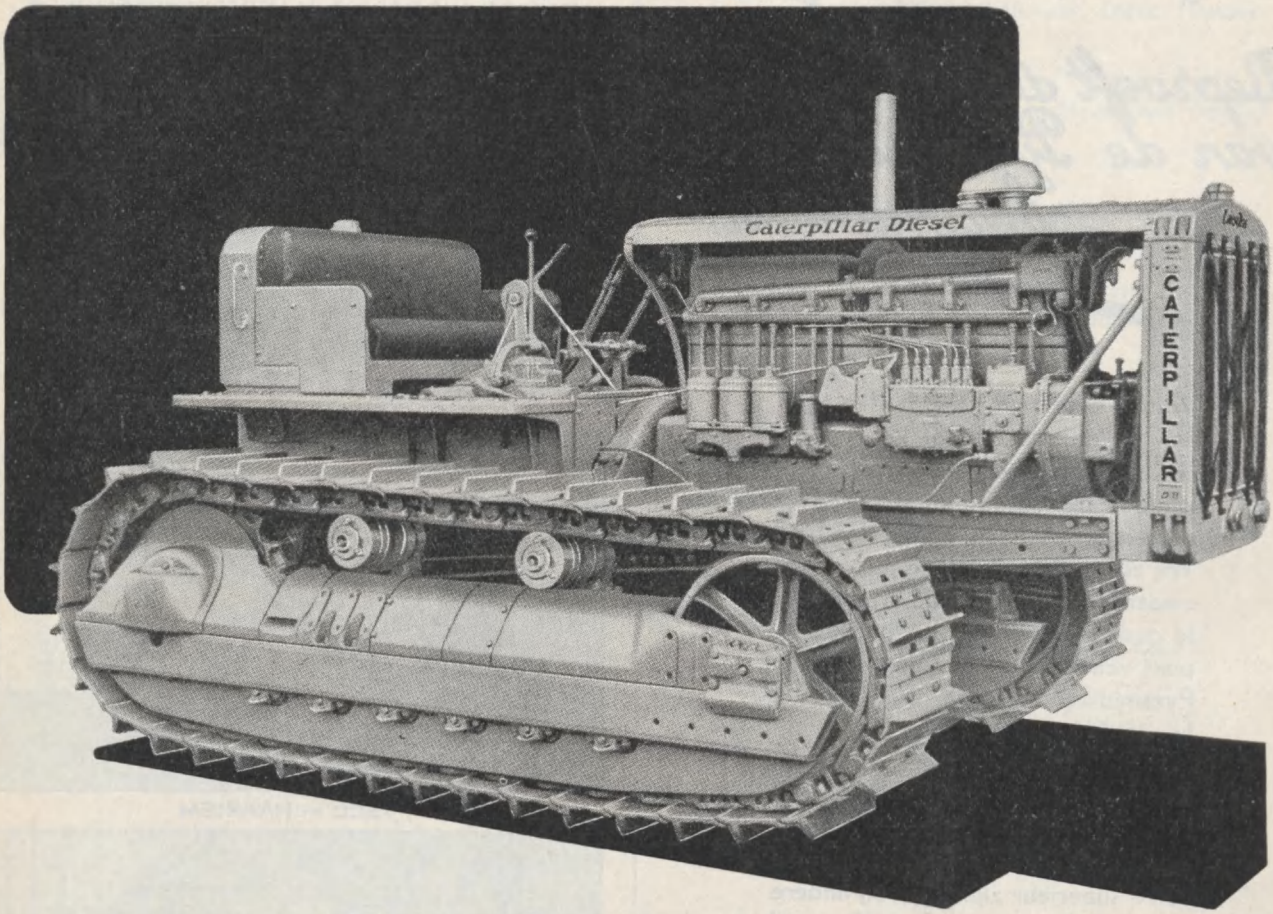
SMIT — SLIKKERVEER



J. & K. SMIT'S SCHEEPSWERVEN, KINDERDIJK

„CATERPILLAR" TRACTOREN

beter. vlugger. goedkooper!



In zeer vele Ned. Ind. bedrijven en diensten bewijzen „Caterpillar" tractoren en de bijbehoorende werktuigen in dagelijksch bedrijf en onder de moeilijkste omstandigheden hun:

SUPERIEURE EIGENSCHAPPEN

voor groot grondverzet, boschbedrijf, landbouw, transport, oliewinning, wegenaanleg, mijnbouw etc.

Onze deskundigen zullen ook voor U gaarne voorstellen en rentabiliteitsberekeningen uitwerken.

N.V. GEVEKE & CO'S TECHNISCH BUREAU

SOERABAJA BANDOENG MEDAN

AGENTSCHAPPEN:
DU CROO & BRAUNS N.V.

7e JAARGANG
NUMMER 3

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

MAART
1940

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Uitstrooming onder een schuif, door ir. D. W. Tarenskeen.

Uitstrooming onder een schuif

door

ir. D. W. TARENSKEEN,

Assistent aan de T. H. te Bandoeng.

Korte inhoud:

Aan de hand van in de laatste jaren verschenen publicaties wordt getracht een aanvulling te geven op hetgeen over dit onderwerp reeds in de verschillende handboeken wordt behandeld. In het bijzonder is aandacht besteed aan de waarde van den afvoercoëfficiënt, zoowel door middel van theoretische beschouwingen verkregen, als wel afgeleid uit de resultaten van verrichte laboratoriumproeven.
Voorts wordt de invloed van den waterstand benedenstrooms van de schuif op de afvoerformules in beschouwing genomen.

Inleiding.

In dit artikel worden de volgende lettersymbolen gebruikt:

h_o = waterstand bovenstrooms van de schuif;
h_2 = „ benedenstrooms van de schuif;
a = hoogte van de schuifopening;
b = breedte van de schuifopening;
Q = totale afvoer;
q = afvoer per m schuifbreedte;
v_o = gemiddelde snelheid van het water vóór de schuif;
v_1 = gemiddelde snelheid van het water in de kleinste doorsnede van den uittredenden straal;
v_2 = gemiddelde snelheid van het benedenwater;
α = snelheidscoëfficiënt;
μ = contractiecoëfficiënt;
m = afvoercoëfficiënt $= \alpha \times \mu$;

$k_o = \frac{v_o^2}{2g}$; $k_1 = \frac{v_1^2}{2g}$; $k_2 = \frac{v_2^2}{2g}$; $H_o = h_o + k_o$;

g = versnelling van de zwaartekracht.

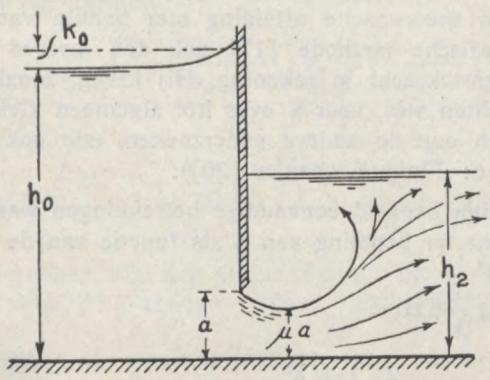


Fig. 1.

De afvoer onder een schuif wordt, bij aanwezigheid van benedenwater, vaak gegeven door de formule:

$$Q = m\,a\,b \cdot \sqrt{2g\,(h_o + k_o) - h_2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Bij vergelijking van de uitkomsten van berekeningen volgens deze formule met resultaten van verrichte proeven, is echter gebleken, dat dikwijls de werkelijke afvoer aanmerkelijk grooter is dan de berekende, resp. de afvoercoëfficiënt de waarde *1,0* naderde en zelfs overschreed [3, bl. 235] [14] [15].

De oorzaak hiervan is te zoeken in het feit, dat de benedenwaterspiegel, direct benedenstrooms van de schuif, tengevolge van de daar optredende stroomingsverschijnselen daalt, hetgeen een vergrooting van de drukhoogte en dus van den afvoer tot gevolg heeft. Men moet dus rekening houden met genoemde stroomingsverschijnselen bij het opstellen c.q. toepassen van de afvoerformules.

Omtrent den invloed van het benedenwater op den afvoer valt het volgende op te merken:

A. Is de benedenwaterstand zoodanig, dat de onder de schuif doorschietende straal, op de plaats van maximale contractie, nog vrij is (de dekwals niet tot dat punt reikt), dan oefent het benedenwater geen invloed uit op den afvoer (*fig. 2*).

B. Is de benedenwaterstand zoodanig, dat de dekwals tot aan de schuif reikt, dan zal het benedenwater wel invloed uitoefenen op den afvoer (*fig. 3*).

Het doel van dit artikel is eenige beschouwingen te geven over de in de laatste jaren theoretisch afgeleide of empirisch gevonden formules, voor het geval van een schuif met scherpen onderrand, terwijl géén zijdelingsche of bodemcontractie optreedt.

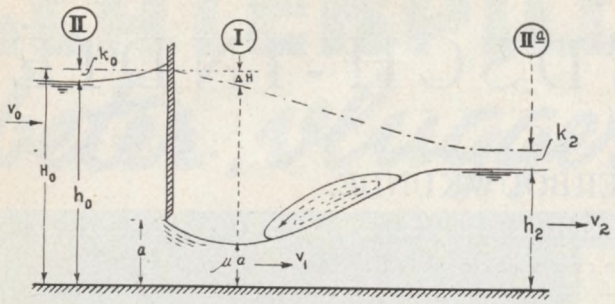


Fig. 2.

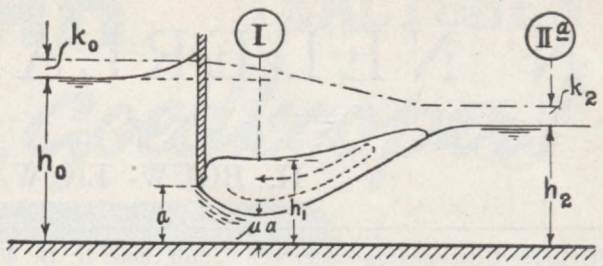


Fig. 3.

A. AFVOER MET VRIJEN STRAAL.

(Het benedenwater oefent geen invloed uit op den afvoer).

De contractiecoëfficiënt.

Theoretische beschouwingen.

De uitstrooming met vrijen straal wordt vaak vergeleken met de strooming uit den horizontalen bodem van een vat (*fig. 4*), en wel met den over een hoek van 90° gedraaiden halven straal [11], [13], [16], [21].

Voor het geval, dat h_o = constant en $v_o = 0$, werd door Helmholtz en Kirchhoff theoretisch met behulp van de potentiaaltheorie voor de uitstrooming uit een horizontale opening een formule voor den contractiecoëfficiënt μ afgeleid [1], [11], n.l.:

$$\frac{1}{\mu} = 1 + \frac{2}{\pi}\left(\frac{1}{\mu\, a/h_o} - \mu\, a/h_o\right) \text{ bg tg } \mu\, a/h_o \quad \ldots \quad (2)$$

Deze formule, in eenigszins anderen vorm, werd door H. Müller [13] in zijn artikel in een grafiek weergegeven (*fig. 5*). Ook C. Fawer ging bij de afleiding van zijn formule voor μ in zijn proefschrift [16] van de zelfde veronderstellingen uit als Kirchhoff e.a., n.l. dat de vloeistofstrooming wrijvingsloos, wervelvrij en niet onder invloed van de zwaartekracht doch alleen ten gevolge van een overdruk plaats vond [11, p. 5].

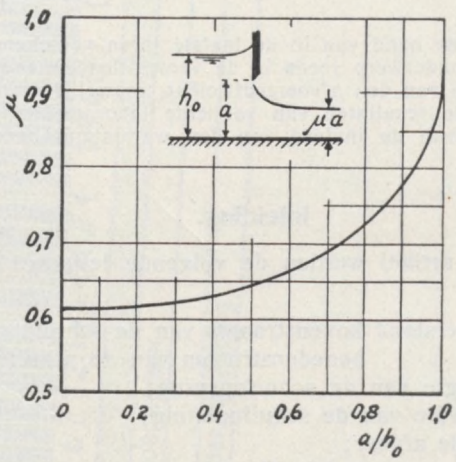


Fig. 5.

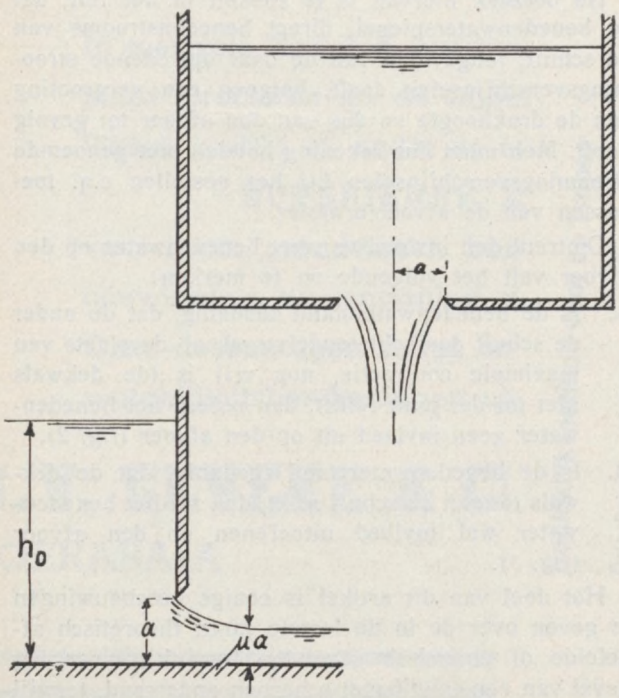


Fig. 4.

Zijn grafiek komt dan ook overeen met die van Müller (zie *fig. 6*). In 1938 bracht G. Pajer bij zijn theoretische afleiding met behulp van de hodografische methode [17] ook den invloed van de zwaartekracht in rekening. Hij kreeg, zooals te verwachten was, voor μ over het algemeen kleinere waarden dan de andere onderzoekers (zie ook: H. Rouse: Fluid Mechanics [20]).

De niet bepaald eenvoudige betrekkingen waartoe hij komt ter bepaling van μ als functie van de verhouding $\frac{a}{h_o}$, zijn:

$$\frac{1}{\mu} = 1 + \frac{2}{\pi}\cdot\frac{1+\lambda^2}{1-\lambda^2}\,\varepsilon\cdot \text{cotg } \varepsilon \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

waarin:

$$\lambda^2 = \frac{\sqrt{1-\frac{\mu\, a}{h_o}} - \alpha\sqrt{1-\frac{a}{h_o}}}{\sqrt{1-\frac{\mu\, a}{h_o}} + \alpha\sqrt{1-\frac{a}{h_o}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

en

$$\operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2} = \frac{(1-\lambda^2)\,h_o}{2\,\mu\, a} + \sqrt{\frac{(1-\lambda^2)^2\,h^2}{4\,\mu^2\,a^2} + \lambda^2} \quad \ldots (5)$$

terwijl hij voor den vorm van den straal de volgende parametervergelijkingen afleidt:

$$\left\{\begin{aligned} x &= \frac{2\,\mu\, a}{\pi}\left[-\frac{d}{2}\ln\frac{d+\cos\varphi}{d-\cos\varphi} + \right. \\ &\qquad \left. + \ln\left(-\operatorname{cotg}\frac{\varphi}{2}\right)\right] \quad \ldots (6) \\ y &= a\left[1 - \frac{2\,\mu}{\pi}\cdot\frac{1+\lambda^2}{1-\lambda^2}\cdot c\left(\operatorname{bg\,tg}\frac{\sin\varphi}{c} + \right.\right. \\ &\qquad \left.\left. + \operatorname{bg\,tg}\frac{1}{c}\right)\right] \quad \ldots (7) \end{aligned}\right.$$

waarin:

$$d = \frac{v_o^2+1}{2\,v_o} \quad \text{en} \quad c = \frac{v_o^2-1}{2\,v_o}.$$

Voor $\alpha = 1$ geven deze formules voor de verschillende waarden van de verhouding $\frac{a}{h_o}$:

$\frac{a}{h_o} =$	0	0,2	0,3	0,4	0,5
$\mu =$	0,6110	0,6046	0,6036	0,6043	0,6066

Voor $\frac{a}{h_o} = 0$ geven deze formules dus ook $\mu = 0{,}611$, evenals de formules van Kirchhoff en Fawer, hetgeen te begrijpen is, aangezien bij zeer kleine waarden van de verhouding $\frac{a}{h_o}$ de invloed van de zwaartekracht in vergelijking met dien van den overdruk te verwaarloozen klein is.

Ook Koch [5] heeft bij de afleiding van zijn formule voor den contractiecoëfficiënt, hoewel op andere wijze dan Pajer, rekening gehouden met den invloed van de zwaartekracht. De waarden van μ, uit zijn formule:

$$\mu = \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \frac{a}{h_o+k_o}\right)\times\left(2-\frac{a}{h_o+k_o}\right)}{\left(2-\frac{\mu\, a}{h_o+k_o}\right)\left[\left(\frac{\pi}{2}+1\right) - \frac{\frac{\pi}{4}+1}{h_o+k_o}\,a\right]} \quad \ldots\ldots (8)$$

te berekenen, zijn nog kleiner dan die uit de formule van Pajer zouden volgen. Ook hier wordt

$\mu = 0{,}61$ voor $\frac{a}{h_o+k_o} = 0$.

Pajer's formule houdt dus het midden tusschen die van Koch eenerzijds en die van Kirchhoff en Fawer anderzijds.

Nu valt op te merken: 1e dat alle theoretisch afgeleide formules wijzen op een verband tusschen μ en de *verhouding* $\frac{a}{h_o}$ of $\frac{a}{h_o+k_o}$ in tegenstelling met de meeste empirisch afgeleide formules, waarin μ slechts afhankelijk is van a en *onafhankelijk* van h_o of $h_o + k_o$; 2e dat voor zeer kleine waarden van genoemde verhouding $\frac{a}{h_o}$ en $\frac{a}{h_o+k_o}$ de waarde van μ nadert tot $\mu = \frac{\pi}{\pi+2} = 0{,}611$.

Empirische formules voor μ.

Aan de hand van resultaten van een groote reeks laboratoriumproeven werd door Chr. Keutner [10] de volgende conclusie getrokken: de contractiecoëfficiënt is *alleen afhankelijk* van de *hoogte* van de opening a en *onafhankelijk* van de *drukhoogte* $(h_o + k_o)$ of h_o.

Wel heeft een grootere drukhoogte een vervlakking van den straalvorm tengevolge, het punt waar de maximum contractie optreedt komt n.l. bij grootere drukhoogte verder stroomafwaarts te liggen; de mate van contractie is echter voor één bepaalde opening constant.

Het verband tusschen μ en a werd door hem gegeven in den vorm:

$$\mu\, a = 0{,}54\; a^{0{,}93} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

zoodat daaruit dus zou volgen:

$$\mu = 0{,}54\; a^{-0{,}07} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

waarbij deze formule voornamelijk zou gelden voor niet al te kleine verhoudingen $\frac{h_o}{a} (> 3)$, daar anders te groote waarden zouden worden gevonden.

Ook J. Frank [19] heeft, naar aanleiding van de gepubliceerde meetresultaten van Keutner en Smetana (Praag), empirische formules opgesteld welke niet veel verschillen van die van Keutner, n.l.:

$$\mu = 0{,}4344\; a^{-0{,}103} \text{ indien } a < 2 \text{ cm} \quad \ldots\ldots (11)$$

en

$$\mu = 0{,}5964\; a^{-0{,}022} \text{ indien } a > 2 \text{ cm} \quad \ldots\ldots (12)$$

Hierbij slechts gebruik makende van de metingen, waarbij a varieerde van enkele mm tot 24 cm! (Keutner ging tot een hoogte van 60 cm).

De empirische formules van Keutner en Frank hebben het bezwaar, dat de dimensielooze grootheid μ gegeven wordt als een functie van de grootheid a welke een bepaalde dimensie bezit, zoodat deze formules, afgeleid in het laboratorium, niet rechtstreeks toegepast kunnen worden in de practijk, waar in het algemeen grootere waarden voor a zullen voorkomen, welke niet in een laboratorium zijn onderzocht. Het ware dan ook beter, μ te geven als

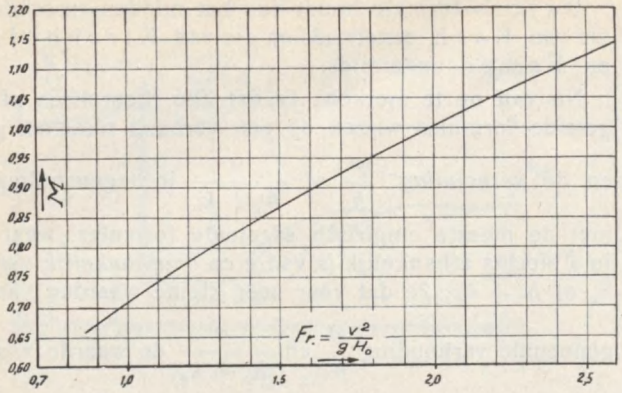


Fig. 8.

functie van een dimensielooze grootheid, waarvoor in dit geval, waar de zwaartekracht en de traagheidkrachten een overwegende rol spelen, het getal van Froude, $Fr. = \frac{v^2}{gh}$, het meest in aanmerking komt.

Fig. 8 geeft volgens Blaisdell [14 en 15] het verband weer tusschen den afvoercoëfficiënt $M = \frac{Q}{F\sqrt{2gH_o}}$ en het Froude'sche kengetal $Fr. = \frac{v^2}{gH_o}$, gemeten aan het model in het laboratorium en geverifieerd aan het prototype.

In *fig. 6* zijn de verschillende theoretisch afgeleide formules grafisch voorgesteld, terwijl de meetresultaten van enkele onderzoekers eveneens daarin zijn aangegeven.

Dat vele gemeten punten ver buiten de theoretisch berekende liggen, moet worden geweten aan het feit, dat die resultaten zijn verkregen door proeven met zeer kleine waarden van a (zelfs enkele mm!), waardoor de wrijving langs den bodem, maar vooral het met betrekking tot die kleine opening niet zuiver scherp zijn van den onderrand van de schuif een niet onbelangrijken invloed uitoefenen op den vorm van den straal.

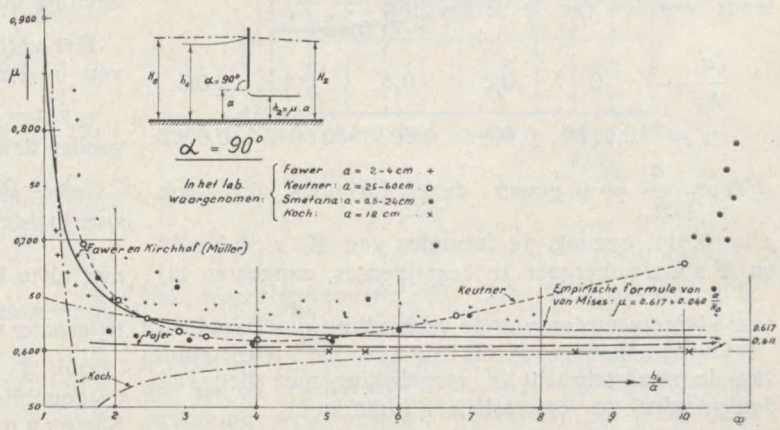


Fig. 6.

Afvoerformules en afvoercoëfficiënten.

Voor geval A (*fig. 2*) moet blijkbaar in formule (**1**) voor h_2 niet de diepte van het benedenwater worden genomen, maar de dikte van den uittredenden straal ter plaatse van de maximum contractie, zoodat de afvoerformule wordt:

$$Q = m\,a\,b\,\sqrt{2\,g\,(h_o + k_o - \mu\,a)} \quad \ldots\ldots\ldots\ (13)$$

waarin $m = \alpha \cdot \mu$ en dus de snelheid in doorsnede *I*:

$$v_1 = \alpha\,\sqrt{2\,g\,(h_o + k_o - \mu\,a)}.$$

Een theoretische formule voor den afvoer onder een schuif kunnen we afleiden aan de hand van *fig. 2*, door de wet van Bernoulli toe te passen op de doorsneden *I* en *II*; aannemende, dat het energieverlies groot is $\triangle H$, dus:

$$h_o + \frac{v_o^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} + \mu\,a + \triangle H \quad \ldots\ldots\ldots\ (14)$$

waarin

$$v_1 = \alpha\,\sqrt{2\,g\,(h_o + \frac{v_o^2}{2g} - \mu\,a)} \quad \ldots\ldots\ldots\ (15)$$

Uit (**14**) volgt verder, dat ook is:

$$v_1 = \sqrt{2\,g\left(h + \frac{v_o^2}{2g} - \mu\,a - \triangle H\right)} \quad \ldots\ldots\ (16)$$

Uit (**15**) en (**16**) volgt:

$$\triangle H = \left(\frac{1}{\alpha^2} - 1\right)\frac{v_1^2}{2g} \quad \ldots\ldots\ldots\ (17)$$

Substitueeren we in (**14**) dezen vorm voor $\triangle H$ en

$v_o = \frac{q}{h_o}$ en $v_1 = \frac{q}{\mu\,a}$, dan is:

$$h_o + \frac{q^2}{2g\,h_o^2} = \frac{q^2}{2g\,\alpha^2\,\mu^2\,a^2} + \mu\,a$$

$$q = \frac{\alpha\,\mu\,a\,\sqrt{2g\,(h_o - \mu\,a)}}{\sqrt{1 - \alpha^2\,\mu^2\,\frac{a^2}{h_o^2}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ (18)$$

Willen we deze formule schrijven in den vorm

$$q = M\,a\,\sqrt{2\,g\,h_o} \quad \ldots\ldots\ldots\ (19)$$

dan is hierin:

$$M = \frac{\alpha\,\mu\,\sqrt{1 - \mu\,\frac{a}{h_o}}}{\sqrt{1 - \alpha^2\,\mu^2\,\frac{a^2}{h_o^2}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ (20)$$

waarin dus de invloed van de toestroomsnelheid v_o zit verwerkt; zij is echter alleen geldig voor het geval dat de breedte van de schuifopening gelijk is aan de breedte van het kanaal vóór de schuif (geen zijdelingsche contractie). Hierin is blijkbaar α afhankelijk van het energieverlies volgens (**17**). In *fig. 7* is voor enkele waarden van de verhouding $\frac{\triangle H}{H_o}$ (in

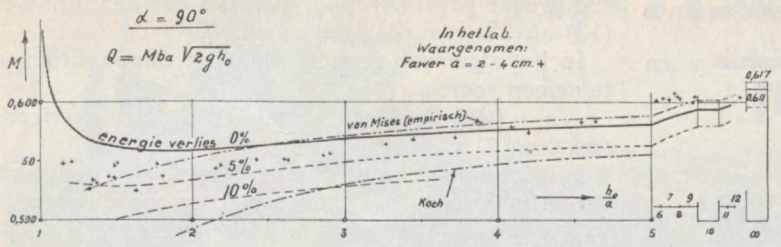


Fig. 7.

% uitgedrukt) het verband tusschen M en $\frac{h_o}{a}$ grafisch voorgesteld.

Nemen we $\alpha = 1$, dan krijgen we de formule zooals deze werd afgeleid door H. Müller [13]:

$$q = \frac{\mu\, a}{\sqrt{1 + \mu \frac{a}{h_o}}} \sqrt{2\, g\, h_o} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

Ook voor den *afvoer* is door Keutner [10] een empirische formule afgeleid. In de eerste plaats reeds de formule

$$Q = 0{,}54\, b\, a^{0{,}93} \sqrt{2\, g\, (h_o + k_o - 0{,}54\, a^{0{,}93})} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

waarbij dus $\alpha = 1$ werd genomen en geldende voor niet al te kleine verhoudingen van $\frac{h_o}{a}$ daar anders te groote waarden voor Q zouden worden gevonden. Bovendien heeft Keutner aan de hand van rechtstreeksche debietmetingen getracht een formule te geven in de gedaante:

$$Q = A\, b\, h_o^{\,n}, \text{ waarbij dan } A = f(a);$$

hij vond hiervoor:

$$Q = 2\, b\, a^{0{,}88}\, h_o^{\,0{,}55} \text{ (in m}^3\text{/sec)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

indien

$$\frac{h_o}{a} > 3$$

en: $$Q = 2\, (a h_o)^{1{,}43} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

indien

$$\frac{h_o}{a} < 3.$$

B. AFVOER MET NIET-VRIJEN STRAAL.

(Het benedenwater oefent invloed uit op den afvoer.)

Theoretische beschouwingen.

Indien de dekwals tot aan de schuif reikt, zal dus het benedenwater invloed uitoefenen op den afvoer. Aangezien de drukhoogte dan $h_o + k_o - h_1$ is, moet dus de afvoerformule luiden:

$$Q = m\, a\, b\, \sqrt{2\, g\, (h_o + k_o - h_1)} \quad \ldots\ldots \quad (25)$$

Hierin kan voor m dezelfde waarde worden genomen als in geval A.

Over het algemeen is n.l. geen direct verband gevonden tusschen m of μ en $(h_o - h_1)$ of $(h_o - h_2)$; wel geeft Frank wederom een empirische formule voor μ als functie van a, welke echter practisch niet afwijkt van de formule voor den vrijen afvoer.

Nu rijst de vraag, *bij welken benedenwaterstand h_2 deze invloed zal beginnen uit te oefenen op den afvoer* en hoe, voor een bepaald geval, h_1 zal zijn te vinden.

Noemen we (zie *fig. 2*):

W_1 = de hydrostatische druk in doorsnede *I*,

W_2 = „ „ „ „ „ *IIa*,

$S_1 = W_1 + \frac{Q\, v_1}{g}$ = de steunkracht („Stützkraft") in doorsnede *I*,

$S_2 = W_2 + \frac{Q\, v_2}{g}$ = de steunkracht („Stützkraft") in doorsnede *IIa*.

Dan is: $S_1 = S_2$

dus:

$$\tfrac{1}{2}\, b\, (\mu\, a)^2 + \frac{Q \cdot v_1}{g} = \tfrac{1}{2}\, b\, h_2^{\,2} + \frac{Q \cdot v_2}{g}$$

waarin:

$$v_1 = \frac{Q}{\mu\, a\, b}, \quad v_2 = \frac{Q}{b\, h_2} \text{ en}$$

$$Q = m\, a\, b\, \sqrt{2\, g\, (h_o + k_o - \mu\, a)}$$

dus:

$$\tfrac{1}{2}\, b\, (\mu\, a)^2 + 2\, m\, \alpha\, a\, b\, (h_o + k_o - \mu\, a) = \tfrac{1}{2}\, b\, h_2^{\,2} + \frac{2\, m^2\, a^2\, b^2\, (h_o + k_o - \mu\, a)}{b\, h_2}.$$

Waaruit volgt:

$$h_2^{\,3} + (4\, m^2\, a^2 - \mu^2\, a^2 - 4\, m\, \alpha\, a\, H_o)\, h_2 + 4\, m^2\, a^2\, (H_o - \mu\, a) = 0 \quad \ldots \quad (26)$$

Deze vergelijking is in dimensieloozen vorm te brengen door de substitutie: $\frac{h_2}{a} = x$ en $\frac{H_o}{a} = y$, waardoor ze, na eenige omwerking, wordt:

$$y = \frac{x^3 + (4\, m^2 - \mu^2)\, x - 4\, m^2\, \mu}{4\, m\, \alpha\, x - 4\, m^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (27)$$

Voor h_1 is als volgt een betrekking af te leiden.

Wederom geldt voor de doorsneden *I* en *IIa* (*fig. 3*):

$$S_1 = S_2$$

$$\tfrac{1}{2}\, b\, h_1^{\,2} + \frac{Q\, v_1}{g} = \tfrac{1}{2}\, b\, h_2^{\,2} + \frac{Q\, v_2}{g},$$

waarin:

$$v_1 = \frac{Q}{\mu\, a\, b}; \quad v_2 = \frac{Q}{b\, h_2} \text{ en}$$

$$Q = m\, a\, b\, \sqrt{2\, g\, (H_o - h_1)}$$

zoodat de tweedegraadsvorm in h_1 is af te leiden:

$$h_1^{\,2} + 4\, m^2\, a \left(\frac{a}{h_2} - \frac{1}{\mu}\right) h_1 - 4\, m^2\, a \left(\frac{a}{h_2} - \frac{1}{\mu}\right) H_o - h_2^{\,2} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (28)$$

Ook deze betrekking is in dimensieloozen vorm te brengen door substitutie van $\frac{h_2}{a} = x$; $\frac{H_o}{a} = y$ en $\frac{h_1}{a} = z$ en wordt dan:

$$z^2 + 4m^2\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{\mu}\right)z - 4m^2\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{\mu}\right)y - x^2 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (29)$$

of:

$$y = \frac{x^3 + \left(\frac{4m^2}{\mu}z - z^2\right)x - 4m^2 z}{\frac{4m^2}{\mu}x - 4m^2} \quad \ldots\ldots \quad (30)$$

Gemakkelijk in in te zien dat voor $h_1 = \mu a$ en dus $z = \mu$ (overgang van B naar A !) deze vergelijking overgaat in formule (27), zooals mocht worden verwacht.

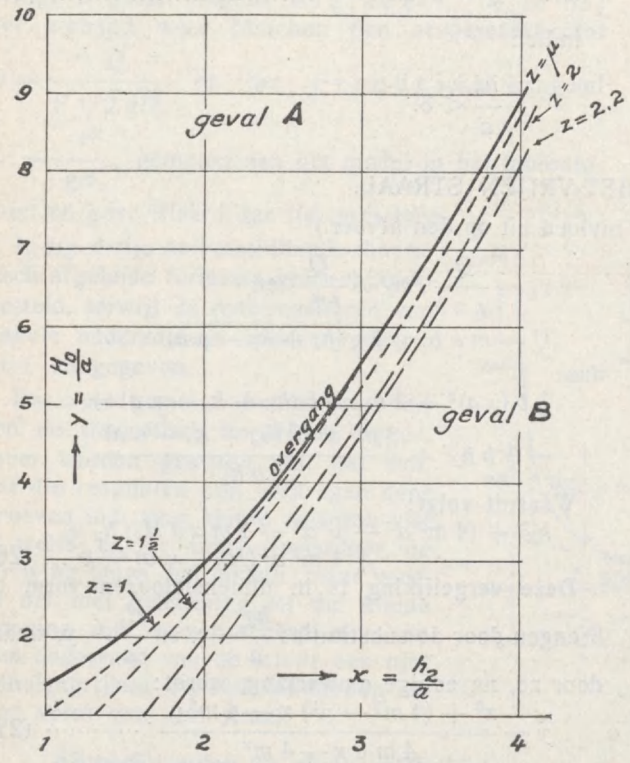


Fig. 9.

In *fig. 9* zijn voor de gemiddelde waarden van

$$\alpha = 0{,}95;\ \mu = 0{,}61;\ m = 0{,}58$$

vergelijking (27) en (30) grafisch voorgesteld.

Slotopmerkingen.

Bij een gegeven geval heeft men dus met behulp van formule (27) of met de grafiek van *fig. 9* na te gaan, of de benedenwaterstand invloed zal uitoefenen op den afvoer of niet. In het eerste geval (B) moet men formule (25) toepassen, waarin h_1 te berekenen is met (28) of te vinden is uit *fig. 9*; in het tweede geval (A) moet men dus één der formules (13) of (18) t/m (24) gebruiken.

In het algemeen is met voldoende nauwkeurigheid te nemen voor:

$$\alpha = 0{,}95;\ \mu = 0{,}61;\ m = 0{,}58$$ (zie overigens *fig. 6* en 7).

Tenslotte moge nog de opmerking worden geplaatst, dat de in Zweden [21] toegepaste en aan de practijk getoetste formule $Q = \mu\, a\, b\, \sqrt{2\, g\, (H_o - \frac{1}{2}\mu\, a)}$ (waarbij $\mu = 0{,}61$), daar zeer wel vrij nauwkeurige uitkomsten kan geven, aangezien de drukhoogte H_o ten opzichte van a daar zeer groot is. Ze is echter in principe onjuist en mag voor kleinere waarden van H_o niet worden toegepast.

Literatuur.

1. R. v. Mises: Berechnung von Ausfluss- und Überfallzahlen". *Zeitschr. d. VDI*, S. 447,471.
2. Flamant: Hydraulique, p. 127.
3. E. Fröhlich: Bestimmung der Durchflusskoeffizienten für das Stauwehr Augst-Wyhlen. *Schweizerische Bauzeitung*, 1921, S. 233.
4. R. et M. Koechlin: Mécanisme de l'eau, p. 263.
5. Koch-Carstanjen: Von der Bewegung des Wassers und den dabei auftretenden Kräften, 1926. S. 214.
6. A. Reuther: Ein Beitrag zur Klärung der Wasserbewegung. *Gesundheitsingenieur*, 1930, S. 197.
7. Ph. Forchheimer: Hydraulik, 1930.
8. Dr. S.: Ausfluss aus Seitenöffnungen am Boden, die ganz oder teilweise unter Unterwasser liegen. *Zentralbl. d. Bauverwaltung*, 1930, S. 560.
9. A. Reuther en E. Schleiermacher: Der Ausfluss des Wassers aus einer senkrechten Wand. *Bauingenieur*, 1931, S. 523, 901.
10. Chr. Keutner: Wasserabführungsvermögen von scharfkantigen und abgerundeten Planschützen. *Bautechnik*, 1932, S. 266.
11. Kaufmann: Hydromechanik II. 1934.
12. Chr. Keutner: Strömungsvorgänge an unterströmten Schützentafeln mit scharfen und abgerundeten Unterkanten. *Wasserkraft und Wasserwirtschaft*, 1935. S. 5.
13. H. Müller: Rechnerische Ermittlung der Strömungsvorgänge an scharfkantigen Planschützen. *Wasserkraft und Wasserwirtschaft*, 1935. S. 281.
14. E. Schleiermacher: Überprüfung der Froude'schen Modellregel durch Vergleich zwischen Naturbeobachtung und Modellversuch. *Bauingenieur*, 1936. S. 507.
15. F. W. Blaisdell: Comparison of sluice-gate discharge in model and prototype. *Proc. Am. Soc. Civil Engineers*, 1936. p. 65.
16. C. Fawer: Etude de quelques écoulements permanents à filets courbes. 1937.
17. G. Pajer: Über den Strömungsvorgang an einer unterströmten scharfkantigen Planschütze. *Zeitschr. für angew. Math. und Mech.* 1938. p. 259.
18. H. Addison: Supplementary Notes on Flow through Model Sluices. *Journ. of the Inst. of Civil Engineers*, 1937/38. p. 63.
19. J. Frank: Der Wasserabfluss unter scharfkantigen Planschützen. *Bauingenieur*, 1938. S. 699.
20. H. Rouse: Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, 1938, p. 313. p. 19.
21. E. Schleiermacher: Abflussmessungen an schwedischen Wasserkraftwerken. *Bauingenieur*, 1939. S. 382.

OPENLEGGEN EN EGALISEEREN VAN BOORTERREINEN

Het maken van een dikspoeling-bassin door een International TracTracTor met bullgrader.

LINDETEVES-STOKVIS

N.V. DE NEDERLANDSCH-INDISCHE INDUSTRIE

Machinefabriek SOERABAIA Constr. werkplaats

Door ons in 1938 voor het Gouvernement van Ned. Indië vervaardigde ophaalbrug over de Aer Komering bij Soengei Doea. (Onderbouw N.V. VOLKER AANN. MIJ. Bandoeng)

Snel en gemakkelijk

een mooie

, een gemakkelijk lossende

, uitstekende mechanische eigenschappen, daardoor goed werk met weinig kosten ...dat zijn de algemeene kenmerken van alle

PHILIPS LASCHSTAVEN

VOOR ELK WERK DE JUISTE STAAF

N.V. REVIMIJ-Soerabaja-Batavia-Semarang-Bandoeng-Medan

7e JAARGANG
NUMMER 3

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

MAART
1940

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.
„DE MIJNINGENIEUR"

INHOUD: A limestone-block in hypersthene-dacite from the Koeda-neck (Kromong-complex near Cheribon, Western Java), door dr. R. W. van Bemmelen. — Triassic fossils near Rantauprapat, Sumatra, door J. Wyatt Durham. — Correspondentie. — Economische mededeelingen.

A limestone-block in hypersthene-dacite from the Koeda-neck
(Kromong-complex near Cheribon, Western Java) [1])

by

Dr. R. W. VAN BEMMELEN.

(Geologist of the Geological Survey of the Netherlands Indies)

(With 8 photo's).

Summary.

The Kromong Mts. are situated 20 km to the West of Cheribon (northwestern Java) and are formed by a complex of volcanic necks of Upper Pliocene age. These necks are intrusive into miocene limestones and lower pliocene marly clays, and consist of hornblende-hypersthene-andesites and hypersthene-dacites. The Koeda Mountain is a pipe of glassy hypersthene dacite, and contains at its top a large block of limestone. The limestone has been converted thermally into fine-grained marble. In a small reaction rim of 1—2 cm thickness secondary minerals (such as: graphite, periclase, brucite, marialithic skapolith, quartz, talc, analcite, and pyrite) occur, whilst from the contact between the marble and the dacite small veinlets of diopsidic augite penetrate a few millimeters into the crushed chillface of the dacite. Some centimeters below the contact some large hornblende crystals, intergrown with diopsidic augite were observed. These are probably reaction products, formed at the contact during the molten state of the dacite, which sank down by gravitational settling, till they were resorbed in the deeper and hotter part of the magma.

The differentiation of the Kromong magma might have taken the following course: First, slight assimilation of calcareous sediments, which germinated the formation of hornblende crystals and lowered the viscosity of the melt. Secondly, thus stimulated, the crystallization differentiation of the magma (by means of gravitational settling of hornblende crystals) produced a more acid residual melt of dacitic composition. Thirdly, after prolonged assimilation of limestone, the desilication of the magma by this process became dominant over the relative increase of silica in the rest-melt by crystallization differentiation. Consequently the last eruptions of the Kromong complex were again more basic (augite-hornblende basalts with very basic plagioclase (up to 95% an.), augite-hypersthene andesites, with basic inclusions of plagioclase, hornblende or diopsidic augite, and an interstitial mesostasis of glass). The latter eruptions were also more explosive (eruptive breccias), perhaps as a result of the resurgent CO_2 content of the magma.

Introduction.

In a previous paper (Febr. '40) the author discussed the possibility of the formation of granitic and associated rocks with igneous appearance by replacement in the solid state (migmatisation, granitisation). In the present paper a case will be treated, where the application of the principles of crystallization differentiation, combined with assimilation, seems more appropriate to explain the genesis of the igneous rocks concerned.

The Kromong Mountains are formed by a complex of volcanic necks of a few hundred meters in height (the highest summit is the Kromong Mountain with a height of 587 m). This complex is situated on the northern foot of the Tjerimai volcano (or „Tjareme" volcano, 3078 m) and lies about 20 km to the West of the town of Cheribon (West Java). It has a N-S diameter of 8½ km and an E-W diameter of 7 km. Recent information on the geology of this complex was supplied by a survey made by Dr. C. E. A. Harloff in 1935 [2]).

The volcanic necks of the Kromong complex are intrusive in miocene limestone and mio-pliocene marine sediments (Kaliwangoe-series, consisting of marly clays, and dacitic tuffsandstones). Their age

1) Published with the permission of the Chief of the Geological Survey of the Netherlands Indies.

2) See: „Mijnbouwkundig Bijvoegsel No. 741 der Javasche Courant", 21 Febr. 1936, No. 15.

is, therefore, post Lower Pliocene. On account of their deeply eroded state these intrusions must be older than the volcanoes, which produced the Tambakan-layers with a vertebrate fauna of Old Pleistocene age [3]). Thus the age of the Kromong intrusions is fixed at Upper Pliocene.

The miocene limestone is exposed as uplifted blocks at the NE and SE side of the complex. The limestone block at the NE side has an extension of $1\frac{1}{2}$ by $2\frac{1}{4}$ km and is pierced by the dacitic Belindis-neck which has a diameter of 400 by 1000 meters. This limestone contains miocene foraminifera. The limestone -block at the SE side of the Kromong-complex forms a large inclusion on the top of the dacitic Koeda-neck (see photo's 1 and 2). It has a length of ca. 100 m and a height of ca. 35 m.

These blocks of limestone have been pushed up by the intruding magma. For the rest the necks are surrounded by marly clays and tuffsandstones of the Kaliwangoe series, which overlie the foraminiferous limestone horizon.

The composition of the necks of the Kromong-complex varies from hornblende-hypersthene andesites, via hypersthene--andesites and quartz containing hypersthene-andesites to hypersthene-dacites. Somewhat younger than the main intrusion period of the Kromong necks are the andesito-basaltic tholoids and eruptive breccias (augite-hornblende-hypersthene andesites and basalts), which occur around the outer borders of this complex. In this case the more basic varieties seem to be younger than the acid ones.

The Koeda-limestone-inclusion.

A short time ago the present author visited the limestone-inclusion of the dacitic Koeda-neck, mentioned above, and has studied microscopically a collection of slides of this inclusion and its contacts with the dacite.

The limestone-block does not show any contact minerals at a distance of more than about 1 cm away from the contact. The whole block has been transformed by thermal contact metamorphism into fine crystalline marble, with a grain-size of 0.02 — 0.30 mm. According to an analysis (made by Mr. v a n d e r B o r d e n of the Chemical Laboratory of the Mining Department) the composition of this marble is nearly pure $CaCO_3$ with only a small percentage of $MgCO_3$.

Slight concentrations of organic pigment cause locally a spotted appearance.

The Koeda-neck of leucocrate hypersthene-dacite forms a hill of 386 m height (see photo 1). The dacite consists of:

H y p e r s t h e n e; slightly pleochroitic from pale green to pale pink, size of the idiomorphic prisma is 0.05 — 0.30 mm.

P l a g i o c l a s e; abundant idiomorphic crystals, zonal development with decreasing an.-content towards the outer rim, size of the crystals varies between 0.02 — 0.50 mm. The large crystals are labrador with 50 — 55% an (sometimes even 60 — 70% an in the core) [4]). The rims of these large phenocrysts are andesine with about 40% an., or even less (oligoclase with 25 — 30% an.). The smaller individuals are andesine of ca. 40% an. and sometimes have outer rims of oligoclase (25 — 30% an.).

Q u a r t z; abundant idiomorphic (bipyramidal) crystals of 0.05 — 0.10 mm.

M a g n e t i t e; accessory mineral, only few small crystalettes, 0.03 — 0.05 mm.

G l a s s y g r o u n d m a s s; refraction index lower than Canada balsam, somewhat cloudy, with microlitic inclusions.

Sporadically a few centimeters below the contact large crystals or glomerocrystals with a diameter of 5 — 10 mm of idiomorphic, g r e e n h o r n b l e n d e, poikilitically intergrown with pale green to colourless d i o p s i d i c a u g i t e can be observed (see photo 8); but, apart from this, no monoclinic amphiboles or pyroxenes occur in these rocks.

Secondary hydrothermal processes sometimes caused the alteration of the hypersthene into chlorite, limonite, (and calcite) and the formation of sodium-zeoliths in pores (analcite and natrolite).

The dacite of the Koeda quarry has a white, saccharoid appearance (see photo 3). It is nearly holocrystalline, and hydrothermally altered. Close to the contact with the limestone-block on the top of the quarry the dacite contains more glass.

The dacite near to the contact contains:

70.28% SiO_2, 3.33% CaO, 1.46% MgO, 1.15% H_2O^+.

The contact between the dacite and the limestone is very sharp (photo's 4 and 5). The dacite shows a cataclastic structure in a zone of some centimeters thickness along the contact. The phenocrysts (hypersthene, plagioclase and quartz) are crushed. In this crushed chillface, especially in its part that lies closest to the contact, small veinlets of diopsidic augite occur and the glassy groundmass has been partly replaced by this mineral, or by a cloudy, whitish, isotropic substance (see photo 7).

This crushed outer rim of the dacite is bordered by a metamorphic reaction rim of the marble of about one or two centimeters thickness (photo's 4 and 5). This reaction rim consists for the main part of the same cloudy, whitish, isotropic substance as occurs in the dacitic reaction rim at the other side of the contact. In some places it shows, between crossed nicols, the whitish colours of microcrystalline carbonacous components. In this reaction zone of the marble lie patches of graphite, the remains of the organic substances in the limestone.

---

3) R. v o n K o e n i g s w a l d: "Bemerkungen zur fossilen Säugetierfauna Javas. II (Eine Djetis-Fauna aus den Tambakan-Schichten der Gegend von Soebang, West-Java)". This Journal, 2, Sect. IV, No. 10, Oct. 1935, pp. 85—88.

4) The determinations of the an.-content of the plagioclases were done by means of R i t m a n n's zone-method (Schweiz. Min. und Petr. Mitt., 9, 1, 1929, pp. 1—47).

From the contact with the dacite a fibrous or columnar mineral penetrates into the reaction rim of the marble (photo's 5 and 6). It has a straight extinction, a double refraction like quartz, a refractive index slightly higher than that of Canada balsam and a negative optical character.

Mr. van der Borden of the Chemical Laboratory of the Mining Department could prove the presence of a few hundredths per cent. of Cl′ in this reaction rim (after melting 1 gr. of this material with 7 gr. soda), so that this mineral is, most probably, a member of the skapolith group with a high amount of the marialith-molecule (3 $NaAlSi_3O_8 \cdot NaCl$).

In these marialithic rims which have a thickness of at most a few millimeters, are embedded roundish or angular grains of 0.05 — 0.10 mm diameter, which are partly colourless, partly greyish green isotropic, and which have a high refractive index (photo 6). Along fissures and cleavage faces this mineral is partly altered into a flaky, microcrystalline mineral with clear polarization colours. These colourless isotropic grains might be periclase (MgO) with brucite [$Mg(OH)_2$] as weathering product [5]).

In the reaction rim of the marble pyrite and sodium-zeolith (analcite, $NaAlSi_2O_6 + H_2O$) also occur. Moreover, small veinlets, consisting of fibrous quartz along their borders (straight extinction, refr. ind. slightly higher than balsam, optically positive, colourless, polarization colours as quartz) and calcite in their centre, occur in this reaction rim.

From these observations on the contact zone between the dacite and the marble the following deductions can be made:

In the last stage of consolidation of the dacitic magma a small, crushed chillface was formed at the contact with the marble. In this crushed rim veinlets of diopsidic augite penetrated from the contact and the groundmass was partly replaced by this diopsidic augite. Therefore, with falling temperature, when the outer zone of the dacite had already consolidated, the CaO and MgO of the marble were still able to migrate into the dacite and reacted with its silica to form calc-silicates. On the other hand the silica, together with sodium, magnesium, aluminium and some chlorine penetrated from the dacite into the marble.

If then, in the last stage of cooling, an exchange of chemical components between the dacite and the marble was possible, such mutual reactions must have occurred, a fortiori, during the higher temperature stages, when the dacite magma was still molten. We do not, however, observe the reaction products of these earlier stages of contamination of the dacite magma by limestone assimilation.

The most probable explanation is, that these reaction products were heavy amphibole and/or pyroxene minerals, which settled by gravitation. Support to this contention is given by the observation of some rare hornblende crystals with diopsidic augite inclusions at some centimeters below the contact. The settling of these reaction products was probably stopped by the final cooling of the dacitic magma. Moreover, it is a well-known fact that limestone has a fluxing effect on silicate melts. During the assimilation of the limestone in the molten stage of the magma this fluxing, combined with the elevation of the temperature by the heat production by the exothermous formation of calc-silicates, will have lowered the viscosity of the melt to such an extent, that rapid removal of the calc-silicate reaction products from the contact by gravitational settling was possible.

But there is another difficulty to explain: Assimilation of lime and the gravitational settling of the calc-silicates formed, causes a desilication of the magma. Daly, Shand, Rittmann and many other petrologists use this phenomenon to explain the genesis of undersaturated mediterranean igneous rocks. The dacite of the Koeda-neck, however, is not at all an undersaturated rock; on the contrary, it belongs to the most acid varieties of the Kromong intrusions. Furthermore, the Belindis-intrusion within the limestone at the NE-side of the Kromong-complex is also a hypersthene with abundant quartz phenocrysts.

To explain this phenomenon it is necessary to make an additional supposition: When only a small quantity of limestone was assimilated this would produce nuclei of hornblende and diopsidic augite crystals; the further growth of these nuclei during the progressive cooling of the magma was the result of the addition of material derived from the magmatic melt itself (MgO, FeO, CaO, Al_2O_3, SiO_2) and *not* by CaO and MgO supplied from the limestone. Consequently, the chief effect of the limestone-assimilation would not be a desilication, but only a lowering of the viscosity of the melt, so that settling of the amphibole and pyroxene phenocrysts could take place. This settling would cause fractionated crystallization differentiation and produce a residual melt which was relatively richer in SiO_2 than the original magma. Under such circumstances the limestone assimilation would mainly *stimulate* the normal crystallization differentiation, and at the beginning of the assimilation its effects of desilication would be surpassed by the silica-enrichment of the residual melt due to the crystallization differentiation.

When judging the chemistry of the Koeda-neck, we must consider the whole complex of Kromong-intrusions, which have all penetrated the miocene limestone-layer at a depth of about 1000 m, though at present only in these two cases (Koeda- and Belindis-neck) remains of the limestone are exposed in direct contact with the intruding igneous rocks.

5) According to Rosenbusch-Mügge (Mikr. Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien, Vol. I, Part 2, 5th edition, Stuttgart, 1927, p. 11) a genesis of periclase by dissociation of magnesite or dolomite is not proved. Periclase is probably the product of dissociation of $MgCl_2$ emanations. The occurrence of the periclase amidst of marialith (3 $NaAlSi_3O_8$. NaCl) in this case points into the same direction. Consequently this mineral seems not to be a relic of the marble (which is very poor in magnesite), but it is probably an emanation of the hypersthene dacite (which contains 1.46% MgO).

Many rocks of the Kromong-complex are hornblende-hypersthene andesites, rich in hornblende (partly resorbed, with opacite rims). Rocks with less or without hornblende are more acid and contain also quartz phenocrysts. We might suppose, that the formation of the hornblende was "germinated" by the contact with calcareous sediments, and that these hornblende phenocrysts settled down to deeper and hotter parts of the magma, where they were partly resorbed. The residual magmatic melt, which was left after the settling of the hornblende phenocrysts, however, became relatively richer in silica, so that quartz phenocrysts could originate.

If we assume that these Kromong intrusions originally had an intermediate, andesitic composition, then the first stage of differentiation after they came into contact with the limestone could be a normal crystallization differentiation. Later on, however, when the limestone assimilation continued, the desilicating effect of this assimilation would finally become predominant and the magma would become relatively poorer in silica, richer in CaO, and more explosive (due to the resurgent CO_2-gas). The same would occur when the limestone assimilation was not followed by crystallization differentiation.

Indeed, the latest eruptions of the Kromong-complex produced explosive breccias and tholoids of andesito-basalts. For instance the tholoids to the South of the Koeda-neck are augite-basalts with resorbed hornblende and with very basic plagioclases (anorthitic glomero-crystals with 95% an. and smaller crystals of labrador-bytownite) and the small necks on the western side of the Kromong-complex (near the sugar-factory Paroengdjaja) are augite-hypersthene andesites with basic plagioclases (labrador-bytownite) and with inclusions of basic plagioclase, poikilitic hornblende and/or diopsidic augite, and a glass-mesostasis. Such inclusions might represent ultra-metamorphic limestones.

Concluding Remarks.

The reactions which took place at the contact *after* the consolidation of the dacite can be studied under the microscope. They are clearly observable, but the reaction rims in the marble and in the crushed chillface of the dacite are at most only a few centimeters thick.

The influence of the limestone on the magma during its molten state, however, is withdrawn from direct observation. The course of events in this, most important, part of magma differentiation and genesis of the different types of eruptive rocks must be founded on hypothetical assumptions, which can be checked by only few direct observations.

The author sets up two hypotheses:

1) Assimilation of only small quantities of limestone might be a stimulation to gravitational differentiation (on account of the lowering of the viscosity of the melt). This process would produce a residual magmatic melt which is *relatively richer in silica* (dacites).

2) If prolonged assimilation of greater quantities of limestone, or if the crystallization differentiation holds off, igneous rocks will be formed which are *relatively poorer in silica and richer in CaO,* such as the andesito-basalts with bytownitic-anorthitic plagioclases.

The author himself is not quite convinced of the correctness of these hypotheses. Here, as in so many other cases of petrogenesis, other processes might also have led to the ultimate products of crystallization which are now exposed as igneous rocks. Consequently the author gives the above explanation merely as a possibility, in the hope that in the future further observations on this subject may give more positive results.

In a previous paper [6]) the author discussed the possibility of the origin of granitic batholiths by granitisation (replacement in the solid state of pre-existing sialic rocks). The energy supply of such processes of migmatisation might be great enough to create locally palingenetic melts (*migma*), which can be injected diapyrically into higher crustal levels and cause volcanic eruptions. Such injected and erupted "*migma*" cannot be distinguished from true, juvenile "*magma*": it may be able to alter and even assimilate new sialic rocks, sediments, and limestones; it may differentiate according to the principles of crystallization differentiation.

In the case of the Kromong intrusions, described in this paper, the author comes to the conclusion that, most probably, *such processes as assimilation of calcareous sediments and crystallization differentiation played an important part in the genesis of the different types of intruded and erupted igneous rocks.*

The petrographic study of these volcanic rocks provides, however, no direct clues to the problem of *the ultimate source of these pacific, calc-alkaline magmas;* it might as well be completely palingenetic migma, as hybrid mixtures of migma and juvenile magma, or syntectic products of contamination of juvenile magma by sialic material in deeper crustal layers. The answer to the problem of the origin of the pacific magmas can be approximated by the study of the relations between volcanism and mountain building [7]).

---

6) R. W. van Bemmelen: "On the Origin of some Granites from Singapore". This Journal, 7, Sect. IV, No. 2, Febr. 1940, pp. 23—35.

7) R. W. van Bemmelen: "On the Origin of the Pacific Magma Types in the Volcanic Inner-arc of the Soenda Mountain System". This Journal, 5, Sect. IV, No. 1, Jan. 1938, pp. 1—15.

R. W. van Bemmelen: "The Volcano-tectonic Origin of Lake Toba (North-Sumatra)". This Journal, 6, Sect. IV, No. 9, Sept. 1939, pp. 126—140.

G. KOEDAH (386 m)
Limestone
quarry

1

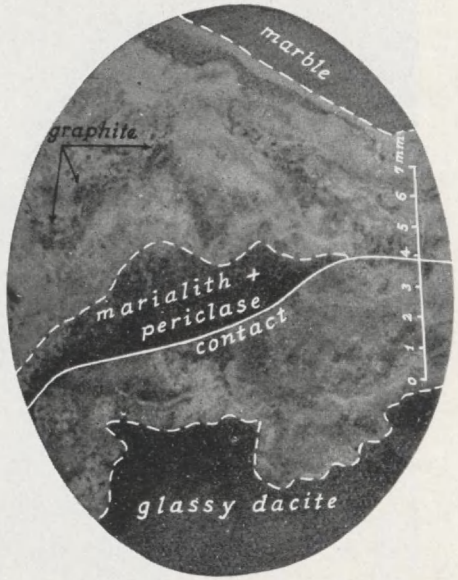
Limestoneblock
dacite-
quarry

2

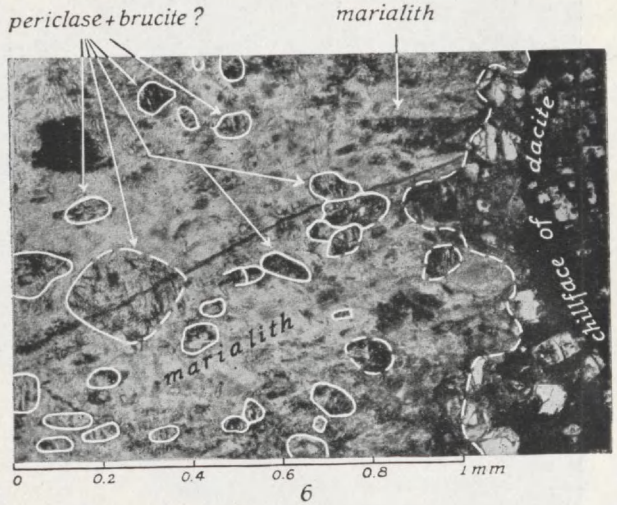
3

marble
reaction rim in marble
reaction rim in dacite
contact
glassy dacite
0
1
2
3
4
5cm

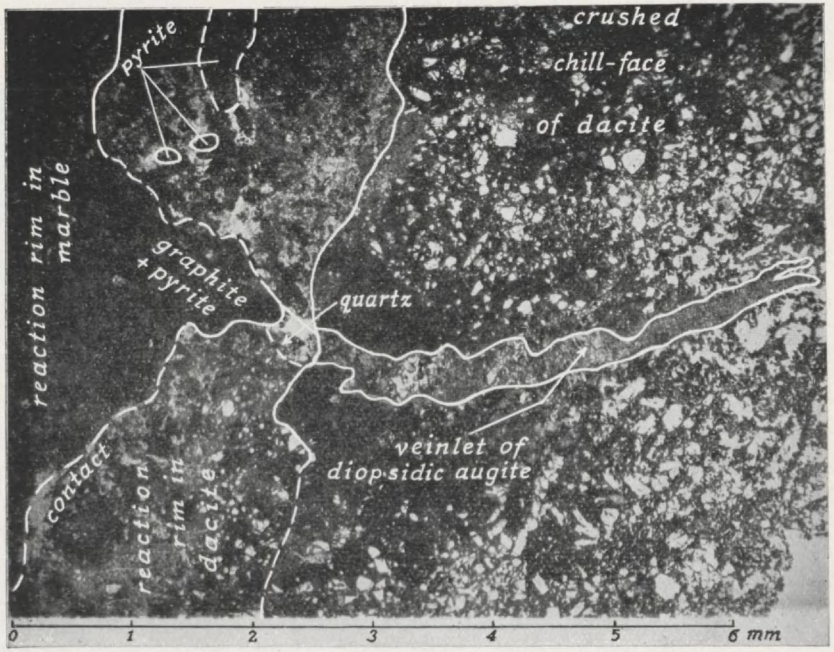
4


marble
graphite
marialith + periclase contact
glassy dacite
0 1 2 3 4 5 6 7 mm

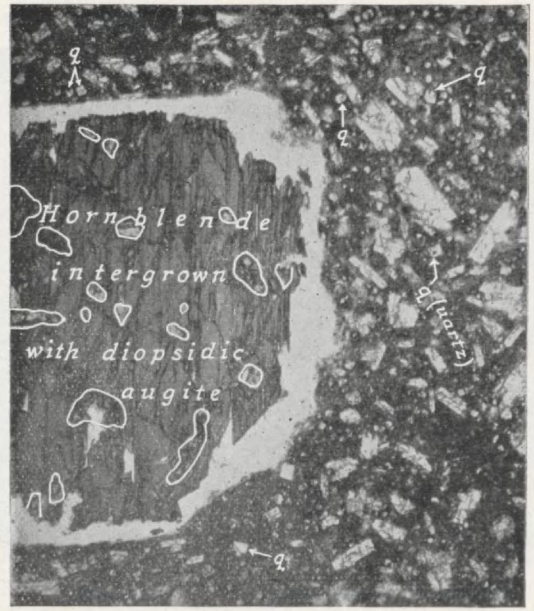
5


periclase + brucite ?
marialith
marialith
chill-face of dacite
0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 mm

6


pyrite
crushed chill-face of dacite
reaction rim in marble
graphite + pyrite
quartz
veinlet of diopsidic augite
contact reaction rim in dacite
0 1 2 3 4 5 6 mm

7


q
q
q
Hornblende intergrown with diopsidic augite
q (quartz)
q

8

Photo's.

1) Koeda-neck of hypersthene dacite, with large limestone inclusion. Seen from the S.W.

2) Dacite quarry in the Koeda-neck, with the limestone-block at the top.

3) White dacite with sugary texture of the Koeda quarry.

4) Contact between marble and glassy dacite (polished surface, actual size).

5) Contact between marble and glassy dacite (polished surface, enlargement 4 ×).

6) Contact between marble and dacite. Columnar-fibrous marialith penetrating from the contact into the reaction rim of the marble, with embedded grains of periclase with brucite (nicols not crossed, enlargement 60 ×).

7) Contact between marble and dacite, showing veinlet of diopsidic augite penetrating into crushed chillface of the dacite (crossed nicols, enlargement 16 ×).

8) Large hornblende crystal (inclusion) in the dacite at a few centimeters below the contact with the limestone (nicols not crossed, enlargement 16 ×).

Triassic Fossils near Rantauprapat, Sumatra*)

by

J. WYATT DURHAM,

Geologist, University of California, Berkeley, California.

On the Soengei Bila and its tributary Aek Pamengke, a short distance northwest of Rantauprapat, Oostkust van Sumatra, there are at least four localities where casts of *Halobia* Bronn may be found, indicating a Triassic age for the containing sediments.

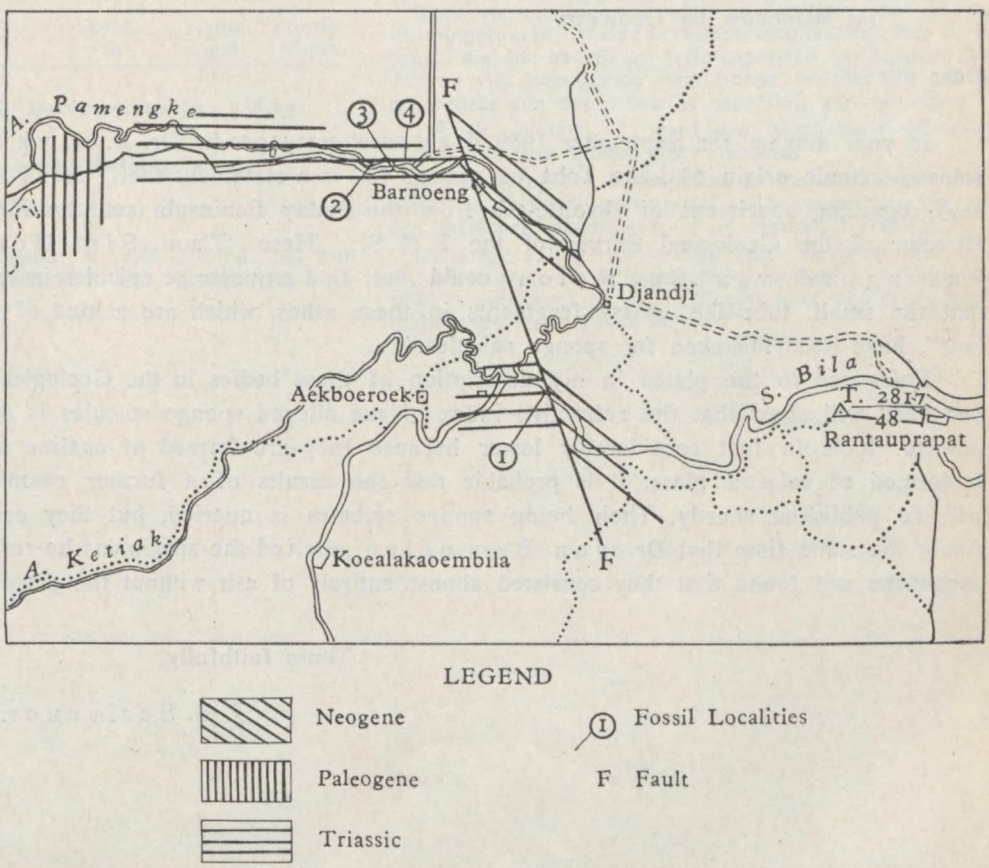
The occurrences are in a westward dipping series of sandstones, silts and shales which is in fault contact on the east with a Neogene [1]) sequence. This fault is exposed on the west bank of the Soengei Bila below the mouth of Aek Pamengke. To the west the Triassic is overlain by the non-marine Paleogene quartz sandstones and conglomerates which contain material derived from the underlying sediments.

The Neogene consists of *Globigerina* bearing, silty thin bedded shales and minor amounts of glauconitic medium to coarse grained quartzose sandstones. Abundant fragments of *Mollusca* are found in some of the sandy horizons. It is probable that it is in part equivalent to the Telisa of South Sumatra.

Abundant boulders of a pink granite were noted in Aek Pamengke, indicating that there is a granitic area upstream, probably correlating with the granites intrusive into the Triassic near Lake Toba.

The localities are indicated on the accompanying map. Some material from each locality has been deposited with the Dienst van den Mijnbouw, Bandoeng, Java.

At locality *1* there are abundant casts of *Halobia* Bronn in a moderately indurated red brown shale.



Index map of Triassic fossil localities near Rantauprapat, Sumatra's East Coast.
Scale 1 : 100 000.

*) Published by permission of the "Nederlandsche Pacific Petroleum Maatschappij".

1) The terms Neogene and Paleogene are used here to agree with the formations indicated on Blad I, Geol. Overzichtskaart van den Nederlandsch Oost-Indischen Archipel, Schaal 1 : 1 000 000.

During high water the outcrop is not exposed although it continues for about 100 meters along the river.

Localities *2*, *3* and *4* are in moderately soft black siltstones containing pyrite, interbedded in grey to reddish-grey quartzose indurated sandstones. Locally there are soft grey-white tuffaceous sandstone beds intercalated with the harder members. The fossils are scarce and all occur as casts. Besides *Halobia* Bronn, there are several species of minute Pelecypods and at localities *2* and *3* are locally abundant casts of molluscan (?) borings. At locality *3* there is abundant fragmentary plant (?) material in some beds.

These occurrences of *Halobia* Bronn are probably in the same formation as the locality noted by Volz [2]) on the Soengei Koeala to the northwest where limestone and chert have also been noted as occurring.

Identical sediments have been noted at Dolok Nagodang, west of Kotapinang, and on the Soengei Kanan about a kilometer above Kampong Marsodji. Between kilometer 4 and kilometer 6.5 north of Kota Nopan on the road to Padangsidempoean occur several outcrops of red-brown shale and agglomerates. The shales contain occasional light green greasy tuffaceous shale balls. Identical structures are found in some of the shales near locality *1* on the Soengei Bila, suggesting their correlation.

2) Volz, W., "Beitr. z. Geol. Kenntn. von Nord Sumatra"; Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1899.

CORRESPONDENTIE.

Bedford, January 8th. 1940.

The Editor,

De Ingenieur in Nederlandsch-Indië,

IV Mijnbouw en Geologie.

Dear Sir;

In your number for September 1939 is an excellent paper by Dr. R. W. van Bemmelen on the volcano-tectonic origin of Lake Toba but on p. 132 is a statement that I feel I must correct. The author says regarding specimens of rhyolite-ash from the Malay Peninsula sent by Mr. E. S. Willbourn, Director of the Geological Survey of the F.M.S.: „Here Tan Sin Hok, Neumann van Padang and van Bemmelen could not find any sponge spicules in them, so that we suppose that the small, tube-like, glassy fragments in these ashes, which are a kind of filiform ash or "Pelée's hair", have been mistaken for sponge spicules."

Reference to the plates in my description of these bodies in the Geological Magazine for September 1930 will show that the refractive index of the alleged sponge spicules is distinct from that of the pumice. It is in fact considerably lower because they are formed of opaline matter while the pumice is formed of volcanic glass. It is probable that the results of a further examination of these bodies will be published shortly. Their being sponge spicules is queried, but they are certainly not pumice. About the same time that Dr. van Bemmelen received the specimens he refers to I received similar specimens and found that they consisted almost entirely of ash without the problematical bodies.

Yours faithfully,

J. B. Scrivenor.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productie-cijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1940		1939	
	Jan.	t/m Jan.	Jan.	t/m Jan.
Java en Madoera.....	71 830,–	71 830,–	71 852,3	71 852,3
Noord-Sumatra.....	78 388,8	78 388,8	78 047,–	78 047,–
Palembang ..	261 055,5	261 055,5	244 919,2	244 919,2
Djambi	105 158,1	105 158,1	97 035,–	97 035,–
Oost-Borneo..	84 168,4	84 168,4	83 986,4	83 986,4
Tarakan.....	55 857,6	55 857,6	65 754,6	65 754,6
Ceram	7 581,1	7 581,1	6 604,–	6 604,–
Nederlandsch-Indië	664 039,5	664 039,5	648 198,5	648 189,5

Productie-cijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1940		1939	
	Jan.	t/m Jan.	Jan.	t/m Jan.
Gouvernementsbedrijven ...	98 128	98 128	85 605	85 605
Steenkolen Mij. „Parapattan"	22 000	22 000	21 000	21 000
Oost-Borneo Maatschappij	12 926	12 926	11 295	11 295
Loa-Boekit kolenmijnen.	3 500[1])	3 500[1])	4 208	4 208
Loa-Teboe kolenmijnen.	670[2])	670[2])	1 709	1 709
Toeajan.....	1 710	1 710	408	408

[1]) geschat;
[2]) werkelijke productie December 1939 1 246 kgt.

Mijnbouw Maatschappij Redjang Lebong.

Gedurende de maand Januari 1940 werden te Lebong Donok:

6 860 metr. tons erts vermalen van gemiddeld { 3,35 g goud per ton. 22,4 g zilver „ „
1 990 metr. „ sands,
4 680 metr. „ slimes.

Geëxtraheerd werden ca. 16 287 g goud en ca. 109 188 g zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 34 200,—.

De bedrijfskosten over Januari 1940 bedroegen ± *f* 48 000,—.

Gedurende de maand Januari 1940 werden te Lebong Simpang:

1 166 metr. tons erts vermalen van gemiddeld 10,76 g goud per ton.
1 162 metr. „ slimes.

Geëxtraheerd werden ca. 10 623 g goud en ca. 6 351 g zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 21 300,—.

De bedrijfskosten over Januari 1940 bedroegen ± *f* 17 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand Januari 1940 werden:

7 641 tons erts vermalen van gemiddeld { 8,4 dwts goud per ton. 94,— dwts zilver „ „
3 000 „ sands,
4 358 „ slimes en
284 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 2 866 ozs. goud en ca. 32 851 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 195 000,—.

De bedrijfskosten over Januari 1940 bedroegen ± *f* 110 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± *f* 3 000,— en voor prospecteeren der nieuwe vergunningsterreinen ± *f* nihil.

Mijnbouw Maatschappij „Zuid-Bantam".

Na het in bedrijf stellen der verwerkingsinstallatie in November j.l. werd de tijd tot het einde van het jaar gebruikt voor het inloopen en beproeven dezer installatie. Daarbij traden enkele onvolkomenheden aan het licht welke, in het bijzonder wat de filterinstallatie betreft, nieuwe voorzieningen noodig maakten.

Deze voorzieningen werden in den loop van Januari j.l. aangebracht, zoodat verwacht mag worden dat in Februari a.s. het bedrijf op volle capaciteit zal kunnen gaan werken; de gemiddelde dagtonnage bedroeg tot nu toe nauwelijks een derde van de capaciteit van de molen.

Tot ult. Januari j.l. werd een geschatte waarde van *f* 83 000,— aan bullion geproduceerd.

Met de geregelde wekelijksche en maandelijksche publicatie van de bedrijfsresultaten zal begonnen worden zoodra het bedrijf regelmatig en tot capaciteit produceert.

De ontwikkeling van de mijn geeft overigens alle reden tot tevredenheid; de ertsreserve per ultimo December 1939 is getaxeerd op rond 520 000 tons met een edelmetaalwaarde van *f* 14 000 000,—.

DOE GEEN MOEITE!

Een vinger slechts is voldoende!

DANK ZIJ
CHEVROLET'S INGENIEUS
VACUUM-SERVO
MECHANISME

De grootste verbetering sinds de uitvinding van de zelfstarter ★ Het eenige versnellingsmechanisme, dat door een simpele beweging van den vinger tegen de stuurkolom-handle in werking wordt gesteld ★ Tachtig procent van de voor het schakelen benoodigde kracht wordt door het mechanisme geleverd!

Dit cylindertje is de „stille werker"

Waarom zou U het zelf doen? Waarom zou U de hand van het stuurwiel nemen? Een eenvoudig mechanisme, waarvan het grootste bestanddeel uit een klein cylindertje bestaat, maakt het thans mogelijk om te schakelen zonder een hand te verplaatsen. U behoeft slechts een vingertop uit te steken! Meerdere merken hebben de versnellingshandle aan de stuurkolom gemonteerd. Maar alleen Chevrolet heeft het Vacuum Servo mechanisme!

CHEVROLET

En alleen Chevrolet heeft 't!

ZIET-RIJDT

EN U ZULT EEN CHEVROLET WILLEN BEZITTEN!

Met het Vacuum Servo mechanisme heeft Chevrolet weer een nieuw kenmerk aan de lange rij van typische Chevrolet eigenschappen toegevoegd.

Opnieuw heeft Chevrolet baanbrekend werk verricht en daarmee bewezen de plaats waardig te zijn, die 's Werelds Favoriet, dank zij de uitgesproken voorkeur van de automobilisten, op de internationale automobielmarkt inneemt.

En bovendien is Chevrolet een General Motors product. De vestiging van dit concern en Nederlandsch-Indië is thans meer dan ooit de beste garantie, die op een automobiel gegeven kan worden.

VACUUM-SERVO...OP ALLE MODELLEN!

GM
JAVA
TANDJONG PRIOK

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

SP. 32

7e JAARGANG
NUMMER 3

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

MAART
1940

VI. TECHNISCHE HYGIËNE EN ASSAINEERING.

INHOUD: Overdracht aan de Regeering der uitbreiding van het Laboratorium voor Technische Hygiëne en Assaineering ten behoeve van technisch-hygiënische onderzoekingen met betrekking tot de atmosfeer in Ned.-Indië. — Over de bijzondere aspecten der luchtbehandeling in de tropen, door prof. dr. ir. C. P. Mom. — *Varia.*

Overdracht aan de Regeering der uitbreiding van het Laboratorium voor Technische Hygiëne en Assaineering ten behoeve van technisch-hygiënische onderzoekingen met betrekking tot de atmosfeer in Ned.-Indië.

Op Zaterdag 20 Januari 1940 had in de collegezaal van het Laboratorium voor Technische Hygiëne en Assaineering aan de Technische Hoogeschool de overdracht aan de Regeering van Ned.-Indië plaats van het aan genoemd Laboratorium toegevoegde verdiepingsgebouw, waarin de werklokalen voor het onderzoek van technisch-hygiënische vraagstukken aangaande de lucht en het tropisch klimaat in Ned.-Indië, zijn ondergebracht.

Deze uitbreiding is tot stand gebracht door het Instituut voor Technische Hygiëne en Assaineering in Ned.-Indië, hetwelk in 1935 reeds het bestaande Laboratorium voor Technische Hygiëne bij de Technische Hoogeschool gesticht had.

De Voorzitter van het Instituut, prof. dr. W. Boomstra opende de samenkomst met de volgende rede:

Mijnheer de President-Curator, ten deze optredende als de Vertegenwoordiger der Regeering van Nederlandsch-Indië,

Zeer geachte aanwezigen,

Wanneer iemand geld ontvangen heeft om er een geschenk voor te koopen, is het een alleszins natuurlijk verlangen, wanneer hij den milden gever (in dit geval zijn het er meerdere) wil laten zien, op welke wijze hij dat geld besteed heeft. Een zoodanig verlangen ligt aan deze bijeenkomst ten grondslag. Begiftigde is het Instituut voor Technische Hygiëne, welk lichaam ik hier als voorzitter daarvan mag vertegenwoordigen. De gevers zijn een aantal particuliere firma's en landsdepartementen; beide groepen zijn hier door een aantal hoofden van departementen en chefs van particuliere firma's vertegenwoordigd. Aan het welkom, dat ik tot U allen richt, voeg ik daarom gaarne een bijzonder woord van welkom toe voor deze stichters, die ik zoo aanstonds bij het uitspreken van mijn dank met name hoop te noemen. Het geschenk zelf bestaande uit een uitbreiding van het Laboratorium voor Technische Hygiëne, dat in 1935 werd gesticht, grootendeels door middel van particuliere giften, hopen wij U straks nader te mogen toonen, nadat het doel van deze uitbreiding U nader zal zijn uiteengezet door den Directeur van het Laboratorium, prof. Mom.

Evenals in 1935 bij de stichting van het Laboratorium zelf, lag het bij deze uitbreiding van den aanvang af in de bedoeling, dat het Instituut voor Technische Hygiëne deze in vollen eigendom zou overdragen aan de Regeering van Nederlandsch-Indië, daarmede tot uiting brengende, dat het hier betreft

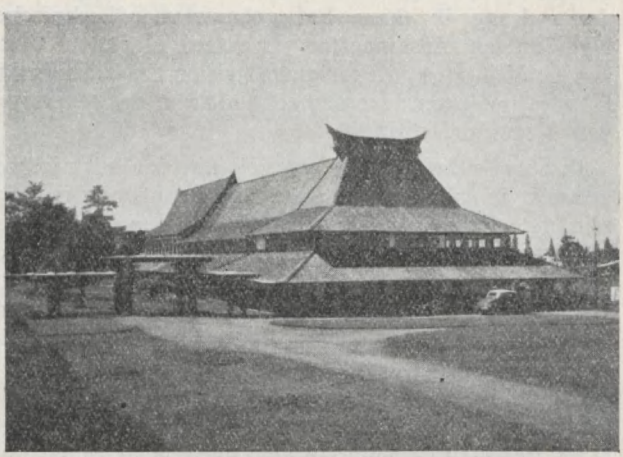


Foto 1. Laboratorium voor Technische Hygiëne, Technische Hoogeschool, Bandoeng.

Foto 2. Laboratoriumkamer, parterre.

Foto 3. Laboratorium met psychrometische kabinetten, parterre.

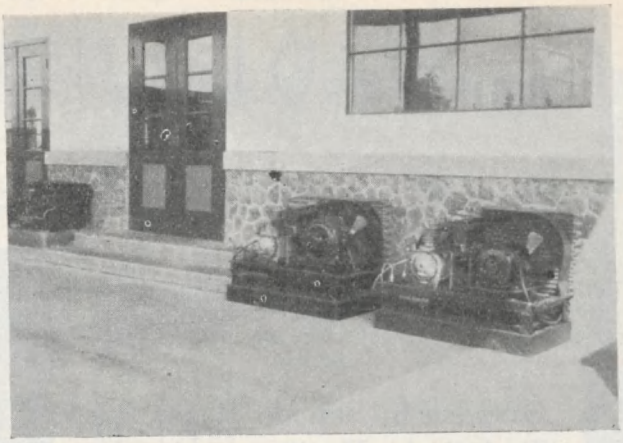


Foto 4. Freoncompressoren der luchtconditioneeringsinstallatie van de psychrometrische kabinetten.

een werk geheel ten dienste van de gemeenschap. De Dienst der Volksgezondheid en de Technische Hoogeschool zijn de beide intermediaire lichamen, welke het voorrecht zullen hebben, deze diensten aan de gemeenschap te mogen realiseeren. Onderwijs, wetenschappelijk onderzoek en toepassing daarvan naar buiten zullen hier hand aan hand gaan. Dat die samenwerking een harmonische zal zijn, wordt daardoor gewaarborgd dat deze gebieden hier een personeele unie vormen met één man, prof. M o m, aan het hoofd daarvan. Hem wensch ik daarom op dezen dag van harte geluk met de totstandkoming van wat hij met de hem eigen volharding heeft nagestreefd.

Ik ga er thans toe over degenen, van wie wij financieelen of daadwerkelijken steun mochten ontvangen, hetzij door een bedrag ad hoc, hetzij door een geregelde contributie, hetzij door gratis bewezen diensten, afzonderlijk te noemen.

Z. E. de Legercommandant, Hoofd van het Departement van Oorlog;

De Directeur van Verkeer en Waterstaat;

benevens de onder hem ressorteerende diensthoofden van Mijnbouw, P. T. T. en Waterstaat, onderafd. Landsgebouwen;

Het Hoofd van den Dienst der Volksgezondheid;

De Directeur van Binnenlandsch Bestuur; benevens het onder hem ressorteerende diensthoofd van Luchtbescherming;

De Vertegenwoordiger der A.N.I.E.M.;

De Directie van het G.E.B.E.O.;

De Directie der N.-I. Gas Mij.;

De Westinghouse Electric Cy. (vertegenwoordigd door de Borsumij);

De General Motors Cy., Frigidaire Division;

De Koninklijke Paketvaart Mij.;

De Staatsspoorwegen.

Aan al de genoemde personen en instellingen betuig ik namens het Bestuur van het Instituut voor Technische Hygiëne mijn oprechten dank.

Niet minder geldt mijn dank onze geregelde contribuanten:

A.N.I.E.M.,
G e v e k e & Co's Technisch Bureau,
Borneo-Sumatra Handel Mij.,
Bataafsche Petroleum Mij.,
L i n d e t e v e s - S t o k v i s,
General Electric Company,
N.I.R.O.M.,
Firma L a u w T j i n,
G.E.B.E.O.,
Ned.-Ind. Gas Mij.,
Bataviasche IJsverkoop Organisatie,
Soerabajasche IJsverkoop Organisatie,
Staatsspoor- en Tramwegen,
N.-I. Spoorweg Mij.,
Semarang — Cheribon Stoomtram Mij.,
Ing. J. C. J a r i n g.

Ten slotte richt ik nog een woord van oprechten dank tot den Provincialen Waterstaat voor het bij den bouw gehouden toezicht en tot de firma T h i o T j o a n T e k voor de keurige uitvoering van het gebouw.

Het aanhooren van deze opsomming was voor U, geachte toehoorders, wellicht eenigszins vermoeiend, op zichzelf is de lengte van deze lijst een verheugend bewijs van de openbare belangstelling in het werk, dat in dit gebouw verricht wordt.

Aan het eind gekomen van deze wordingsgeschiedenis draag ik thans het gebouw voor Technische Hygiëne en Assaineering in vollen eigendom over aan U, Mijnheer de President-Curator der Technische Hoogeschool, ten deze gemachtigde van de Regeering van Nederlandsch-Indië.

Ik spreek daarbij den wensch uit, dat het nieuwe gebouw in alle opzichten moge beantwoorden aan zijn tweeledig doel. Moge het voor den Dienst der Volksgezondheid een centrum worden van belangrijke onderzoekingen op technisch-hygiënisch gebied en voor de Technische Hoogeschool een doeltreffend hulpmiddel voor de opleiding harer aanstaande civiel-ingenieurs in de technisch-hygiënische richting.

*

De Gemachtigde der Regeering, ir. Ch. F. v a n H a e f t e n, President-Curator der Technische Hoogeschool, aanvaardde daarna het geschenk van het Instituut met de volgende woorden:

Mijnheer de Voorzitter van het Instituut voor Technische Hygiëne en Assaineering in Nederlandsch-Indië,

Zooals U zooeven terecht opmerkte is de lange lijst van personen en instellingen, die door hunne bijdragen Uw Instituut in staat hebben gesteld deze uitbreiding van het Laboratorium voor Technische Hygiëne tot stand te brengen, op zich zelf een verheugend verschijnsel. Hieruit valt naar mijne meening een tweetal conclusies te trekken, namelijk dat het doel van deze stichting in ruimen kring belangstelling geniet en voorts dat het vertrouwen bestaat, dat door samenwerking van de Technische Hoogeschool en den Dienst der Volksgezondheid de ontwikkeling van dit onderdeel der Technische Wetenschap op de beste wijze gewaarborgd is.

In het bijzonder in dit tropische land is het voor velen, en vooral voor hen die in de warme kustplaatsen wonen, eene aantrekkelijke gedachte, dat door de ontwikkeling van de luchtconditioneering het in de toekomst bereikbaar zal zijn de nachten in een koel vertrek door te brengen en ontspanning te vinden in localiteiten waar de temperatuur behaaglijk is. Ook zal, indien binnenkort voor de dagverbinding tusschen Batavia en Soerabaja van luchtgeconditioneerde wagens gebruik kan worden gemaakt, deze lange treinreis, welke thans nog, ondanks het reeds veel verbeterde materieel van de S. S. een warme onderneming is, een geheel ander karakter krijgen en zal het reizen in de tropen niet vermoeiender worden dan dat in de landen met een koel klimaat.

Dit zijn slechts enkele voorbeelden, doch een verdere studie van deze materie zal ongetwijfeld op velerlei gebied mogelijkheden openen, welke de voordeelen, die de luchtconditioneering in warme en vochtige klimaten biedt, meer en meer op den voorgrond zullen doen treden.

Het door het Instituut genomen initiatief, om de gelegenheid te scheppen tot het verrichten van onderzoekingen en proefnemingen op dit gebied verdient dan ook alle waardeering en een hartelijke gelukwensch met het bereikte resultaat is zeker ten volle op zijn plaats.

Het College van Curatoren van de Technische Hoogeschool stelt de totstandkoming van deze inrichting te meer op prijs, waar deze onder de kundige leiding van prof. M o m en zijne medewerkers mede ten goede zal komen aan de opleiding van onze jonge ingenieurs.

Ten slotte moge ik aan U, Mijnheer de Voorzitter, den dank van de Regeering overbrengen voor deze nuttige prestatie van het Instituut en verklaar ik namens Haar, gaarne het nieuwe laboratoriumgebouw voor Technische Hygiëne en Assaineering te aanvaarden.

*

Vervolgens werd het woord gevoerd door den Voorzitter der Sectie Koeltechniek en Luchtconditioneering van het Instituut voor Technische Hygiëne en Assaineering in Ned.-Indië, ir. C. P. J. S ü v e r k r o p p:

Mijne Heeren,

Na de woorden van welkom en dank van den Voorzitter van het Instituut voor Technische Hygiëne en Assaineering en van den Gemachtigde der Regeering wil ik nog met een enkel woord de beteekenis toelichten van de gereedgekomen uitbreiding van het Laboratorium ten behoeve van het onderzoek der luchtbehandeling.

Toen op 19 Maart 1935, dus eerst korten tijd geleden, het Laboratorium werd geopend, vond een ieder de ruimte zeer voldoende en ruim berekend, maar al spoedig bleek, dat het onderwerp ter bestudeering zoovele kanten had, welker bestudeering in de huidige ontwikkeling niet te lang konden wachten, dat vanzelf de behoefte aan meer ruimte en betere outillage zich deed voelen. Het is zeker een verheugend feit, dat deze uitbreiding betrekkelijk met weinig moeite tot stand is gekomen, hetwelk door den leider van het laboratorium, prof. M o m, als een voldoening en waardeering voor zijn werk zal worden aangevoeld.

Het is altijd moeilijk voor ons om te realiseeren, welke waarde gehecht wordt aan den hier verrichten arbeid, die nog eerst in het beginstadium is en den opzet heeft om samen te werken met de practische uitvoerders van de installaties, welke betere lucht-

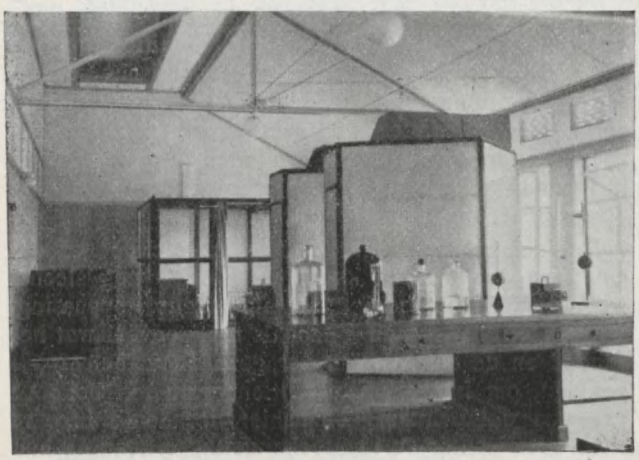


Foto 5. Laboratoriumkamer, 1ste verdieping.

Foto 6. Werkkamer, 1ste verdieping.

voorwaarden voor de omgeving scheppen. Het kan niet anders dan dat dit samenwerken niet altijd voldoet aan de wenschen van beide partijen, daar toch immers de practische uitvoerders gesteld zijn op snelle en gemakkelijk hanteerbare methoden, liefst in schablonenwerk, daar de economie en de concurrentie van het oogenblik dit vaak eischen. Het laboratorium zou echter tekortschieten in zijn taak, als het aan dit verlangen toegaf en de arbeid hier zou verlaagd worden tot een oppervlakkig en eenzijdig onderzoek. Ik acht het noodzakelijk en gelukkig, dat in een rustige sfeer wetenschappelijk onderzoek wordt gedaan, waarvan het resultaat uiteindelijk ten goede zal komen aan het gemeenschappelijk doel, hetwelk laboratorium en uitvoerders zich voor oogen stellen. Aan den eenen kant zal geduld uitgeoefend moeten worden, begrijpen van den arbeid en beschikbaar stellen van opgedane ervaringen, maar de andere partij zal er voor moeten waken, dat de arbeid, hoe interessant hij ook ingericht zij, niet steriel blijve door het begeven op zijpaden. Deze laatste taak is wellicht niet de gemakkelijkste, doch deze kan vergemakkelijkt worden door een begrijpen van de moeilijkheden en het schenken van vertrouwen.

Dit zijn de eerste voorwaarden van vruchtbaren arbeid en samenwerking en ik spreek hierbij de hoop uit, dat deze in ruime mate zullen worden geschonken, tot groote voldoening ongetwijfeld van hen, die aan het tot stand komen van dit laboratorium hebben meegewerkt en van den leider van den hierin verrichten arbeid.

Over dezen arbeid zal Prof. M o m U een en ander mededeelen en met genoegen ruim ik voor hem mijn plaats in.

*

Tenslotte sprak het Hoofd van het Laboratorium voor Technische Hygiëne, prof. dr. ir. C. P. M o m, een rede uit „Over de bijzondere aspecten der luchtbehandeling in de tropen", welke hierna is opgenomen.

Na afloop der plechtigheid begaven alle aanwezigen zich naar de nieuwe laboratoria, waar enkele demonstraties werden gegeven, o.a. van het psychrometrisch onderzoek in een tweetal gekoppelde dubbelwandige en geïsoleerde kabinetten en van het onderzoek van warmtewerende materialen.

Op de hierbij gevoegde foto's is het laboratoriumgebouw in zijn huidige uitwendige gedaante afgebeeld en zijn eenige gedeelten van het interieur weergegeven.

Over de bijzondere aspecten der luchtbehandeling in de tropen

door

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

(Rede uitgesproken ter gelegenheid van de overdracht aan de Regeering der uitbreiding van het Laboratorium voor Technische Hygiëne en Assaineering ten behoeve van technisch-hygiënische onderzoekingen met betrekking tot de atmosfeer in Ned.-Indië).

Geachte aanwezigen.

Bij het in gebruik nemen van het nieuwe Laboratorium voor de bestudeering van de technologie en de techniek der luchtbehandeling hier te lande, is het zeker wel de rechte tijd en hier de juiste plaats om te spreken over de aanleiding tot oprichting van dat Laboratorium en daarmede de vraag te beantwoorden waarom de studie der luchtconditioneering hier te lande noodig werd geacht.

In dit verband moge eerst kort uiteengezet worden voor welke doeleinden de luchtconditioneering elders toepassing heeft gevonden en daarbij uitkomst heeft gegeven op het gebied der techniek en der hygiëne.

De eerste toepassingen der luchtconditioneering betroffen de katoenspinnerijen in het midden en zuiden van Noord-Amerika, die opgericht werden te midden van den katoenaanplant alwaar luchtcondities heerschten, die het maken en verwerken van katoendraden onmogelijk maakten vanwege de droogte der omringende atmosfeer. De bedoelde fabricage vereischt namelijk een bepaalden, vrij hoogen vochtigheidstoestand der lucht. Is deze beneden een zekere grens, dan heeft de bundel katoenvezels waaruit de draad bestaat geen sterkte; is de vochtigheid boven een bepaalde grens gelegen, dan krinkelen de draden ineen en zijn in dien toestand evenmin te verwerken.

De luchtbehandeling, die in de katoenspinnerijen de lucht op de gewenschte condities bracht, veroorloofde de spinnerijen op te richten op die plaatsen waar de vezel groeide, hetgeen een zeer gunstige economische factor voor de katoenindustrie was. Groote bedragen werden in de luchtbehandeling geïnvesteerd en hierdoor trok deze techniek in zoo ruime kringen de aandacht, dat ze weldra toepassing vond in velerlei andere industrieën, die eveneens te kampen hadden met ongunstige condities van de lucht. Belangrijke technische en economische successen werden aldus verkregen; nieuwe werkwijzen, die voorheen niet konden worden toegepast, werden uitvoerbaar en sinds 1920 kan men zeggen, dat de luchtconditioneering in de techniek een voorname plaats heeft ingenomen.

De luchtbehandeling ten behoeve van de gezondheid van den mensch kwam later en is nog slechts weinig jaren in eenigszins algemeene toepassing. Aanvankelijk was men — zooals met zooveel wat het behoud en de bevordering der gezondheid betreft — geneigd, om in de luchtconditioneering ten behoeve van ons welbevinden een schier decadente luxe te zien. Toen echter de luchtbehandeling erkenning had gevonden als gezondheidstechniek, heeft ze in korten tijd een zoo merkwaardig hooge vlucht genomen, dat

men alleen hierdoor al genoopt wordt om verder te denken dan de primitieve gedachtenassociatie van luchtbehandeling en luxe, die alleen berust op de overweging, dat de luchtbehandeling iets nieuws is.

De luchtbehandeling vond het eerst toepassing voor de verwarming zoowel als voor de koeling van kantoren, vergaderzalen, restaurants, winkels, spoorwegrijtuigen, schepen, kortom op al die plaatsen, waar zich vele menschen in een klein bestek bijeen bevinden. Met behulp van luchtconditioneering werd aldus aan onhoudbare of hoogst gebrekkige toestanden ten aanzien van de versche luchtvoorziening een einde gemaakt. Daarna kwam de toepassing der luchtconditioneering in woonhuizen — vooral in slaapkamers — in gebruik en tenslotte deed de luchtconditioneering haar intrede in ziekenhuizen. Voor onderzoek- en operatiekamers werd luchtconditioneering als een eisch van moderne inrichting gesteld en nieuwe geneeswijzen, gebaseerd op bijzondere luchtcondities, werden ingevoerd.

Na deze opsomming van toepassingen der luchtbehandeling elders, is het hier de plaats voor een beschouwing over de bijzondere aspecten der luchtconditioneering in de tropen, die voor Indië van belang zijn.

Men leert deze kennen bij het overdenken van den invloed der tropische warmte op het menschelijk lichaam.

De tropische landen zijn door de eeuwen heen voor den Westerling wel is waar bewoonbaar gebleken, maar niet houdbaar op den langen duur en uit een practisch oogpunt beschouwd, *niet voldoende houdbaar*.

Rondom de stelling, die ik hier uitspreek, heerscht een levendige strijd van meeningen. Men heeft tegen deze stelling aangevoerd, dat er in de tropen verschillende nederzettingen zijn van Westerlingen, die daar ettelijke geslachten verbleven zijn en die zich als blanke samenleving gehandhaafd hebben. De meeste ter zake aangebrachte voorbeelden zijn echter bij nader onderzoek van weinig waarde gebleken, doch als een bewijskrachtig feitelijk voorbeeld is overgebleven een volksplanting van blanken in Queensland, gelegen in tropisch Australië.

Dat geval toont evenwel nog niet aan, dat de Westerling zich individueel in de tropen even lang kan handhaven en zich daar even wel bevindt als in een gematigd klimaat. Een gegeven betreffende een massa doet ons nog niet het individu kennen. Voor het ras gelden andere maatstaven dan voor den persoon. Vragen die bij het rasonderzoek niet beantwoord worden, doch die voor het individu van groote beteekenis zijn, zijn bijvoorbeeld de persoonlijke vragen: voelt gij U behaaglijk, voelt ge U in staat tot de prestaties, waartoe ge U onder gunstige condities bekwaam weet? En als hierop door vele individuen ontkennend geantwoord wordt, dan kan het betrokken ras daarbij nog zeer wel eeuwen stand houden, want er bestaat uiteraard een groote naijling tusschen een zekere depressie van het individu en den ondergang van het volk.

Behaaglijkheid is het eerste begin van gezondheid en dus een zeer alledaagsche zaak van gewone menschen. Om deze zaak te leeren kennen, moeten we afdalen in de massa en afzonderlijke individuen of kleinere groepen van personen beschouwen.

Wanneer wij ons daarbij tot het individu in de tropen bepalen en ons afvragen, wáárdoor de druk op lichaam en geest, dien elke tropenbewoner welhaast dagelijks ondervindt, wordt veroorzaakt, dan is het simpele antwoord van het eenvoudige gezonde verstand: dat is de warmte.

Hier zijn geen wetenschappelijke bewijzen noodig. De zeden en gewoonten in de tropen en ook hier te lande spreken een voldoend duidelijke taal. Wanneer men de beweging ziet der bewoners van de kustplaatsen naar koelere oorden, als ze zich aangenaam willen gevoelen, wanneer men voorts let op onze kleeding, onze huizen en onze vacantieverblijven, dan ziet men daarin altoos één hoofdmotief: het motief der afwering van de tropische warmte, een streven, dat ten slotte tot het uiterste gevoerd wordt in een periodieke evacuatie uit de tropen, het Europeesch verlof.

Zeker, er zijn ook natuurwetenschappelijke gegevens aangaande den druk der tropische warmte, die het direct verband tusschen den warmtetoestand onzer omgeving en ons innerlijk welbevinden aangeven. R a d s m a heeft onweerlegbaar aangetoond, dat onze lichaamstemperatuur een functie is van het koelend vermogen onzer omgeving en dat onze lichaamstemperatuur in de tropen hooger is dan in de gematigde luchtstreken. En wij weten voorts, dat lichaamstemperatuur, bloedcirculatie, stofwisseling, weerstand tegen infecties en arbeidsvermogen ten nauwste met elkaar samenhangen. Verder zijn elders en ook hier te lande tamelijk nauwkeurig de grenzen van het zoogenaamde behaaglijkheidsgebied bepaald, waarin de initiale voorwaarde voor ons welbevinden: een constante lichaamstemperatuur beneden 37°, vervuld is en wij weten dat het het lichaam steeds grooter inspanning kost om zijn warmte-evenwicht te bewaren, naarmate de luchtcondities verder verwijderd zijn van de grenzen van evengenoemd behaaglijkheidsgebied.

Maar deze gegevens hebben we niet noodig als bewijzen voor den druk der hitte, het zijn slechts verklarende toelichtingen.

De sociale verschijnselen, die straks genoemd werden, zijn hier overtuigend en het duidelijkst spreekt in deze wel het periodiek verlof naar Europa of althans een koele luchtstreek. Dit is toch een der meest karakteristieke kenmerken van een Westersche samenleving in de tropen. Overal in de tropen vindt men dit kenmerk terug en naarmate het tropisch klimaat warmer en vochtiger is, is het verlof frequenter. Vastgesteld moge dus worden, dat dit periodiek verlof in algemeenen zin een noodzakelijkheid is, al zijn er ook Westerlingen, die tientallen jaren achtereen in de tropen betrekkelijk gezond blijven zonder verlof en voor wie het verlof geen voorwaarde is om in het leven te blijven.

Men kan de laatstbedoelde Westerlingen in de tropen, die weinig of geen druk van het klimaat ondervinden, gemakkelijk onderkennen.

Daar is bijvoorbeeld de groep der tropische indolenten, die wèl onder den druk der tropen staan, doch hierin een welkom excuus vinden voor den geringen arbeid dien ze presteeren. Zij compenseeren de inspanning, die ze zich voor hun warmteregeling moeten getroosten met de onthouding van anderen arbeid en zijn met deze prettige regeling juist zeer tevreden.

Een andere groep wordt gevormd door die personen, die zeer gemakkelijk hun overtollige lichaamswarmte kunnen doen afvloeien, wier warmteregelingsorganen zeer vlot werken en die dus door dezen lichamelijken arbeid niet gehinderd worden in hun overige prestaties.

Een derde groep bestaat uit lieden van het dictatortype, menschen die hun werk verrichten bij ingeving, die hun handelingen vooraf niet moeizaam behoeven te overdenken en die hun voornemens zeer gereedelijk tot uitvoering brengen. Deze personen hebben altijd nog wel eenig arbeidsvermogen beschikbaar voor hun physieke warmteregeling en worden daardoor dus in den regel weinig geremd. Maar dit type is onder ons — als zijnde niet specifiek Hollandsch — betrekkelijk weinig frequent.

Daarnaast staat echter een groote groep van Westerlingen in de tropen, die slechts met een zekere inspanning hun overtollige lichaamswarmte kunnen afvoeren en die zich toch gaarne geheel aan hun werk geven. Deze soort menschen met trage warmteregeling doch met een ijverigen geest, lieden die gaarne het nieuwe onderzoeken — en deze laatste eigenschap kan men uiteraard in den kolonialen Westerling verwachten — hebben het niet altijd aangenaam in de tropen en voor dezulken, die het overgroote deel der Westersche samenleving vormen, geldt de *noodzaak* van het Europeesche verlof.

De bedoeling van dat verlof is een periodieke restauratie van het lichaam en den geest en wanneer wij nu alleen op het lichaam letten, dan is hier een aanwijzing te zien op een langzamen physieken achteruitgang van den Westerling in de tropen, welke zich onder de normale levensomstandigheden voltrekt en die op zeker moment gecorrigeerd moet worden.

Nu is de normale gang van zaken in ons leven, dat wij overdag werken tot wij moede zijn geworden en dat wij ons des nachts herstellen door rust in den vorm van slaap, ten einde aan het begin van iederen dag weer op het normale peil onzer levenskrachten te staan.

De gemiddelde Westerling blijkt nu in de tropen bij het nachtelijk herstel niet telkens hetzelfde peil te kunnen bereiken, doch iederen dag iets van zijn reservekracht te moeten opofferen en voor velen komt dan de dag waarop de voorraad daarvan uitgeput is.

Dit algemeen ervaringsfeit onder de oogen ziende, dringt zich de vraag op of wij hieraan iets kunnen veranderen.

Een zeer onbevredigende oplossing, die slechts weinigen zullen willen en kunnen aanvaarden, is minder arbeid te presteeren, zoodat ook de regeneratie van het lichaam gedurende de rustperiode minder kan zijn.

Een andere oplossing is het intensiveeren van de rust en daardoor in elken nacht een verdergaand herstel van krachten te bewerken.

Dit laatste nu is te bereiken door te slapen in een atmosfeer van een zoodanig warmteniveau, dat het lichaam gedurende den slaap niet tot een bepaalden arbeid geprikkeld wordt ten behoeve van de regeling der lichaamswarmte, d.w.z. dat er geen organen aan het werk behoeven te zijn als warmtepomp, om warmtestuwing te vermijden.

Het zou hier te ver voeren om op de physiologie van de warmteregeling in te gaan; volstaan wordt met te vermelden, dat door zeer veelzijdig experimenteel onderzoek is komen vast te staan, dat men, om in een warm klimaat gedurende den slaap zooveel mogelijk te rusten — d.w.z. niet behoeven te transpireeren, zoodat het zweetmechanisme in rust kan blijven — zich moet bevinden in een omgeving met een temperatuur die ten hoogste 26° C, doch bij voorkeur enkele graden lager is.

In het kustklimaat in Ned.-Indië kan men binnenshuis des nachts deze condities practisch nimmer bereiken zonder kunstmatige koeling en hiermede is het zeer bijzondere aspect van de luchtconditioneering in de tropen aangewezen.

Het koel slapen in een kustklimaat is voor den Westerling, die zich hier te lande gewoonlijk in de krachtigste periode van zijn leven bevindt en daardoor geneigd is zich naar zijn sterkste vermogen aan zijn arbeid te geven, van zooveel beteekenis voor de regeneratie zijner lichaamskrachten, dat hier zeker met recht van een maatschappelijk belang mag gesproken worden.

Ik kan niet nalaten hier te waarschuwen voor het dadelijk trekken der conclusie, dat luchtconditioneering in de slaapkamer de verloven overbodig zou maken. Een dergelijke zuinigheidsoverweging zou ik als misanthropisch willen kenmerken. Want afgezien van de waarde van het Europeesch verlof voor den geest, mag men hierbij toch ook wel overwegen wat er mede gewonnen is als men óók de laatste jaren voor zijn Europeesch verlof nog frisch van lichaam en geest is en dat het verlof dán een uitspanning en verfrissching kan zijn en niet, zooals het nu al te vaak is, een herstel ter elfder ure voorafgegaan door eenige jaren van zich moeizaam voortsleepen.

Naar mijn meening ligt de toekomst der luchtconditioneering in de tropen in de eerste en verreweg de belangrijkste plaats in de bevestigde mogelijkheid van het koele slapen en deze mogelijkheid vooral dient daarom in ons klimaat tot ontwikkeling te worden gebracht. Het vraagstuk van het koel slapen heeft bij al zijn belangrijkheid de aantrekkelijkheid van tal van zeer goed uitvoerbare oplossingen. Immers in den slaap is het individu voor een langen tijd gefixeerd, waardoor het betrekkelijk eenvoudig wordt om het klimaat in de onmiddellijke omgeving van den slaper te veranderen.

Op dit aspect der luchtconditioneering in de tropen moge dáárom nog bijzonderlijk de aandacht gevestigd worden, omdat het niet gemakkelijk gezien wordt, wijl het *object in casu: het klimaat* zoo groot is.

In een recente publicatie van de American Geographical Society, getiteld „White Settlers in the Tropics", waarin een zeer compleet overzicht wordt gegeven van alle tot heden verrichte desbetreffende onderzoekingen, komt Grenfell Price tot deze merkwaardige conclusie:

„one is inclined to conclude that man was not made for hot climates, however adequate the temporary defenses against heat may be".

Doch daar wij nu eenmaal in de tropen zijn, staat ons niets anders te doen dan de bescherming tegen het tropisch klimaat uit te breiden. Ik hoop, dat dit Laboratorium een en ander zal mogen bijdragen om in het bestaande tekort te voorzien en verder zal mogen arbeiden aan de opheffing der techniek tot gezondmaking, al was het alleen maar bij wijze van een poging tot compensatie van de ontwikkeling der techniek tot vernietiging van het menschdom.

Maar deze gezondheidstechniek heeft toch ook een meer practische beteekenis. Gezondheid zonder behaaglijkheid is als voedsel zonder smaak, als onderwijs zonder sport en spel. Het nut van deze toevoegingen behoef ik niet te bepleiten, want het weglaten daarvan is welbewezen oneconomisch. En zoo is het óók met den factor koelte in het leven in de tropen.

Door de toepassing der luchtconditioneering in de tropische geneeskunde heeft deze techniek nog een ander belangrijk gezondheids-aspect gekregen.

Luchtconditioneering in operatie- en in onderzoekkamers kan het werk van den medicus zeer vergemakkelijken en bevordert daardoor de geneeskunde. Luchtkoeling in ziekenhuizen in de Indische kustplaatsen kan voor herstellenden, wier krachten juist tekort schieten om het er boven op te halen, redding beteekenen. Voor allen zal luchtconditioneering den reconvalescentietijd bekorten. In Amerika, waar luchtconditioneering op ruime schaal in enkele groote ziekenhuizen is toegepast, heeft men in dit opzicht zeer gunstige resultaten gezien.

In het Corey Hill Hospital te Brookline (Ma.) was het algemeen sterftecijfer van operatiepatiënten voor en na de invoering van luchtbehandeling resp. 4,5% en 1,2%. In het Boston Infants Hospital werd de sterfte der te vroeg geboren kinderen door luchtconditioneering gereduceerd van 28,9% tot 0,7%.

Luchtconditioneering in mijnen is veelvuldig toegepast moeten worden om delfstoffen op groote diepten te kunnen winnen. De grootste luchtconditioneeringsinstallatie ter wereld is aanwezig in een mijn, n.l. de Deep Rand goudmijn in Zuid-Afrika.

Ook in Indië is gebleken, dat men ten behoeve van de exploitatie van diepe mijnen noodzakelijk de beschikking moet hebben over meer en nauwkeuriger gegevens betreffende de arbeidsmogelijkheden in een warme vochtige atmosfeer.

Nog een ander hygiënisch aspect der luchtbehandeling is de koeling van spoorwegrijtuigen in de tropen.

In de landen, waar de spoorwegrijtuigen des zomers reeds geconditioneerd zijn, heeft het publiek dezen goeden wil der spoorwegdirecties met een druk gebruik van de koele rijtuigen gehonoreerd, zoodat deze technische verbetering van het reizen zichzelve ruimschoots betaald heeft.

Het lijdt geen twijfel, dat de aanstaande invoering der luchtconditioneering op de spoorwegen hier te lande dezelfde ervaring zal opleveren.

Ook in de sombere vraagstukken van onzen tijd aangaande gasbescherming en inrichting van schuilkelders heeft de studie der luchtconditioneering hier te lande fundamenteele richtlijnen kunnen aanwijzen. Ook hier is een specifiek tropisch element aanwezig in de te volgen werkwijze, dat alleen door onderzoek in de tropen zelve wordt ontdekt, doch hierop kan ik niet dieper ingaan.

Liever releveer ik hier nog enkele toepassingen der luchtconditioneering in zuiver technische bedrijven, waarvan ik reeds noemde de luchtbehandeling in de textielfabrieken. In verschillende aanverwante technische bedrijven, die vezelstoffen verwerken, zooals de papierfabricage en de drukkerijen is eveneens de regeling van de temperatuur en vochtigheid der lucht van eminent belang gebleken te zijn. Hetzelfde geldt voor werkplaatsen, waarin gevoelige mechanische en electrische meet- en regelinstrumenten zijn opgesteld.

Deze grepen uit het onderzoek aangaande de luchtbehandeling hier te lande mogen doen inzien, dat wij ons op velerlei gebied aan ernstige schade blootstellen, wanneer wij de studie van hetgeen wij aan de tropische atmosfeer kunnen verbeteren, zouden verwaarloozen.

Het is nu eenmaal zoo en niet anders, dat wanneer wij een nieuwe techniek — welke ook — willen gaan toepassen, altijd tegelijk daarmede ook nieuwe hulpmiddelen uit een ander gebied moeten worden ingevoerd. Het front der zich ontwikkelende techniek verplaatst zich steeds over zijn volle breedte en het is in hooge mate oneconomisch om op eenig punt achter te blijven, want door op één punt te weinig wetenschappelijk te zijn, wordt men onpractisch over de geheele linie. En nu wij weer een tijdperk zijn ingetreden, waarin wij meer dan ooit op onszelf zullen zijn aangewezen, is het goed dat wij ons realiseeren, dat ieder in eigen huis alles zelf zal moeten onderzoeken.

De nieuwe uitbreiding van dit Laboratorium ten behoeve van het onderzoek der vorenvermelde vraagstukken is tot stand gekomen door de samenwerking van vele belanghebbenden.

Deze samenwerking is verheugend, maar het resultaat daarvan is in veel breeder verband belangrijk.

Dit Laboratorium is daardoor een Instituut geworden van waaruit het geheele gebied der huidige Technische Hygiëne met betrekking tot den bodem,

het water en de lucht bestreken wordt. Maar bovendien is in dit Laboratorium een eenheid gevormd, waarin de wetenschap, het onderwijs en de practijk der Technische Hygiëne hecht vereenigd zijn.

Het belang van deze samenwerking, waaraan particulieren en Gouvernementsinstellingen in een gezonde en oprechte verstandhouding deelnemen, kan niet te hoog worden aangeslagen.

Want zien wij naar Nederland, waar men in den Staatsdienst op allerlei zeer verwante gebieden en ook wel op hetzelfde gebied tal van afzonderlijke laboratoria aantreft, die naast elkander een solitair bestaan leiden, dan bemerkt men aldaar groote ontevredenheid over deze, zoowel in wetenschappelijk als in practisch als in economisch opzicht ondoelmatige organisatie.

Men zal goed doen zich in Indië te hoeden voor de fouten, die in het vaderland gemaakt zijn en er zal geen voedsel mogen gegeven worden aan een ondoelmatig sectarisch streven, hetzij dit komt van de zijde der wetenschap, hetzij van de zijde der practijk.

Moge daarom de gelukkige combinatie van wetenschap, onderwijs en practijk, die in dit Laboratorium aanwezig is, bestendigd blijven in de huidige eenheid van technisch-hygiënische wetenschap en practijk der assaineering.

VARIA.

Prestaties van teekenaars door luchtconditioneering verhoogd.

De Detroit Edison Company meldt een toename van 51% in de prestaties gedurende den zomer van haar teekenaars sinds deze naar een nieuw, geheel gesloten gebouw met luchtconditioneering zijn verhuisd.

Tengevolge van de radicale afwijkingen van het gewone plan heeft dit nieuwe gebouw in wijde kringen de aandacht getrokken van ingenieurs en architecten. Het is geheel zonder vensters, zes verdiepingen hoog en beslaat een oppervlakte van 83 m bij 40 m. Het daglicht treedt op elke verdieping naar binnen door een band van glazen bouwsteenen, die op elke etage rondom in den muur is verwerkt. Suppletoir is electrische verlichting aangebracht.

Totale luchtconditioneering en intensieve verlichting hebben het mogelijk gemaakt om een zuiver rechthoekig gebouw te ontwerpen zonder de binnenplaatsen, die gewoonlijk noodig zijn om daglicht en versche lucht in het gebouw toe te laten. Dit gebouw van zes verdiepingen bevat evenveel bruikbare ruimte als een conventioneel type van acht etages zonder luchtbehandeling, zoodat de kosten van de luchtconditioneeringsinstallatie ruimschoots vergoed werden door de besparingen in de uitgaven voor den bouw en het onderhoud.

In de teeken- en onderzoekafdeeling werd nagegaan welke uitwerking de „perfect environment" op de arbeidsprestaties had. Een werkeenheid werd bepaald en nu bleek, dat in den zomer van 1937 zonder luchtconditioneering voor 8 988 werkeenheden 5 008 man-uren noodig waren; in den zomer van 1938 met luchtconditioneering vereischten 10 474 werkeenheden 3 872 man-uren. Het resultaat der betere omgeving was dus een toeneming in efficiency van 51%.

Toen dit cijfer zoo hoog bleek te zijn, hebben de onderzoekers het geval met de teekenaars besproken. De een zeide dat zijn verlies aan tijd gedurende warm weer beïnvloed werd door vele factoren, die aan zijn contrôle ontsnapten. Nu eens ontdekte hij juist wanneer hij aan het werk wilde gaan, dat hij met zijn elleboog een vlek op het papier had gemaakt, zoodat het verwisseld moest worden, dan weer viel het calqueerpapier door een windvlaag door het raam op den vloer, of werd het teekenpapier vuil door binnengewaaid stof. Een ander roemde de uitwerking van de luchtconditioneering op het calqueeren van kaarten. In het calqueermateriaal is katoen verwerkt, waarvan de vezels zich onder verschillende luchtcondities telkens anders gedragen. Wanneer een kaart in gedeelten gecalqueerd moest worden, pasten vroeger op twee of drie achtereenvolgende dagen, de deelen nooit precies aan elkaar. Dat veranderde geheel toen de luchtcondities in het nieuwe gebouw constant gehouden werden.

Al deze kleine ongemakken en afleidingen maakten, dat men in een met buitenlucht geventileerde ruimte meer dan tweemaal zooveel tijd noodig had om een bepaald werk af te maken dan in een kamer met luchtbehandeling.

Tenslotte werd de behaaglijkheid, die den teekenaars in het nieuwe gebouw bezorgd was, als de voornaamste factor beschouwd, die tot de sterke toename der prestaties van die afdeeling had bijgedragen.

M.

Heating & Ventilating, Air Conditioning, 36, 1939, 50.

Instituut voor Technische Hygiëne en Assaineering.

De Sectie voor Koeltechniek en Luchtconditioneering van bovengenoemd Instituut heeft wederom een luchtconditioneeringsdag georganiseerd, te houden op den 12den en den 13den April a.s.

De vergadering op den 12den zal worden gehouden des avonds, aanvangende te 7 uur, in de nieuwe zaal van het Hotel Preanger.

De vergadering op den 13den zal worden gehouden des ochtends, aanvangende te 8 uur in de collegezaal van het Laboratorium voor Technische Hygiëne der Technische Hoogeschool.

In aansluiting hierop zal de huishoudelijke vergadering voor Leden der Sectie voor Koeltechniek en Luchtconditioneering worden gehouden.

Het programma is als volgt samengesteld:

Vrijdagavond 12 April.

Spreker: Dipl. Ing. B. de Vistarini
Onderwerp: Richtlijnen voor het ontwerpen van gebouwen met luchtconditioneering in Ned.-Indië.

Spreker: Ir. T. Kouwenaar (Aniem)
Onderwerp: De beteekenis van de luchtconditioneering in de Vereenigde Staten en de ervaringen met de ruim 500 in Ned.-Indië toegepaste luchtconditioneerings-installaties met electrisch aangedreven compressoren.

Zaterdagochtend 13 April.

Spreker: Ir. P.J. Fritzlin (IJs-Mij. Petodjo)
Onderwerp: Bedrijfservaringen met een ijsgekoelde bioscoop in Ned.-Indië.

Spreker: Ir. J.G. Bueters (Borsumij)
Onderwerp: Electrostatische luchtreiniging.

Spreker: Ir. J.J. Wildschut (S.S.)
Onderwerp: Mededeeling over de gekoelde rijtuigen van de S.S.

Spreker: Ir. J.A. Wiesebron
Onderwerp: Vergelijkende onderzoekingen over het behaaglijkheidsgebied.

Spreker: Dr. E. Janssen, Arts
Onderwerp: Enkele medische waarnemingen in geconditioneerde lucht.

Spreker: Ir. R.J.H. Pot
Onderwerp: Luchtconditioneering bij de Artillerieinrichtingen.