6e JAARGANG
NUMMER 8

AUGUSTUS
1939

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

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

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

waarin opgenomen

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

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

Commissie van Redactie:
Voorzitter: prof. ir. 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: Prinses Irene. — Redactiewisseling. — Verklaring voor de schijnbare verhooging van de vloeigrens bij spanningsspitsen in staalconstructies, door prof. ir. P. P. Bijlaard. — De berekening van elastisch-symmetrische raamliggers met behulp van de vereffeningsmethode van Cross, door ir. O. Bax Stevens (slot). — *Berichten van allerlei aard:* Commissie v. d. stichting v. e. Aula der T. H.; Normalisatie; Octrooien. — *Ontvangen geschriften.* — *Personalia.* — *Koninkl. Inst. van Ingenieurs:* Bestuursmededeelingen.

De Groep Nederlandsch-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, eerbiedig deelend in het groote geluk van het Prinselijk Gezin en van Hare Majesteit, de Hooge Beschermvrouwe van het Instituut, begroet met onvermengde blijdschap de geboorte van Prinses

Irene Emma Elisabeth van Oranje-Nassau.

Dat Zij voorspoedig opgroeie en lang moge leven, tot vreugde onzer Koninklijke Familie, ten zegen van alle Volken onder de Nederlandsche Vlag.

Redactiewisseling.

Met de verschijning van het vorig nummer van ons tijdschrift is ondergeteekende, in verband met zijn buitenlandsch verlof, afgetreden als voorzitter der redactiecommissie. In zijn plaats werd door het Groepsbestuur van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs benoemd prof. ir. P. P. Bijlaard.

Het lijkt ons overbodig Bijlaard bij onze lezers op breedvoerige wijze in te leiden. Slechts moge hier met erkentelijkheid worden aangeteekend, hoe zijn voortdurende daadwerkelijke belangstelling in ons tijdschrift zeer veel heeft bijgedragen tot den naam, welken *De Ingenieur in Ned.-Indië* zich langzamerhand in binnen- en buitenland heeft weten te veroveren.

Met de beste wenschen voor de verdere ontwikkeling van ons orgaan, met den oprechten dank aan mijn mede-redactieleden voor hetgeen zij deden en aan allen, die op eenigerlei wijze tot den groei van ons tijdschrift hebben bijgedragen, geef ik hierbij met vol vertrouwen de redactioneele leiding aan den nieuwen voorzitter over.

C. G. J. Vreedenburgh.

Het is mij een aangename plicht namens het Groepsbestuur hier te lande van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs den aftredenden voorzitter van de redactiecommissie, prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh, hartelijk dank te zeggen voor de voorbeeldige wijze waarop hij zich van zijn taak heeft gekweten.

Door zijn groote activiteit en werkkracht en niet minder door zijn eigen bijdragen is het Vreedenburgh gelukt *De Ingenieur in Ned.-Indië* te maken tot een tijdschrift waar we trotsch op kunnen zijn en dat wat wetenschappelijken inhoud betreft de vergelijking met elders verschijnende ingenieurstijdschriften glansrijk kan doorstaan.

Prof. Vreedenburgh zij met zijn familie een aangenaam verlof en een prettig werken aan de Delftsche Hoogeschool toegewenscht.

Gaarne heb ik voldaan aan het verzoek van het Groepsbestuur om tijdens het verlof van collega Vreedenburgh het voorzitterschap van de redactiecommissie op mij te nemen, erop vertrouwende dat mijn mederedactieleden mij hierbij op even kundige wijze zullen bijstaan als zij het mijn voorganger deden. Tevens doe ik een beroep op degenen, die tot nu toe door hunne bijdragen ons tijdschrift maakten tot wat het thans is en nog meer op hen, die tot nu toe nog niet over hun werk publiceerden, om ertoe mede te werken *De Ingenieur in Ned.-Indië* meer nog dan thans het geval is, een goede weerspiegeling te doen geven van hetgeen hier in dit mooie land op ingenieursgebied wordt verricht.

P. P. Bijlaard.

Verklaring voor de schijnbare verhooging van de vloeigrens bij spanningsspitsen in staalconstructies *)

door

prof. ir. P. P. BIJLAARD.

Korte inhoud.

Op grond van schrijvers theorie der plaatselijke plastische vervormingen wordt een verklaring gegeven van de schijnbare verhooging van de vloeigrens, die bij spanningsspitsen optreedt. Het vloeien geschiedt discontinu in plaatselijke vervormingsstrooken (vloeilijnen). Wegens de verhindering der zijdelingsche contractie is voor het ontstaan van zoo'n vervormingsstrook als regel reeds een lijnspanning $2\sigma_v/\sqrt{3} = 1{,}154\sigma_v$ noodig, als σ_v de onderste vloeigrens voorstelt en in het algemeen een in het vlak van de strook werkende schuifspanning $\sigma_v/\sqrt{3} = 0{,}577\,\sigma_v$. Bij spanningsspitsen wordt een glijden langs de met schuifspanning verzadigde vervormingsstrooken in de zoogenaamde vloeirichting echter door het aansluitende elastisch vervormende materiaal verhinderd, waardoor bij verdere belasting de normaalspanning op deze vlakken, die niet voor de plastische vervorming maatgevend is, nog willekeurig kan aangroeien. Eerst bij het optreden van meerdere van schuifspanning verzadigde vlakken, afhankelijk van onregelmatigheden in afmeting en materiaal, waarbij de maximum randspanning σ_{max} belangrijk grooter dan $1{,}154\,\sigma_v$ zal zijn, zal een meetbare plastische vervorming mogeliik worden. Een en ander is in goede overeenstemming met de proeven van Rinagl.

Zooals het eerst door proeven van Eiselin[1]) werd aangetoond en later door metingen van Bierett[2]) aan groote oogstaven bevestigd werd, blijft het materiaal langs een boutgat in een door een trekkracht P belaste vloeistalen plaat zich elastisch gedragen en de wet van Hooke volgen tot de maximum spanning σ_{max} langs het gat ver boven de uit de gewone trekproef bepaalde elasticiteitsgrens σ_p — die bij vloeistaal met de evenredigheidsgrens samenvalt — is aangegroeid[3]). Voor een dergelijke, door de in het gat geplaatste bout belaste, oogstaaf is de volgens de elasticiteitstheorie berekende maximum spanning σ_{max} ongeveer 4 maal zoo groot als de over de netto doorsnede F_n berekende gemiddelde spanning $\sigma_n = \frac{P}{F_n}$. Bierett vond echter, dat de evenredigheidsgrens eerst werd bereikt bij een max.

*) Voorloopige mededeeling.

1) Eiseli .. *Der Bauingenieur*, p. 250 (1924).

2) Bierett. *Mitt. Deutsche Materialprüfungsanstalten.* Sonderhelft XV (1931).

3) Zie ook mijn Diësrede 1934, *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 9 (1934). p. I 85.

spanning die 2,7 maal zoo hoog lag als de evenredigheidsgrens σ_p bij de gewone trekproef. Volgens deze zoogenaamde nieuwe plasticiteitstheorie zou dus bij een belasting P, waarbij de volgens de elasticiteitstheorie berekende maximum spanning $\sigma_{max} = 2{,}7\ \sigma_p$ bedraagt, precies de op deze wijze berekende spanningsverdeeling aanwezig zijn (in *fig. 1* rechts geharceerd), terwijl volgens de zoogenaamde oude plasticiteitstheorie de spanningsspits na overschrijding van de evenredigheidsgrens afgevlakt zou worden en σ_{max} niet boven de vloeigrens σ_v zou kunnen stijgen, waardoor bij dezelfde belasting P een spanningsverdeeling zou optreden zooals in *fig. 1* links door harceering is aangegeven. Een dergelijk verschijnsel werd geconstateerd bij andere niet homogene spanningsverdeelingen, zooals bijv. bij buiging. Hier bleek de vormverandering elastisch te geschieden tot de volgens Hooke berekende randspanning betrekkelijk ver boven de vloeigrens lag. Men concludeerde hieruit dat niet, zooals volgens de oude plasticiteitstheorie, de spanningsverdeeling zich aanpaste aan het materiaal, maar dat het materiaal zich aanpaste aan de spanningsverdeeling. Zooals later door een experiment van Rinagl [4]) werd aangetoond en door proeven van Chwalla [5]) werd bevestigd, treden langs een boutgat, nadat de maximum spanning σ_{max} de vloeigrens eenigermate overschreden heeft, echter wel degelijk zeer kleine plastische vervormingen op, die evenwel te gering zijn om door gewone metingen te kunnen worden vastgesteld. Bij op zuivere buiging belaste rechthoekige staven vond Rinagl bij sommige staalsoorten veel kleinere doorbuigingen dan volgens de oude plasticiteitstheorie zouden moeten optreden. Volgens de oude plasticiteitstheorie zou, als de volgens Hooke berekende spanningen de vloeigrens bereikt hebben, een spanningsverdeeling volgens *fig. 2a* optreden. Bij één staaf bleef zelfs de doorbuiging nog evenredig met het buigend moment tot de volgens Hooke berekende randspanning $\sigma_{max} = 1{,}34\ \sigma_v$ bedroeg, bij andere was echter bij een berekende $\sigma_{max} = 1{,}17\ \sigma_v$ de doorbuiging al iets grooter dan de volgens Hooke berekende. In het eerste geval traden dus blijkbaar geen meetbare plastische vervormingen op zoolang σ_{max} niet boven $1{,}34\ \sigma_v$ steeg en trad dus bij $\sigma_{max} = 1{,}34\ \sigma_v$ een spanningsverdeeling volgens *fig. 2b* op.

Voor deze verschijnselen zijn verschillende verklaringen gegeven, die echter geen van alle kunnen bevredigen [6]). Hieronder zal in het kort worden nagegaan hoe het materiaal zich op grond van mijn theorie der plaatselijke plastische vervormingen [7]) zal moeten gedragen, waaruit geconcludeerd zal kunnen worden, dat het geschetste gedrag hiermee in goede overeenstemming is.

Vloeistaal heeft de eigenschap bij de vloeigrens *discontinu* te vervormen, n.l. ter plaatse van de zoogenaamde vloeilijnen of strooken van plaatselijke plastische vervorming. Een op trek belaste stalen plaat zal immers altijd door kleine onregelmatigheden — ook wat de hoedanigheden van het materiaal betreft — in een bepaalde doorsnede minder weerstand hebben dan in alle andere. Geeft nu bij de vloeigrens, waarbij $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = 0$ is, zoo'n doorsnede iets mee, dan zal de weerstand van die doorsnede niet grooter worden, zoodat verdere vormveranderingen ook alleen tot die zwakkere strook beperkt zullen blijven. Dit duurt net zoo lang totdat door versteviging de weerstand van die strook iets stijgt, waardoor dan een andere strook aan de beurt komt. Er ontstaan op deze wijze verschillende vloeilijnen.

Zooals we aantoonden [8]) treden bij een dunne plaat deze vloeilijnen op onder 35° met het normale vlak (*fig. 3*), omdat deze strooken den minsten weerstand tegen plaatselijke plastische vervorming vertoonen. De vloeigrens σ_{pv} voor plaatselijk vloeien ligt hier even hoog als de vloeigrens σ_v (onderste vloeigrens) bij gelijkmatig vloeien, omdat de plastische vervorming hier geheel vrij kan plaats vinden, zoodat de heerschende lijnspanningstoestand niet gewijzigd wordt. In dikterichting wordt n.l. bij dunne platen de contractie practisch niet belemmerd. In lengterichting van de strook evenmin, omdat in een richting van 35° met het normale vlak de plastische specifieke rek ε bij lijnspanning juist nul is, zoodat contractie in die richting vanzelf niet optreedt. Bij plastische vervorming van zoo'n strook zal het onderste plaatdeel zich t.o.v. het bovenste in de z.g. vloeirichting bewegen, die hier een hoek van 35° met de staafas maakt [9]).

Bij dikke staven (*fig. 4*) is ongehinderd vloeien niet mogelijk. De minste weerstand tegen plaatselijke plastische vervorming vertoonen hier vlakken, die loodrecht staan op de breede zijde van de staaf en een hoek van 45° met het normale vlak maken. In de dikterichting van de staaf (Z-richting) zal hier bij plastische vervorming de specifieke rek ε_z nul moeten blijven, daar de contractie in die richting door het aangrenzende elastisch vervormende materiaal — bij voldoende grootte van de staafdikte d_s ten opzichte van de dikte d_v van de vloeilijn — wordt tegengegaan. Hierdoor wordt in de dikterichting van de staaf een extra spanningscomponente $\sigma_z = \frac{1}{2}\sigma_t$ op de lijnspanning σ_t gesuperponeerd, omdat dan inderdaad de plastische rek $\varepsilon_{zp} = \frac{\sigma_z}{E_p} - \frac{\sigma_t}{2E_p} = 0$ is, als E_p de plastische vervormingsmodulus is. De coördinaatassen zijn in *fig. 4* aangegeven en werden op dezelfde wijze betiteld als in mijn desbetreffende publicatie [10]).

4) Rinagl. *Der Bauingenieur*, p. 431 (1936).

5) Chwalla. *Der Bauingenieur*, p. 515 (1936).

6) Een opsomming van de betreffende literatuur vindt men bijv. in het onder noot 4 genoemde artikel van Rinagl.

7) Bijlaard. *De Ingenieur*, No. 37 (1931), No. 23 (1933), *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 6 en 11 (1935), No. 4 en 8 (1936), Int. Congres voor Geodesie en Geophysica, Edinburg (1936), 3e Ingenieurscongres, Tokio (1936), *Natuurkundig Tijdschrift voor Ned.-Indië*, No. 2 (1939), Mededeeling No. 14 van den Natuurwetenschappelijken Raad voor Ned.-Indië (1939).

8) Bijlaard. *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 6 (1935).

9) idem. *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 11 (1935), verg. (44).

10) idem. *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 8 (1936).

In Y-richting moet ε ook nul blijven, maar als $\beta = 45°$ wordt gekozen, is, met $\varepsilon_{zp} = 0$, ε_{yp} vanzelf reeds nul, zoodat dus in Y-richting geen extra spanning gesuperponeerd wordt. De bij meegeven in de vervormingsstrook heerschende spanningstoestand, waarbij dus $\sigma_z = \frac{1}{2}\sigma_t$ en $\sigma_n = 0$ blijft, is in *fig. 5* aangegeven en tevens de schuine spanning μ op het vervormingsvlak, die hier dus een hoek $\beta = 45°$ met de normaal op het vlak maakt. Volgens de vloeivoorwaarde van Huber — von Mises — Hencky moet nu $\sigma_t^2 + \sigma_z^2 - \sigma_t\sigma_z = \frac{3}{4}\sigma_t^2 = \sigma_v^2$ zijn, of $\sigma_t = 2\sigma_v/\sqrt{3} = 1{,}154\ \sigma_v$; dus moet σ_t rond 15% hooger liggen dan de vloeigrens σ_v bij ongehinderd vloeien. Bij voldoend dikke staven zal bij de plastische vervorming — en verwaarloozing van de elastische — $\varepsilon_{zp} = \varepsilon_{yp} = 0$ blijven en daar geen volumeverandering optreedt, dus $\varepsilon_{xp} + \varepsilon_{yp} + \varepsilon_{zp} = 0$ is, ook $\varepsilon_{xp} = 0$ zijn, zoodat de plastische vervorming slechts bestaat uit een glijding; derhalve maakt de vloeirichting R een hoek van 45° met de staafas (*fig. 4*).

Behalve door een verhindering van de contractie, waardoor dus bij dikke staven de weerstand σ_{pv} tegen plaatselijk vloeien, tot uiting komend als bovenste vloeigrens, ongeveer 15% hooger ligt dan σ_v, kan de weerstand tegen plaatselijk vloeien nog verhoogd worden, wanneer een relatieve beweging van de, de vervormingsstrook begrenzende, deelen in de vloeirichting niet mogelijk is. Dit geval doet zich bijv. voor als een plaat volgens een vischgraatvormige strook verzwakt is (*fig. 6*). Wegens de symmetrie moet hier de beweging van de, de strook begrenzende, plaatdeelen in de richting van de staafas vallen. Zooals vroeger [11]) werd aangetoond, zullen hierbij de op de strook werkende schuine spanningen μ een hoek γ van de staafas gaan afwijken, waardoor de weerstand van de strook tegen plastische vervorming belangrijk verhoogd wordt. Dat een dergelijke geknikte strook een grooteren weerstand heeft tegen plaatselijke plastische vervorming dan een rechte strook, bleek ook uit mijn in verband met de plastische vervormingen van de aardkorst genomen proeven. Hoewel bijv. bij de in *fig. 7* voorgestelde plaat, de door de twee halfcirkelvormige kerven en het gat loopende geknikte strook (in *fig. 7* gestippeld) een kleinere doorsnede heeft dan de door het gat gaande rechte strook (in *fig. 7* getrokken), viel de insnoering toch volgens de rechte strook. Hetzelfde was het geval bij een slechts door twee kerven verzwakte plaat (*fig. 8*).

Alleen als de kerven vrij groot werden gemaakt trad de insnoering volgens een geknikte strook op, waarbij de schuine spanningen μ dus van de staafas afwijken (*fig. 9*). Voor verdere bijzonderheden, o.a. betreffende het feit, dat de strook in het midden geen knik vertoont, doch afgerond wordt, verwijs ik naar mijn publicaties [12]).

Bij dikke staven zullen ook de schuine spanningen μ een kleineren hoek met de normaal op de vervormingsstrook gaan maken, wanneer de beweging in de vloeirichting wordt tegengegaan. Dit is hier direct in te zien. Denken we ons in *fig. 4* het boven de strook gelegen staafdeel gefixeerd, dan zal voor het tegengaan van een beweging van het onderste staafdeel in de vloeirichting R een naar rechts werkende kracht daarop uitgeoefend moeten worden. Daardoor zal dan vanzelf de door het onderste op het bovenste staafdeel uitgeoefende resulteerende kracht een afwijking naar rechts krijgen, dus een kleineren hoek β met de normaal op de strook maken. Zooals vroeger werd aangetoond, zal bij een willekeurigen hoek β tusschen de schuine spanning μ en de normaal op de strook deze eerst meegeven, als de schuifspanning τ op de strook tot $\sigma_v/\sqrt{3}$ is aangegroeid, dus als μ tot de lijnen $\tau = \pm\sigma_v/\sqrt{3}$ in *fig. 5* is aangegroeid, onafhankelijk van de grootte van σ (indien natuurlijk de cohaesievastheid van het materiaal, die een veelvoud van σ_v is, niet wordt overschreden). Is dus de spanning zoover aangegroeid, dat een vervormingsstrook zou kunnen ontstaan, maar wordt de beweging in de vloeirichting — dus de afschuiving — verhinderd, dan zal volgens *fig. 5* bij verder aangroeien van de belasting τ constant blijven, doch σ nog willekeurig kunnen aangroeien. Dit zal zoolang doorgaan, totdat als gevolg van de daardoor optredende vergrooting van de spanningen in de andere deelen van de staaf ook daar een vervormingsstrook zal willen ontstaan. Wat dan verder gebeurt, zal straks voor het geval van zuivere buiging worden nagegaan.

Zooals hieronder zal blijken is de verhooging van den weerstand tegen plaatselijk vloeien door de verhindering van de contractie, gecombineerd met die door de belemmering van de beweging in de vloeirichting, naar alle waarschijnlijkheid verantwoordelijk te stellen voor de schijnbare verhooging van de vloeigrens bij spanningsspitsen.

We beschouwen bijv. de in *fig. 10* voorgestelde geboorde plaat, die door een trekkracht P belast wordt. De grootste spanning σ_{max} treedt langs den rand van het gat bij A op en is bij een breede plaat 2,5 à 3 keer de gemiddelde spanning $\sigma_n = \dfrac{P}{F_n}$. Vlak langs den rand van het gat zal in ieder geval loodrecht op vlakke spanningstoestand op kunnen treden. Zoolang de vervorming nog elastisch is, zal er vrijwel een lijnspanningstoestand heerschen. Bij $\sigma_{max} = \sigma_v$ zal hier echter geen oppervlakkige vervormingsstrook onder 35° volgens *fig. 11*, waar de doorsnede BB over het gat op grooter schaal is voorgesteld, kunnen ontstaan. In een direct aan het gat grenzende schil wordt hier de contractie wel niet verhinderd, evenmin als bij een dunne plaat, maar ten eerste is slechts in het midden van de strook $\sigma = \sigma_{max} = \sigma_v$ en links en rechts daarvan σ nog kleiner dan σ_v, maar bovendien is een beweging in de vloeirichting hier absoluut onmogelijk, daar bedoelde schil vast aan het nog in het elastische gebied liggende materiaal verbonden is. Hier is alleen een kleine beweging in de richting van de staafas mogelijk. Zooals vroeger [13]) werd aangetoond, vertoont in zoo'n geval een strook loodrecht op de staafas (*fig. 12*) den geringsten weerstand tegen vervorming. Daar hierbij in dikterichting

11) Bijlaard. *De Ingenieur*, No. 37 (1931).

12) idem. *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 4 (1936).

13) Lit. noot 9.

$\varepsilon = 0$ wordt gehouden (zie boven) is hier, zooals ook vroeger werd aangetoond, plaatselijke plastische vervorming mogelijk als $\sigma_{max} = 2\sigma_v/\sqrt{3} = 1{,}154\,\sigma_v$ is. Deze vervorming kan echter slechts zeer oppervlakkig zijn. Bij verder naar binnen voortschrijden zou het vervormingsvlak volgens het voorgaande ongeveer onder 45° met de staafas moeten loopen (*fig. 10*, linkerhelft), in welk geval een beweging in de vloeirichting vrijwel volkomen verhinderd wordt, dus geen plastische vervorming mogelijk is. Meer kans op een kleine plastische vervorming, zij het dan bij een veel grooter spanning dan $2\sigma_v/\sqrt{3}$, zal bestaan als de vervormingsvlakken (glijvlakken) volgens *fig. 13* loopen, waarbij ze het breede vlak van de staaf snijden zooals in *fig. 10* in de rechterstaafhelft door de lijnen *V* is aangegeven. Hier wordt volgens het voorgaande alleen in *U*-richting (zie *fig. 10*) de contractie verhinderd, zoodat, als beweging in de vloeirichting kon plaats hebben, plastische vervorming (glijding) bij $\sigma = 2\sigma_v/\sqrt{3}$ mogelijk zou zijn. Hierbij is dan te bedenken dat daartoe σ_{max}, berekend volgens H o o k e, belangrijk grooter dan $2\sigma_v/\sqrt{3}$ moet zijn, omdat bij *V* (*fig. 13*) de spanning in het elastische gebied reeds zeer veel kleiner dan σ_{max} zal zijn, vooral wanneer de diameter van het gat vrij klein is ten opzichte van de plaatdikte. Een beweging in de vloeirichting, die bij werkzaamheid van één vlak *V* volgens *fig. 14*, doch bij gelijktijdige werkzaamheid van beide vlakken volgens *fig. 15* zou kunnen geschieden [14]), is evenwel ook hier vrijwel niet mogelijk, hoewel bij *fig. 15*, waar alleen de deelen *D* over een afstand *e* naar binnen gebogen moeten worden, daartegen de weerstand het geringst zou zijn. Uit proeven van T i m o s h e n k o blijkt, dat inderdaad vloeilijnen *V* volgens *fig. 10* (rechter staafhelft) optreden [15]). Zooals uit eenige door mijzelf in het Laboratorium voor Materiaalonderzoek te Bandoeng uitgevoerde proeven bleek, treden hierbij aan den anderen kant van de plaat ongeveer even hoog gelegen vloeilijnen op, waarvan de afstand ongeveer gelijk is aan de plaatdikte, zoodat hier inderdaad een vervorming volgens *fig. 13* en *15* optreedt. Volgens het voorgaande zal, nadat de schuifspanning τ op deze vlakken tot $\sigma_v/\sqrt{3}$ is aangegroeid (*fig. 5*), hetgeen dus het geval is als σ_{max} belangrijk grooter dan $1{,}154\,\sigma_v$ is, τ verder constant blijven, terwijl bij verdere belasting de normaalspanning op deze vlakken zal blijven aangroeien, waardoor de op de strooken werkende krachten volgens *fig. 14* en *15* zullen gaan verloopen. Hieruit is bijv. ook te zien, dat door de extra krachtjes $\int \triangle\sigma dF$, die — na het verschijnen van één schuifvlak *V* (*fig. 14*) — door het aangroeien van σ op de deelen *D* worden uitgeoefend, τ op het andere vlak *V* zal aangroeien, waardoor tenslotte ook dit vlak werkzaam zal worden en de toestand volgens *fig. 15* zal scheppen. Men ziet verder, dat door het zich schuin instellen der krachten de deelen *D* inderdaad naar binnen getrokken worden. Dit zal echter eerst (en dan nog slechts in zeer geringe mate) mogelijk zijn — en daarmee ook de glijding langs de vlakken *V* — als de vlakken *V*, waar $\tau = \sigma_v/\sqrt{3}$ is geworden, en die dus tot glijden in staat zijn, over een zekeren afstand van het gat af zijn voortgeschreden, zooals bijv. in *fig. 10* (rechter staafhelft) is aangegeven. Dit is echter eerst het geval, als de gemiddelde spanning al bijna de vloeigrens bereikt heeft. Eerst dan zullen ook, zooals ook uit mijn eigen proeven bleek, de in *fig. 10* aangegeven vloeilijnen *W* optreden, waarlangs nu, als de plaat niet te dik is (in verhouding tot de breedte), vervorming zal kunnen optreden, wanneer de gemiddelde spanning $\sigma_n = \sigma_v$ is. Uit deze beschouwing blijkt, dat het feit, dat bij een kleine overschrijding van σ_v plastische vervormingen optreden, die bij groote oogstaven zelfs niet door directe meting zijn vast te stellen en eerst bij een veel grootere spanning een meetbare afwijking van het elastisch gedrag is te constateeren, door mijn theorie zeer bevredigend verklaard wordt.

Thans zal nog beschouwd worden de buiging van een rechthoekigen balk of van een plaat door een zuiver moment, zooals optreedt tusschen de twee lasten in *fig. 16*. Bij een balk is daar in het elastische gebied de randspanning $\sigma_x = \frac{M}{W}$, terwijl $\sigma_y = \sigma_z = 0$ is. Bij een plaat is, omdat daarbij $\varepsilon_y = 0$ blijft, $\sigma_y = \frac{\sigma_x}{m}$, waarin m den contractiecoëfficiënt voorstelt, terwijl $\sigma_z = 0$. We beschouwen eerst een plaat. Evenals bij het boutgat zullen hier bij $\sigma_x = 2\,\sigma_v/\sqrt{3}$ theoretisch zeer oppervlakkige vervormingsstrooken loodrecht op σ_x, dus in *Y*-richting, mogelijk zijn, die echter practisch te verwaarloozen zijn, daar ze niet naar binnen kunnen dringen. De voor glijding vereischte schuifspanning $\sigma_v/\sqrt{3}$ (*fig. 5*) zal het eerst bereikt worden in de vlakken met de grootste schuifspanning, die hier evenwijdig aan de *Y*-as loopen en een hoek van 45° met de staafas insluiten. In verband met onregelmatigheden in afmetingen en materiaal zal bijv. het in *fig. 17* aangegeven vlak *V* het eerst *neiging* tot glijden vertoonen. Het blijft voorloopig echter bij die neiging. Heerscht in het normale vlak *N* bijv. de in *fig. 17* aangegeven spanningsverdeeling, waarbij op den overdreven groot geteekenden afstand *c* van den rand $\sigma_x = 2\,\sigma_v/\sqrt{3}$ wordt, dan zou bij geheel elastisch gedrag, zooals bekend, in de door het vlak *V* onder 45° gelegde schuine doorsnede aan den rand $\sigma = \frac{1}{2}\,\sigma_{x\,max}$ en op den afstand *c* van den rand $\sigma = \sigma_v/\sqrt{3}$ zijn (*fig. 17*). De schuifspanning τ is hier zooals bekend even groot als σ. Over het getrokken geteekende gedeelte *V* zou dus τ grooter dan $\sigma_v/\sqrt{3}$ zijn, zoodat daar neiging tot glijden is. Glijding is echter onmogelijk, zelfs al zou het vlak *V* over de geheele schuine doorsnede van den balk doorloopen, daar de ter weerszijden gelegen deelen als gevolg van de schuifspanningen in de door de pijlen aangegeven richtingen t.o.v. elkaar zouden willen bewegen,

14) Vergelijk de door N a d a i aangegeven vervorming van een prismatisch lichaam bij een vlakken vervormingstoestand en belasting op trek. *Proceedings* Mechanica Congres, Stockholm (1930), vol. II. p. 193. Zie ook noot 15 van mijn artikel in *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 8 (1936).

15) T i m o s h e n k o. *Proceedings* Mechanica Congres, Zürich (1926), plaat XVIII, fig. 10.

dus boven en onder het neutrale vlak in tegengestelde richting [16]). Dit heeft dus volgens het voorgaande ten gevolge, dat bij verdere belasting de schuifspanning τ in het vlak V constant en gelijk aan $\sigma_v/\sqrt{3}$ blijft, waarmee dan een eenigszins andere verdeeling van de schuifspanning over de rest van de schuine doorsnede zal samengaan. Daar V echter nog wel normaalspanning kan opnemen (*fig. 5*), zal het verloop van σ over het schuine vlak vrijwel hetzelfde zijn als in het elastische gebied (*fig. 17*), zoodat ook het opgenomen moment hetzelfde zal zijn, de plaat zich dus oogenschijnlijk elastisch zal gedragen. Bij verder aangroeien van $\sigma_{x\ max}$ zullen nu andere vlakken, bijv. V', V'' en V''' neiging tot glijding vertoonen, echter met hetzelfde negatieve resultaat als V. In verband met de ongelijkmatigheid van het materiaal zullen deze vlakken niet dezelfde lengte hebben als V. Eerst echter wanneer er een vlak V_1 ontstaat en dan V rechthoekig snijdt, verandert er iets. Bij welke randspanning $\sigma_{max} > 2\,\sigma_v/\sqrt{3}$ dit het geval zal zijn, zal van de ongelijkmatigheid van het materiaal afhangen. Zooals uit proeven van Kayser, Herzog en Steinhardt met electrisch gelaschte profielliggers blijkt [17]), vertoont het op schuif belaste lijf der zijvelden reeds bij een belasting van 36,31 ton vloeilijnen in horizontale richting, terwijl bij één der zijvelden bij 45,21 ton nog vrijwel alleen horizontale vloeilijnen zijn te zien en ook bij verdere belasting veel eerder horizontale dan verticale vloeilijnen, die theoretisch toch bij dezelfde belasting moeten optreden, verschijnen. Ook bij getrokken platen is meestal een bepaalde richting van de vloeilijnen favoriet. De randspanning $\sigma_{x\ max}$, waarbij een dergelijk vlak V_1 optreedt, zal dus als regel hooger liggen dan die waarbij V optrad en zal door toevallige omstandigheden (kerven, poriën, fouten, slakkeninsluitsels) bepaald worden. Snijden de vlakken V en V_1 elkaar (*fig. 18*), dan zal het hierdoor van de plaat afgescheiden deel D toch nog niet volgens de in *fig. 18* aangegeven vloeirichtingen ten opzichte van de plaat kunnen bewegen. Bij de verdere belasting zullen nu de extra normaalspanningen σ, die door de vlakken V en V_1 nog kunnen worden opgenomen, een zuiver moment $\triangle M$ moeten leveren, daar anders de schuifspanningen τ op deze vlakken zouden toenemen, hetgeen niet kan, zoodat bij de verdere belasting het deel D alleen nog extra belast wordt door de momenten $\triangle M$. Hierdoor wordt echter wel de schuifspanning τ in de in *fig. 18* gestippelde vlakken V_2 vergroot, waardoor bijv. de in *fig. 19* aangegeven van schuifspanning verzadigde vlakken zullen ontstaan, die, om τ in geen enkel vlak grooter te laten worden, bij verdere verbuiging alleen extra momenten $\triangle M$ zullen opnemen. Tenslotte ontstaan verschillende elkaar loodrecht kruisende strooken (*fig. 20*). Door de op deze strooken werkende extra momenten worden zij verbogen (*fig. 21*), waardoor nu een glijding langs elkaar volgens de vlakken V mogelijk is, zooals in *fig. 22* voor in één richting loopende strooken is voorgesteld. Er zij de aandacht op gevestigd, dat in de deelen van de plaat waar de vlakken V optreden, afgezien van de extra momenten $\triangle M$, een practisch homogene spanningstoestand heerscht, daar σ_x hier overal $2\,\sigma_v/\sqrt{3}$ is (*fig. 22*). Daar als gevolg van dezen homogenen spanningstoestand overal dezelfde elastische specifieke rekken optreden, zullen alleen hierdoor de schuine strooken niet verbogen worden. Hun verbuiging is dus uitsluitend een gevolg van de extra momenten $\triangle M$. Zijn, nadat de van schuifspanning verzadigde vlakken V tot dicht bij het middenvlak zijn voortgeschreden, deze vlakken ook voldoende dicht over de staaf verdeeld, dan hebben de daartusschen gelegen elastische strooken vrijwel geen weerstand meer tegen verbuigen, zoodat tenslotte het maximum moment, dat de plaat — afgezien van versteviging — kan opnemen, volgens *fig. 23* zal naderen tot de waarde $\frac{h^2}{4}\cdot\frac{2\sigma_v}{\sqrt{3}}$ per eenheid van breedte.

Voor een balk geldt, hoewel hier ook in evenwijdig aan de Z-as (*fig. 16*) gelegen vlakken, die een hoek van 45° met de staafas maken, even groote schuifspanningen heerschen als in de vlakken V (*fig. 17*), dezelfde redeneering als voor een plaat. Alleen zal hier, doordat tenslotte de plastische vervormingsstrooken vrij dik worden — hoewel zij in de meeste hier gegeven figuren (behalve bijv. *fig. 14* en *15*) voor het gemak als lijnen zijn aangegeven — de contractie in Y-richting tenslotte niet meer worden verhinderd; derhalve wordt hier het maximum moment hoogstens $\frac{h^2}{4}\sigma_v$, hetgeen in overeenstemming is met de proeven van Rinagl [4]).

We kunnen veilig aannemen, dat de balk zich geheel elastisch gedraagt, totdat het van schuifspanning verzadigde vlak V_1 het vlak V snijdt. Dit zou dus volgens de proeven van Rinagl moeten gebeuren bij een randspanning, die varieert tusschen $1{,}17\ \sigma_v$ en $1{,}34\ \sigma_v$. Stel dat het vlak V begint te ontstaan bij een randspanning $2\,\sigma_v/\sqrt{3} = 1{,}154\ \sigma_v$, dan zal dus V_1 het vlak V moeten *snijden* bij een randspanning, die $1\frac{1}{2}$ à 16% hooger ligt, dus moeten *ontstaan* bij een randspanning, die belangrijk minder dan $1\frac{1}{2}$ à 16% hooger ligt, hetgeen blijkens het voorgaande zéér aannemelijk is. Bij $\sigma_{x\ max} = 1{,}17\ \sigma_v$ à $1{,}34\ \sigma_v$ is het vlak V tot een afstand c (*fig. 17*) = 0,007 h à 0,07 h van den rand af voortgeschreden.

16) Op het feit, dat glijding langs de vlakken der maximum schuifspanning, waarlangs ook volgens de plasticiteitshypothese van de maximum schuifspanning (Coulomb — Guest) glijding zou moeten optreden, bij buiging niet kan plaats vinden, wijst ook Fritsche, die met deze hypothese werkt, in *Der Stahlbau*, No. 7/8 (1938), maar komt daarbij tot conclusies, die geheel afwijkend zijn van de onze. Fritsche neemt aan, dat, als bij het bereiken van de kritische schuifspanning in een bepaald vlak glijding toch niet mogelijk is, bij verdere belasting de spanningsverdeeling dezelfde blijft als in het elastische gebied, dus dat de schuifspanning in dat vlak dan toch nog zou kunnen aangroeien. Daar er, wanneer de schuifspanning de kritische waarde bereikt heeft, die volgens Coulomb-Guest $\frac{1}{2}\ \sigma_v$ is, een uitwendige reactie moet zijn, die het glijden tegenhoudt, dus het glijvlak zelf inderdaad niet meer dan $\frac{1}{2}\ \sigma_v$ kan overbrengen, is dit mijns inziens onmogelijk. In ander verband wees ik hier reeds op in *De Ingenieur*, No. 8 (1931).

17) Kayser, Herzog en Steinhardt, *Der Stahlbau*, No. 5/6 (1937).

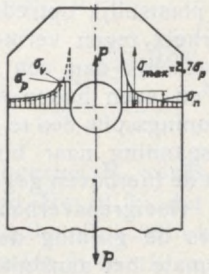


Fig. 1

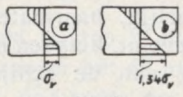


Fig. 2

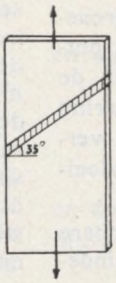


Fig. 3

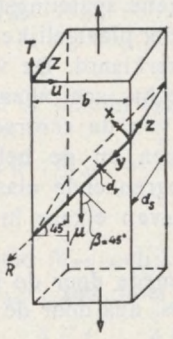


Fig. 4

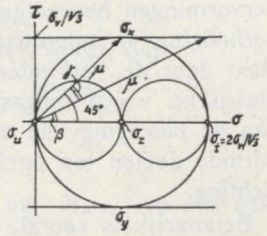


Fig. 5

Fig. 6

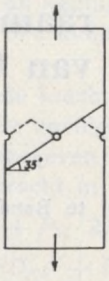


Fig. 7

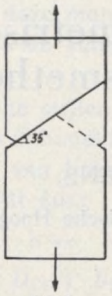


Fig. 8

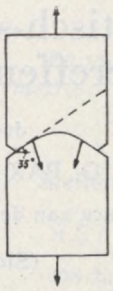


Fig. 9

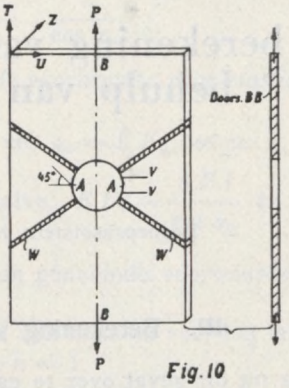


Fig. 10

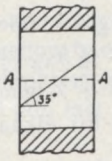


Fig. 11

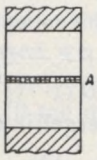


Fig. 12

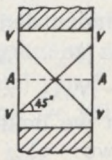


Fig. 13

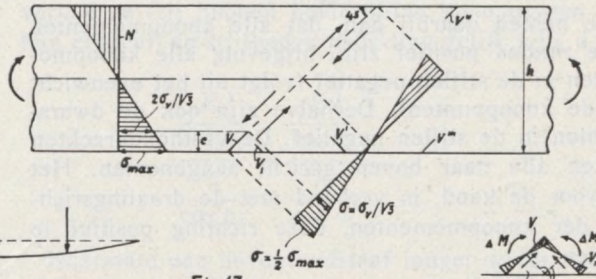


Fig. 17

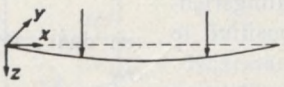


Fig. 16

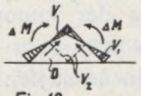


Fig. 18

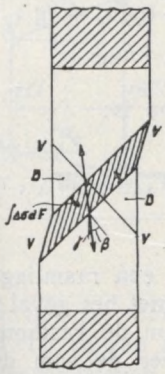


Fig. 14

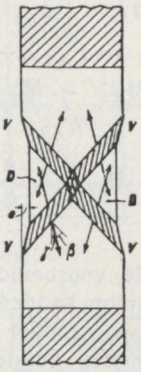


Fig. 15

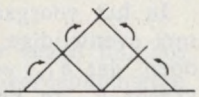


Fig. 19

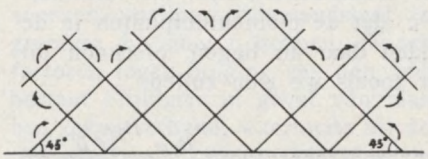


Fig. 20

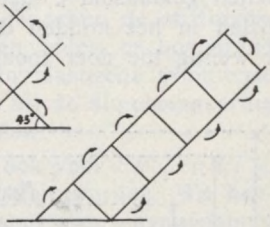


Fig. 21

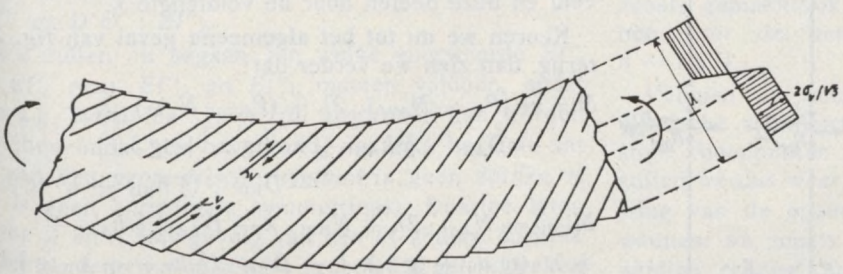


Fig. 22

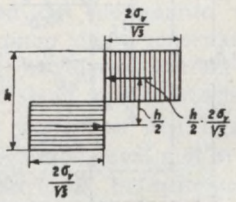


Fig. 23

Figuren bij het artikel van prof. ir. P. P. Bijlaard.

Op deze wijze is dus de schijnbare verhooging van de vloeigrens bij niet homogene spanningstoestanden met behulp van mijn theorie der plaatselijke plastische vervormingen bevredigend verklaard. De vloeigrensverhooging is inderdaad slechts schijnbaar en ontstaat door de verhindering van de contractie in de plastische vervormingsstrooken en de belemmering van de beweging van de begrenzende elastisch vervormde deelen ten opzichte van elkaar in de vloeirichting.

Belangrijk is vooral, dat mede door de schijnbare verhooging van de vloeigrens, dus door de verhindering der glijdingen, ook de vermoeidheidsvastheid voor spanningsspitsen hooger ligt dan voor een homogenen spanningstoestand. Een plaatselijk optredende spanning is dus, wat de zekerheid tegen vermoeidheidsbreuk betreft, minder gevaarlijk dan een over de geheele doorsnede gelijke en even hooge spanning. Zooals bekend, is een spanningsspits des te minder gevaarlijk, naarmate de spanning naar binnen sneller afneemt, hetgeen ook uit de hierboven gegeven verklaring van de schijnbare vloeigrensverhooging duidelijk zal zijn, daar immers de glijding des te sterker belemmerd wordt, naarmate het aansluitende materiaal meer weerstand kan bieden.

De berekening van elastisch-symmetrische raamliggers met behulp van de vereffeningsmethode van Cross

door

ir. O. BAX STEVENS,

Beroepsassistent voor Mechanica aan de Technische Hoogeschool te Bandoeng.

(Slot).

III. Berekening van een raamligger met verschillend gebogen randen.

Alvorens tot dit geval over te gaan, zullen we een algemeene methode afleiden voor de bepaling van de vasthoudkrachten (zie *fig. 24*).

We nemen daarbij aan, dat alle knoopmomenten in de randen positief zijn, bijgevolg alle knoopmomenten in de stijlen negatief (volgt uit het evenwicht van de knooppunten). Derhalve zijn ook de dwarskrachten in de stijlen negatief. De vasthoudkrachten worden alle naar boven gericht aangenomen. Het ligt voor de hand, in verband met de draaiingsrichting der knoopmomenten, deze richting positief te noemen.

In de stijlen zullen vanzelfsprekend normaalkrachten optreden, welke drukkrachten zijn. We veronderstellen gemakshalve, dat de momentnulpunten in de stijlen in het midden daarvan liggen, ofschoon dit er weinig toe doet zooals we zien zullen.

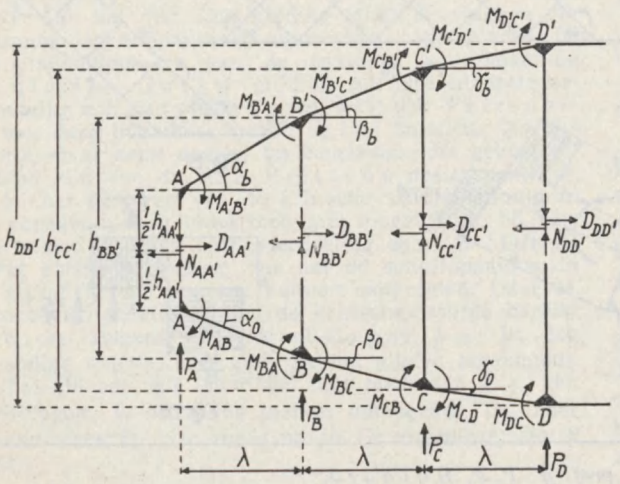


Fig. 24. Algemeene bepaling van de vasthoudkrachten.

We vinden dan bij een veldlengte λ (zie *fig. 24*):

$M_{BA} = (P_A - N_{AA'}) \cdot \lambda - D_{AA'} \cdot (\frac{1}{2} h_{AA'} + \lambda \operatorname{tg} \alpha_0)$

$M_{B'A'} = N_{AA'} \cdot \lambda - D_{AA'} \cdot (\frac{1}{2} h_{AA'} + \lambda \operatorname{tg} \alpha_b)$.

Tellen we beide vergelijkingen bij elkaar op, dan vinden we:

$$M_{BA} + M_{B'A'} = P_A \cdot \lambda - \\ - D_{AA'} \cdot \{ h_{AA'} + \lambda \cdot (\operatorname{tg} \alpha_0 + \operatorname{tg} \alpha_b) \}$$

of: $M_{BA} + M_{B'A'} = P_A \cdot \lambda - D_{AA'} \cdot h_{BB'}$

en daar: $D_{AA'} = \dfrac{M_{AA'} + M_{A'A}}{h_{AA'}}$, zoo is:

$$P_A = \frac{M_{BA} + M_{B'A'} + \dfrac{h_{BB'}}{h_{AA'}} (M_{AA'} + M_{A'A})}{\lambda}$$

In het voorgaande voorbeeld van een raamligger met evenwijdige randen hadden we met het geval te doen, dat $h_{AA'} = h_{BB'}$, zoodat we om de vasthoudkracht P_A te berekenen zonder meer de som der randknoopmomenten konden nemen van het eerste veld en deze deelen door de veldlengte λ.

Keeren we nu tot het algemeene geval van *fig. 24* terug, dan zien we verder dat:

$$M_{CB} = (P_A - N_{AA'}) \cdot 2\lambda + (P_B - N_{BB'}) \cdot \lambda - \\ - D_{AA'} \cdot \{ \tfrac{1}{2} h_{AA'} + \lambda \cdot (\operatorname{tg} \alpha_0 + \operatorname{tg} \beta_0) \} - \\ - D_{BB'} \cdot (\tfrac{1}{2} h_{BB'} + \lambda \cdot \operatorname{tg} \beta_0)$$

$$M_{C'B'} = N_{AA'} \cdot 2\lambda + N_{BB'} \cdot \lambda - D_{AA'} \{ \tfrac{1}{2} h_{AA'} + \\ + \lambda \cdot (\operatorname{tg} \alpha_b + \operatorname{tg} \beta_b) \} - D_{BB'} \cdot (\tfrac{1}{2} h_{BB'} + \lambda \cdot \operatorname{tg} \beta_b).$$

Tellen we weer beide vergelijkingen bij elkaar op, dan vinden we:

$$M_{CB} + M_{C'B'} = P_A \cdot 2\lambda + P_B \cdot \lambda - \\ - (D_{AA'} + D_{BB'}) \cdot h_{CC'}$$ of:

$$M_{CB} + M_{C'B'} + \frac{\left(\frac{M_{AA'} + M_{A'A}}{h_{AA'}} + \frac{M_{BB'} + M_{B'B}}{h_{BB'}}\right) \cdot h_{CC'}}{\lambda} = 2\,P_A + P_B.$$

Aangezien P_A reeds bekend is, zoo is nu ook P_B bekend. Het blijkt, dat voor zoover het de berekening der vasthoudkrachten betreft, de ligging der momentnulpunten in de stijlen er weinig toe doet. De methode geldt voor het meest willekeurige geval met verticale stijlen.

Bij de berekening der normaalkrachten in de stijlen echter, speelt blijkbaar de ligging van deze momentnulpunten wel een rol. We kunnen dus de volgende werkwijze aanbevelen.

Bepaal de afschuivende krachten in de stijlen met het teeken en bereken de opvolgende vasthoudkrachten op de zoo juist aangegeven wijze, van links beginnende. De vasthoudkracht in C wordt dus:

$$M_{DC} + M_{D'C'} = P_A \cdot 3\lambda + P_B \cdot 2\lambda + P_C \cdot \lambda - (D_{AA'} + D_{BB'} + D_{CC'}) \cdot h_{DD'}.$$

We zullen thans overgaan tot het algemeene geval van een raamligger waarbij symmetrieoverwegingen gelden. Daartoe beschouwen we bijgaanden raamligger met geknikten onder- en bovenrand van 5 velden, welke in D een last van 10 ton draagt. De veldlengte

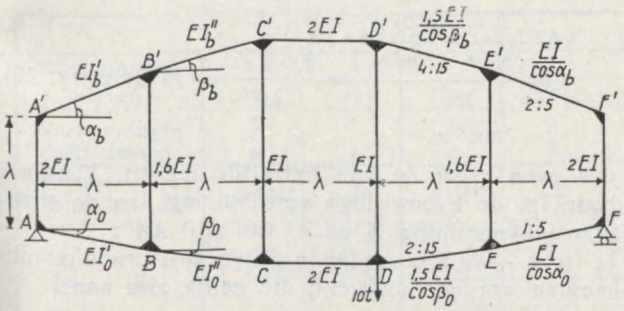


Fig. 25.

is λ (zie *fig. 25*). De stijfheidsfactor tegen buiging van AB en van EF is EI'_o, van de overeenkomstige bovenrandstaven $A'B'$ en $E'F'$ is deze EI'_b. Verder is de stijfheidsfactor van BC en DE : EI''_o en van $B'C'$ en $D'E'$: EI''_b.

We zullen nu nagaan aan welke voorwaarde EI'_o en EI'_b resp. EI''_o en EI''_b moeten voldoen, opdat van z.g. *elastische symmetrie* gesproken kan worden tusschen onder- en bovenrand, ondanks het feit dat er van een *geometrische symmetrie* geen sprake is (er is geen horizontale symmetrieas). Daartoe laten we op A en A' als gevolg van een of andere oorzaak knoopmomenten van gelijke grootte en gelijk teeken werken, hetzij in stijl AA' alleen, hetzij in de randstaven AB en $A'B'$ alleen, hetzij zoowel in den stijl als in de randstaven. We kunnen nu A eerst alleen loslaten, terwijl de draaiing van de overige knooppunten belet wordt en zien dan, dat:

$$M_{AB} : M_{AA'} = \frac{\frac{4\,E\,I'_o}{\lambda}}{\cos\alpha_o} : \frac{4 \cdot 2\,E\,I}{\lambda}$$

en wanneer A' alleen losgelaten wordt, dat:

$$M_{A'B'} : M_{A'A} = \frac{\frac{4\,E\,I'_b}{\lambda}}{\cos\alpha_b} : \frac{4 \cdot 2\,E\,I}{\lambda}$$

en dus, opdat M_{AB} gelijk zij aan $M_{A'B'}$ en dus ook $M_{A'A} = M_{AA'}$, zoo moet:

$$\frac{\frac{4\,E\,I'_o}{\lambda}}{\cos\alpha_o} = \frac{\frac{4\,E\,I'_b}{\lambda}}{\cos\alpha_b}.$$

We vinden dus als voorwaarde voor elastische symmetrie:

$$E\,I'_o \cos\alpha_o = E\,I'_b \cos\alpha_b.$$

Stellen we derhalve: $E\,I'_o = \frac{n\,E\,I}{\cos\alpha_o}$ en: $E\,I'_b = \frac{n\,E\,I}{\cos\alpha_b}$, dan is aan genoemde voorwaarde voldaan. Voor het eerste veld van links en voor het laatste veld is aangenomen, dat $n = 1$.

Uit het voorgaande volgt, dat aangezien de staven AB en $A'B'$ elastisch onder dezelfde omstandigheden verkeeren (zij hebben beide stijve knooppunten aan hun einden), de stijfheden onderling gelijk zijn, d.w.z.

$$\frac{\frac{E\,I}{\cos\alpha_o}}{\frac{\lambda}{\cos\alpha_o}} = \frac{\frac{E\,I}{\cos\alpha_b}}{\frac{\lambda}{\cos\alpha_b}}.$$

Naarmate een bovenrandstaaf langer wordt dan de overeenkomstige onderrandstaaf zal zij slapper worden. Ten einde dezelfde stijfheid te hebben als de overeenkomstige onderrandstaaf zal zij dus een grootere EI moeten hebben. Tusschen de stijfheidsfactoren tegen buiging van den onder- en bovenrand bestaat blijkbaar in geval van elastische symmetrie een zeker verband, waarmede bij de dimensioneering rekening moet worden gehouden.

Dezelfde voorwaarde geldt ook voor EI''_o en EI''_b, zooals gemakkelijk nagegaan kan worden. We hebben voor de betrokken randstaven aangenomen $n = 1{,}5$ [1]).

Voldoen de randstaven aan de voorwaarde van elastische symmetrie, dan kunnen dus overeenkomstige knooppunten gelijktijdig losgelaten worden en zullen we dus weer kunnen volstaan met de beschouwing van de onderste linker helft van den ligger, wanneer we, zooals in het voorgaande geval met evenwijdige randen, het onsymmetrische belastinggeval

1) Het is duidelijk, dat bij bestaan van elastische symmetrie de buigende momenten in den bovenrand van den raamligger dezelfde zullen zijn als in den onderrand, terwijl in het midden van iederen stijl een momentnulpunt zal optreden.

splitsen in twee symmetrische, zooals in bijgaande *fig. 26* is aangegeven. We zullen die beide grondgevallen weer **A** en **B** noemen.

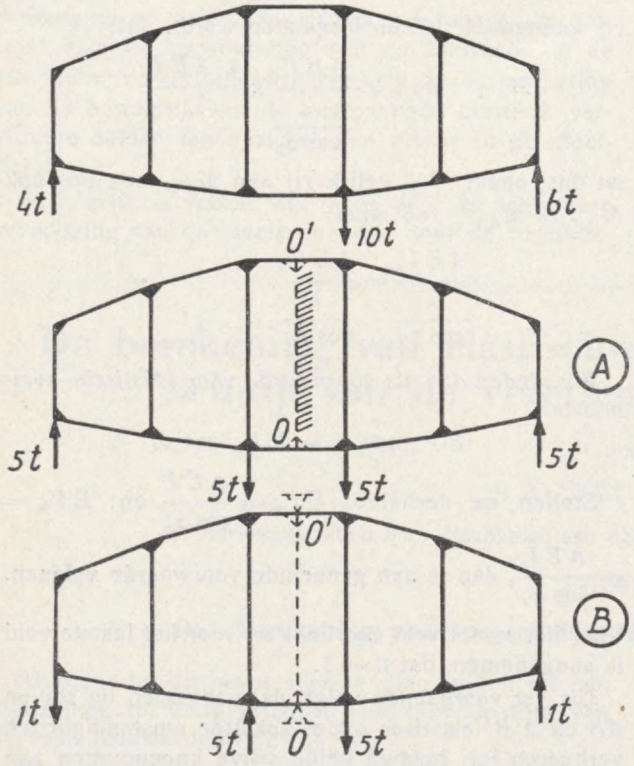


Fig. 26. Splitsing onsymmetrisch belastinggeval in 2 symmetrische, **A** *en* **B**.

De verticale symmetrieas van den ligger valt thans niet samen met een middenstijl, maar met de verbindingslijn van de middens der randstaven CD en $C'D'$. Men zal gemakkelijk inzien, dat, mits aan de voorwaarde van elastische symmetrie voldaan is, de afstand der middens van CD en $C'D'$ niet verandert bij de grondgevallen **A** en **B**, zoodat we ons een fictieve oneindig slappe stijl OO' ($EI = 0$) tusschen deze middens kunnen denken, die weer bij grondgeval **A** verticaal ingeklemd gedacht wordt en bij grondgeval **B** verticaal vastgehouden. We kunnen zoodoende volstaan met het onderzoek van de onderste linkerhelft van den ligger. We geven nu, evenals bij het voorgaande geval met evenwijdige randen, de knooppunten A, B en C resp. verplaatsingen δ_A, δ_B en δ_C naar boven, berekenen de daarbij behoorende primaire momenten M^I t/m M^{III}, vereffenen deze, bepalen voor bedoelde drie gevallen de vasthoudkrachten en stellen de evenwichtsvergelijkingen op, waaruit de knoopmomenten volgen.

Geven we dus om te beginnen A een verplaatsing δ_A naar boven (zie *fig. 27*), dan zal bij deze verschuiving het knooppunt A zich verplaatsen loodrecht op AB, zoodat de verticale ontbondene van de werkelijke verplaatsing van A gelijk is aan δ_A en de horizontale ontbondene van de werkelijke verplaatsing van A gelijk is aan $\delta_A \operatorname{tg} \alpha_o$ naar rechts. Het overeenkomstige knooppunt A' van den bovenrand krijgt nu dezelfde verticale verplaatsing δ_A naar boven en doordat A' zich alleen verplaatsen kan loodrecht op $A'B'$ ook nog een horizontale verplaatsing $\delta_A \operatorname{tg} \alpha_b$ naar links. Uiteraard worden de overige knooppunten hierbij weer op hun plaats gehouden en de draaiingen van alle knooppunten belet. In het voorgaande voorbeeld werden uitsluitend de randstaven gebogen als gevolg van de verschuiving, maar thans wordt ook de stijl AA' gebogen. De oorzaak ligt blijkbaar in het feit, dat nu de stijlen niet loodrecht meer staan op de randen.

De z.g. tijdelijke inklemmingen van AB zijn nu ten opzichte van elkaar evenwijdig verschoven over een afstand $\frac{\delta_A}{\cos \alpha_o}$ (zie *fig. 27*). De primaire knoopmomenten, die daardoor in AB bij A en B worden opgewekt zijn derhalve:

$$\frac{6 \cdot \frac{EI}{\cos \alpha_o} \cdot \frac{\delta_A}{\cos \alpha_o}}{\frac{\lambda^2}{\cos^2 \alpha_o}} = \frac{6\,EI\,\delta_A}{\lambda^2} = M^I \text{ (zie } \textit{fig. 27}).$$

In $A'B'$ zijn de primaire knoopmomenten, doordat A' en B' over een afstand $\frac{\delta_A}{\cos \alpha_b}$ ten opzichte van elkaar verschoven zijn:

$$\frac{6 \cdot \frac{EI}{\cos \alpha_b} \cdot \frac{\delta_A}{\cos \alpha_b}}{\frac{\lambda^2}{\cos^2 \alpha_b}} = \frac{6\,EI\,\delta_A}{\lambda^2} = M^I \text{ (zie } \textit{fig. 27}),$$

dus even groot en van hetzelfde teeken. Tenslotte bedraagt de evenwijdige verschuiving van de tijdelijke inklemmingen A en A' van stijl AA': $\delta_A (\operatorname{tg} \alpha_o + \operatorname{tg} \alpha_b)$, zoodat in dezen stijl primaire momenten worden opgewekt, die gelijk zijn aan:

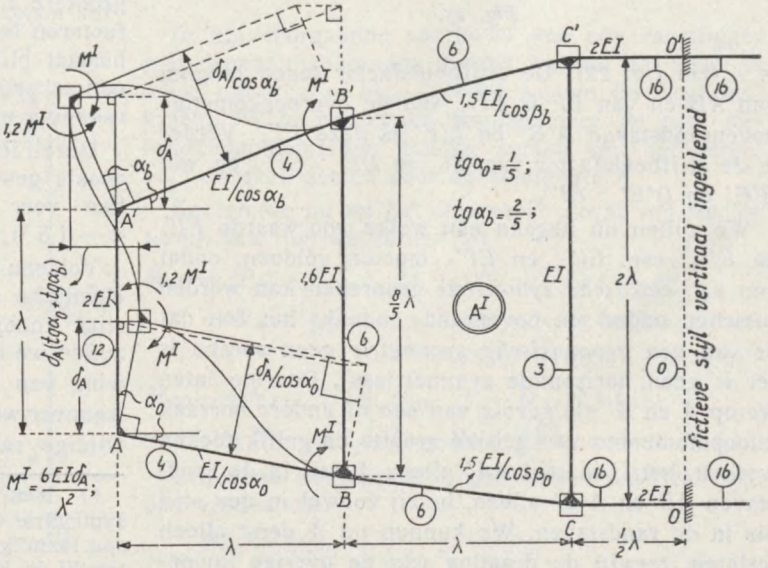


Fig. 27. Bepaling primaire knoopmomenten bij verticale verplaatsing δ_A van A.

$$\frac{6 \cdot 2EI \cdot \delta_A (\operatorname{tg}\alpha_o + \operatorname{tg}\alpha_b)}{\lambda^2} = 1{,}2\, M^I$$

$$\left(\text{daar } \operatorname{tg}\alpha_o = \tfrac{1}{5} \text{ en } \operatorname{tg}\alpha_b = \tfrac{2}{5} \right).$$

Het is duidelijk, dat bij de verplaatsing δ_A de overige staven ongebogen blijven, aangezien zoowel de draaiing als de verplaatsing van de overige knooppunten belet worden.

Daar we dus te doen hebben met een geval van elastische symmetrie, zoo kunnen we A en A' gelijktijdig loslaten en vinden voor de vereffeningscoëfficiënten uit:

$$M_{AA'} : M_{AB} = \frac{3 \cdot 2EI}{\frac{1}{2}\lambda} : \frac{4 \cdot \frac{EI}{\cos\alpha_o}}{\frac{\lambda}{\cos\alpha_o}} = 12 : 4$$

dat: $\mu_{AA'} = \frac{12}{16}$ en $\mu_{AB} = \frac{4}{16}$.

Uiteraard moet nu ook:

$$M_{A'A} : M_{A'B'} = \frac{3 \cdot 2EI}{\frac{1}{2}\lambda} : \frac{4 \cdot \frac{EI}{\cos\alpha_b}}{\frac{\lambda}{\cos\alpha_b}} = 12 : 4$$

en dus ook: $\mu_{A'A} = \frac{12}{16}$ en $\mu_{A'B'} = \frac{4}{16}$.

Nadat A en A' gelijktijdig losgelaten zijn, laten we vervolgens B en B' gelijktijdig los. We vinden dan:

$$M_{BA} : M_{BB'} : M_{BC} = \frac{4 \cdot \frac{EI}{\cos\alpha_o}}{\frac{\lambda}{\cos\alpha_o}} : \frac{3 \cdot 1{,}6\, EI}{\frac{4}{5}\lambda} : \frac{4 \cdot \frac{1{,}5\, EI}{\cos\beta_o}}{\frac{\lambda}{\cos\beta_o}} = 4 : 6 : 6$$

en dus: $\mu_{BA} = \frac{4}{16}$, $\mu_{BB'} = \frac{6}{16}$ en $\mu_{BC} = \frac{6}{16}$.

Laten we ten slotte C en C' gelijktijdig los, dan is:

$$M_{CB} : M_{CC'} : M_{CO} = \frac{4 \cdot \frac{1{,}5\, EI}{\cos\beta_o}}{\frac{\lambda}{\cos\beta_o}} : \frac{3 \cdot EI}{\lambda} : \frac{4 \cdot 2EI}{\frac{1}{2}\lambda} = 6 : 3 : 16$$

en dus: $\mu_{CB} = \frac{6}{25}$, $\mu_{CC'} = \frac{3}{25}$ en $\mu_{CO} = \frac{16}{25}$.

De verhouding der stijfheden zijn als omcirkelde getallen ingeschreven in *fig. 27*.

Thans kunnen de primaire knoopmomenten M^I vereffend worden (zie bijgaande *tabel X* voor $\mathbf{A}^I$). De waarden der aldus gevonden knoopmomenten zijn uitgedrukt in M^I.

Tabel X.

Vereffeningstabel voor sub-gevallen: $\mathbf{A}^I$ en $\mathbf{B}^I$

Knooppunten	*A*		*B*			*C*			*O*		
Staven	aa′	ab	ba	bb′	bc	cb	cc′	co	oc	oo′	od
Vereffeningscoëfficiënten	3/4	1/4	1/4	3/8	3/8	6/25	3/25	16/25	1/2	—	1/2
Primair moment tgv. δ_A	$-1{,}2M^I$	$+M^I$	$+M^I$	—	—	—	—	—	—	—	—
Sub-geval: $\mathbf{A}^I$ $M^I = \frac{6EI\delta_A}{\lambda^2}$		−0,125	−0,250	−0,375	−0,375	−0,1875					
	+0,244	+0,081	+0,0405								
					+0,0225	+0,045	+0,0225	+0,120	+0,060		−0,060
		−0,008	−0,016	−0,0235	−0,0235	−0,012					
					+0,0015	+0,003	+0,0015	+0,0075	+0,004		−0,004
	+0,006	+0,002	+0,001								
		−0,0005	−0,0005	−0,001	−0,001	−0,0005					
					—	—	—	+0,0005	—		—
	+0,0005	—	—								
Knoopmoment tgv. δ_A in M^I	−0,9495	+0,9495	+0,775	−0,3995	−0,3755	−0,152	+0,024	+0,128	+0,064	—	−0,064
idem bij *O* tgv. δ'_A in M^{IV}									+0,064	—	+0,064
Sub-geval: $\mathbf{B}^I$ $M^{IV} = \frac{6EI\delta'_A}{\lambda^2}$								−0,032	−0,064	—	−0,064
					+0,004	+0,0075	+0,004	+0,0205	+0,010	—	+0,010
								−0,005	−0,010	—	−0,010
					+0,0005	+0,001	+0,0005	+0,003	+0,0015	—	+0,0015
		−0,0005	−0,001	−0,0015	−0,0015	−0,001					
								−0,001	−0,0015	—	−0,0015
					—	+0,0005	—	+0,001	+0,0005	—	+0,0005
								—	−0,0005	—	−0,0005
	+0,0005	—	—								
Knoopmoment tgv. δ'_A in M^{IV}	−0,949	+0,949	+0,774	−0,401	−0,3725	−0,144	+0,0285	+0,1145	—	—	—

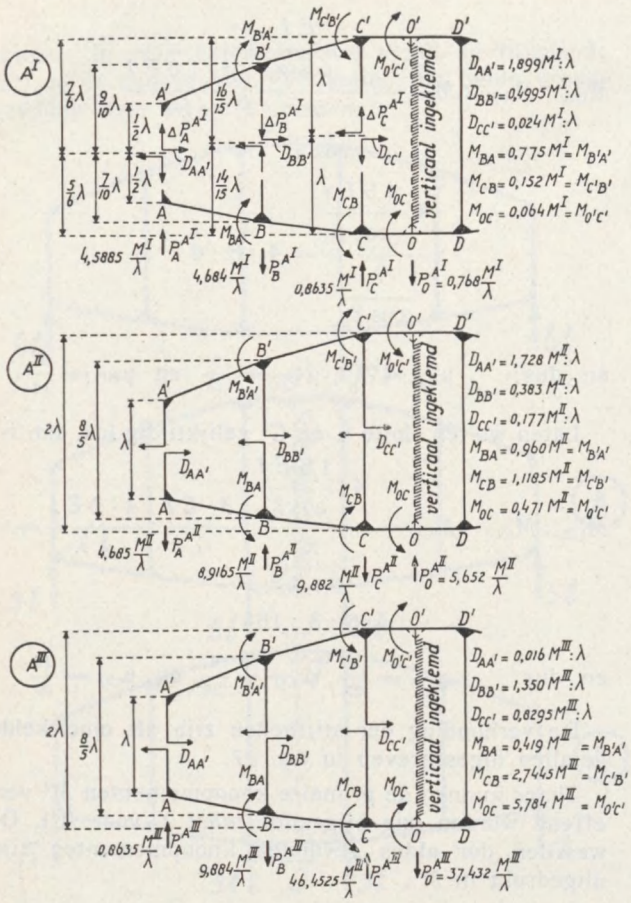


Fig. 28. Bepaling van de vasthoudkrachten voor grondgeval **A**.

We bepalen nu aan de hand van deze knoopmomenten de vasthoudkrachten (zie *fig. 28*, subgeval $\mathbf{A}^{\mathrm{I}}$). De vasthoudkracht in A is:

$$M_{BA} = (P_A^{A^I} - \triangle P_A^{A^I}) \cdot \lambda - D_{AA'} \cdot (\tfrac{1}{2}\lambda + \tfrac{1}{5}\lambda)$$

$$M_{B'A'} = \triangle P_A^{A^I} \cdot \lambda - D_{AA'} \cdot (\tfrac{1}{2}\lambda + \tfrac{2}{5}\lambda).$$

Tellen we beide vergelijkingen bij elkaar op, dan is:

$$M_{BA} + M_{B'A'} = P_A^{A^I} \cdot \lambda - D_{AA'} \cdot \tfrac{8}{5}\lambda$$

en daar: $M_{BA} = M_{B'A'} = 0{,}775\ M^{\mathrm{I}}$ en

$$D_{AA'} = \frac{M_{AA'} + M_{A'A}}{\lambda} = \frac{2 \cdot 0{,}9495\ M^{\mathrm{I}}}{\lambda} = \frac{1{,}899\ M^{\mathrm{I}}}{\lambda}$$

zoo is: $P_A^{A^I} = 4{,}5885 \dfrac{M^{\mathrm{I}}}{\lambda}$ (naar boven).

Voor de vasthoudkracht in B vinden we, zonder de normaalkracht $N_{BB'}$ daarin te betrekken:

$$M_{CB} + M_{C'B'} = P_A^{A^I} \cdot 2\lambda - P_B^{A^I} \cdot \lambda + (D_{AA'} + D_{BB'}) \cdot 2\lambda.$$

Hierin is: $M_{CB} = M_{C'B'} = 0{,}152\ M^{\mathrm{I}}$ en

$$D_{BB'} = \frac{M_{BB'} + M_{B'B}}{\tfrac{8}{5}\lambda} = \frac{2 \cdot 0{,}3995\ M^{\mathrm{I}}}{\tfrac{8}{5}\lambda} = 0{,}4995 \frac{M^{\mathrm{I}}}{\lambda}$$

zoodat: $P_B^{A^I} = 4{,}684 \dfrac{M^{\mathrm{I}}}{\lambda}$ (naar beneden).

De vasthoudkracht in C volgt uit:

$$M_{OC} + M_{O'C'} = P_A^{A^I} \cdot 2\tfrac{1}{2}\lambda - P_B^{A^I} \cdot 1\tfrac{1}{2}\lambda + P_C^{A^I} \cdot \tfrac{1}{2}\lambda + (-D_{AA'} - D_{BB'} + D_{CC'}) \cdot 2\lambda.$$

We vinden:

$$P_C^{A^I} = 0{,}8635 \frac{M^{\mathrm{I}}}{\lambda} \text{ (naar boven).}$$

Tenslotte is de vasthoudkracht in O nog:

$$\frac{M_{CO} + M_{C'O'} + M_{OC} + M_{O'C'}}{\tfrac{1}{2}\lambda} = P_O^{A^I} = 0{,}768 \frac{M^{\mathrm{I}}}{\lambda}.$$

Als contrôle hebben we, zooals reeds eerder opgemerkt werd, dat de algebraïsche som der vasthoudkrachten nul moet zijn, teneinde het verticaal evenwicht te waarborgen.

We geven nu B een verticale verplaatsing δ_B naar boven (zie *fig. 29*). B verplaatst daarbij over een horizontalen afstand $\delta_B \operatorname{tg} \beta_o$ naar rechts, terwijl B' over een afstand $\delta_B \operatorname{tg} \beta_b$ naar links verplaatst. De evenwijdige verplaatsing der tijdelijke inklemmingen B en C is dus $\dfrac{\delta_B}{\cos \beta_o}$, zoodat de primaire knoopmomenten in BC zijn:

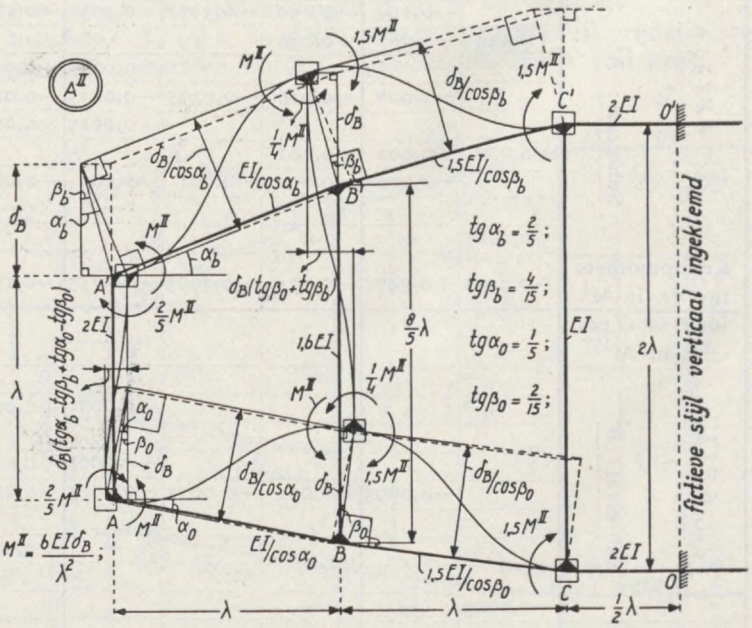


Fig. 29. Bepaling van de primaire knoopmomenten bij verplaatsing δ_B van B.

$$6 \cdot \frac{\frac{1{,}5\,E\,I}{\cos\beta_o} \cdot \frac{\delta_B}{\cos\beta_o}}{\left(\frac{\lambda}{\cos\beta_o}\right)^2} = 1{,}5\,M^{II} \qquad \left(M^{II} = \frac{6\,E\,I\,\delta_B}{\lambda^2}\right).$$

Evengroote primaire knoopmomenten worden vanzelfsprekend, zooals gemakkelijk nagegaan kan worden in $B'C'$ opgewekt.

In BB' zijn de primaire knoopmomenten:

$$\frac{6 \cdot 1{,}6\,E\,I \cdot \delta_B\,(\mathrm{tg}\,\beta_o + \mathrm{tg}\,\beta_b)}{(\frac{8}{5}\lambda)^2} = \tfrac{1}{4}\,M^{II} \quad \text{(neg.)}.$$

Aan de hand van de *vormveranderingsfiguur 29* kunnen we zien, dat aangezien knooppunt B naar rechts verschoven is en lengteveranderingen van de staven uitgesloten zijn, het knooppunt A eveneens horizontaal over een zekeren afstand verschoven zal moeten worden en wel naar links. Daarentegen zal A' zich horizontaal over een zekeren afstand naar rechts moeten verplaatsen. De evenwijdige verschuiving der tijdelijke inklemmingen A en A' bedraagt (zooals uit de figuur valt af te lezen):

$$\delta_B\,(\mathrm{tg}\,\alpha_o - \mathrm{tg}\,\beta_o + \mathrm{tg}\,\alpha_b - \mathrm{tg}\,\beta_b) = \frac{1}{5}\,\delta_B.$$

De primaire knoopmomenten in AA' bedragen dus:

$$\frac{6 \cdot 2\,E\,I \cdot \frac{1}{5}\delta_B}{\lambda^2} = \frac{2}{5}\,M^{II} \text{ (pos.)}.$$

De primaire knoopmomenten in de randstaven AB en $A'B'$ zijn (zie *fig. 29*) gelijk aan M^{II}.

Al deze primaire knoopmomenten zijn in de *vereffeningstabel XI* voor subgeval $\mathbf{A}^{II}$ opgenomen en vereffend. De uitkomsten zijn uitgedrukt in M^{II}. Met behulp van deze waarden worden de vasthoudkrachten berekend (zie *fig. 28* subgeval $\mathbf{A}^{II}$).

Tenslotte geven we C een verticale verplaatsing naar boven van δ_C (zie *fig. 30*). Doordat nu CO en

Tabel XI.

Vereffeningstabel voor sub-gevallen: $\mathbf{A}^{II}$ en $\mathbf{B}^{II}$

Knooppunten	*A*		*B*			*C*			*O*		
Staven	aa′	ab	ba	bb′	bc	cb	cc′	co	oc	oo′	od
Vereffenings-coëfficiënten	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{6}{25}$	$\frac{3}{25}$	$\frac{16}{25}$	$\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$
Primair moment tgv. δ_B	$+\frac{2}{5}M^{II}$	$-M^{II}$	$-M^{II}$	$-\frac{1}{4}M^{II}$	$+\frac{3}{2}M^{II}$	$+\frac{3}{2}M^{II}$	—	—	—	—	—
					−0,180	−0,360	−0,180	−0,960	−0,480		+0,480
	+0,450	+0,150	+0,075								
		−0,018	−0,036	−0,0545	−0,0545	−0,027					
					+0,003	+0,0065	+0,003	+0,0175	+0,0085		−0,0085
	+0,0135	+0,0045	+0,002								
		−0,0005	−0,001	−0,002	−0,002	−0,001					
					—	—	—	+0,0005	+0,0005		−0,0005
	+0,0005	—	—								
Knoopmoment tgv. δ_B in M^{II}	+ 0,864	−0,864	−0,960	−0,3065	+1,2665	+1,1185	−0,177	−0,942	−0,471	—	+0,471
idem bij *O* tgv. δ'_B in M^V									−0,471	—	−0,471
								+0,2355	+0,471	—	+0,471
					−0,0285	−0,0565	−0,0285	−0,1505	−0,0755		−0,0755
								+0,0375	+0,0755	—	+0,0755
					−0,0045	−0,009	−0,0045	−0,024	−0,012	—	−0,012
		+0,004	+0,008	+0,0125	+0,0125	+0,006					
								+0,006	+0,012	—	+0,012
					−0,0015	−0,003	−0,0015	−0,0075	−0,004	—	−0,004
								+0,002	+0,004	—	+0,004
	−0,003	−0,001	−0,0005								
		—	+0,0005	+0,001	+0,001	+0,0005					
					—	−0,0005	−0,0005	−0,0015	−0,001	—	−0,001
								+0,0005	+0,001	—	+0,001
					—	—	—	−0,0005	—	—	—
Knoopmoment tgv. δ'_B in M^V	+0,861	−0,861	−0,952	−0,293	+1,2455	+1,056	−0,212	−0,8445	—	—	—

$C'O'$ beide horizontaal zijn, blijft de stijl CC' recht. De primaire knoopmomenten in CO en $C'O'$ zijn:

$$\frac{6 \cdot 2EI \cdot \delta_C}{(\frac{1}{2}\lambda)^2} = 8 M^{III} \qquad \left(M^{III} = \frac{6EI\delta_C}{\lambda^2} \right).$$

De overige primaire knoopmomenten volgen uit *fig. 30.*

We merken nog op, dat bij de veronderstelde verschuiving de stijl AA' wel gebogen wordt, maar de randstaven AB en $A'B'$ niet.

De vereffening is uitgevoerd in *tabel XII* voor subgeval $\mathbf{A}^{III}$ en de vasthoudkrachten zijn berekend en ingeschreven in *fig. 28,* subgeval $\mathbf{A}^{III}$.

Hiermede zijn de knoopmomenten voor de drie subgevallen $\mathbf{A}^{I}$, $\mathbf{A}^{II}$ en $\mathbf{A}^{III}$, resp. uitgedrukt in M^{I}, M^{II} en M^{III}, bekend en kunnen we nu de evenwichtsvergelijkingen voor grondgeval **A** opschrijven. Deze zijn:

$$\left.\begin{aligned} +4{,}5885\frac{M^{I}}{\lambda} - 4{,}685\frac{M^{II}}{\lambda} + 0{,}8635\frac{M^{III}}{\lambda} &= \\ = +5\text{ t} & \\ -4{,}684\frac{M^{I}}{\lambda} + 8{,}9165\frac{M^{II}}{\lambda} - 9{,}884\frac{M^{III}}{\lambda} &= \\ = 0 & \\ +0{,}8635\frac{M^{I}}{\lambda} - 9{,}882\frac{M^{II}}{\lambda} + 46{,}4525\frac{M^{III}}{\lambda} &= \\ = -5\text{ t} & \end{aligned}\right\} \ldots (\mathbf{A})$$

Tabel XII.

Vereffeningstabel voor sub-gevallen: $\mathbf{A}^{III}$ en $\mathbf{B}^{III}$

Knooppunten	*A*		*B*			*C*			*O*		
Staven	aa′	ab	ba	bb′	bc	cb	cc′	co	oc	oo′	od
Vereffenings-coëfficiënten	3/4	1/4	1/4	3/8	3/8	6/25	3/25	16/25	1/2	—	1/2
Primair moment tgv. δ_C	$+\frac{4}{5}M^{III}$	—	—	$+\frac{1}{4}M^{III}$	$-\frac{3}{2}M^{III}$	$-\frac{3}{2}M^{III}$	—	$+8\,M^{III}$	$+8\,M^{III}$	—	$-8\,M^{III}$
					−0,780	−1,560	−0,780	−4,160	−2,080		+2,080
		+0,254	+0,5075	+0,761	+0,761	+0,3805					
	−0,7905	−0,2635	−0,132								
					−0,0455	−0,0915	−0,0455	−0,2435	−0,122		+0,122
		+0,022	+0,0445	+0,0665	+0,0665	+0,0335					
					−0,004	−0,008	−0,004	−0,0215	−0,0105		+0,0105
	−0,0165	−0,0055	−0,003								
		+0,001	+0,002	+0,0025	+0,0025	+0,0015					
					—	−0,0005	—	−0,001	−0,0005		+0,0005
	−0,001	—	—								
Knoopmoment tgv. δ_C in M^{III}	−0,008	+0,008	+0,419	+1,080	−1,4995	−2,7445	−0,8295	+3,574	+5,784	—	−5,784
idem bij *O* tgv. δ'_C in M^{VI}									+5,784	—	+5,784
								−2,892	−5,784	—	−5,784
					+0,347	+0,694	+0,347	+1,851	+0,9255	—	+0,9255
								−0,463	−0,9255	—	−0,9255
					+0,0555	+0,111	+0,0555	+0,2965	+0,148	—	+0,148
		−0,0505	−0,1005	−0,151	−0,151	−0,0755					
								− 0074	−0,148	—	−0,148
					+0,018	+0,036	+0,018	+0,0955	+0,048	—	+0,048
								−0,024	−0,048	—	−0,048
	+0,038	+0,0125	+0,0065								
		−0,003	−0,006	−0,009	−0,009	−0,0045					
					+0,0035	+0,007	+0,0035	+0,018	+0,009	—	+0,009
								−0,0045	−0,009	—	−0,009
					+0,0005	+0,001	+0,0005	+0,003	+0,0015	—	+0,0015
		−0,0005	−0,001	−0,0015	−0,0015	−0,001					
	+0,0025	+0,001	+0,0005								
								−0,001	−0,0015	—	−0,0015
					—	+0,0005	—	+0,0015	+0,0005	—	+0,0005
								—	−0,0005	—	−0,0005
Knoopmoment tgv. δ'_C in M^{VI}	+0,0325	−0,0325	+0,3185	+0,9185	−1,2365	−1,976	−0,405	+2,381	—	—	—

Sub-geval: $\mathbf{A}^{III}$ — $M^{III} = \frac{6EI\delta_C}{\lambda^2}$

Sub-geval: $\mathbf{B}^{III}$ — $M^{VI} = \frac{6EI\delta'_C}{\lambda^2}$

Na oplossing vinden we:

$M^{I} = 2{,}7445\ \lambda$ tm, $M^{II} = 1{,}6565\ \lambda$ tm en $M^{III} = 0{,}194\ \lambda$ tm.

De bij de vereffeningen gevonden knoopmomenten voor de subgevallen $\mathbf{A}^{I}$, $\mathbf{A}^{II}$ en $\mathbf{A}^{III}$, uitgedrukt in λ, kunnen dus nu berekend worden en zijn opgenomen in bijgaande *verzameltabel XIII*. De knoopmomenten voor de rechter helft van den raamligger zijn gelijk aan de overeenkomstige knoopmomenten van de linker helft, echter met het tegengestelde teeken.

We moeten nu nog grondgeval **B** onderzoeken. Voor de punten O en O', die we verbonden gedacht hebben door een fictieven slappen stijl OO', zijn de vereffeningscoëfficiënten: $\mu_{OC} = \frac{1}{2}$, $\mu_{OO'} = 0$ en $\mu_{OD} = \frac{1}{2}$.

Evenals bij het voorgaande geval van een raamligger met evenwijdige randen, worden de knoopmomenten berekend voor de subgevallen $\mathbf{B}^{I}$, $\mathbf{B}^{II}$ en $\mathbf{B}^{III}$, door eerst de primaire knoopmomenten M^{IV}, M^{V} en M^{VI} ten gevolge van resp. δ'_A, δ'_B en δ'_C te vereffenen en daarbij aanvankelijk de knooppunten O en O' vast te houden. Tenslotte werkt er dan links van O bijvoorbeeld voor subgeval $\mathbf{B}^{I}$ een moment: $+ 0{,}064\ M^{IV}$ en rechts van O eveneens een moment: $+ 0{,}064\ M^{IV}$, zoodat op deze knooppunten werkt in totaal een moment: $2 \cdot + 0{,}064\ M^{IV}$, dat vereffend moet worden. Uiteraard neemt daarbij de stijl OO' geen moment op, terwijl uiteindelijk bij O : M_{OC} en M_{OD} nul moeten zijn, aangezien hier bij het belastinggeval $\mathbf{B}^{I}$ en ook bij $\mathbf{B}^{II}$ en $\mathbf{B}^{III}$ momentnulpunten optreden, hetgeen volgt uit de symmetrie. De knoopmomenten voor de drie subgevallen $\mathbf{B}^{I}$, $\mathbf{B}^{II}$ en $\mathbf{B}^{III}$ worden dus weer gevonden door een correctie van de waarden voor de subgevallen $\mathbf{A}^{I}$, $\mathbf{A}^{II}$ en $\mathbf{A}^{III}$.

Tabel XIII.

Knooppunten	Staven	Knoopmomenten in λ tm								
		$\mathbf{A}^{I}$	$\mathbf{A}^{II}$	$\mathbf{A}^{III}$	**A**	$\mathbf{B}^{I}$	$\mathbf{B}^{II}$	$\mathbf{B}^{III}$	**B**	**A+B**
A	aa′	— 2,606	+ 1,4315	— 0,0015	— 1,176	— 0,7285	+ 0,9095	+ 0,0245	+ 0,2055	— 0,9705
	ab	+ 2,606	— 1,4315	+ 0,0015	+ 1,176	+ 0,7285	— 0,9095	— 0,0245	— 0,2055	+ 0,9705
B	ba	+ 2,127	— 1,5905	+ 0,081	+ 0,6175	+ 0,594	— 1,006	+ 0,241	— 0,171	+ 0,4465
	bb′	— 1,0965	— 0,5075	+ 0,2095	— 1,3945	— 0,308	— 0,3095	+ 0,6955	+ 0,078	— 1,3165
	bc	— 1,0305	+ 2,098	— 0,2905	+ 0,777	— 0,286	+ 1,316	— 0,9365	+ 0,0935	+ 0,8705
C	cb	— 0,417	+ 1,853	— 0,532	+ 0,904	— 0,1105	+ 1,116	— 1,496	— 0,4905	+ 0,4135
	cc′	+ 0,066	— 0,293	— 0,1605	— 0,3875	+ 0,022	— 0,224	— 0,3065	— 0,5085	— 0,896
	co	+ 0,3515	— 1,5605	+ 0,6925	— 0,5165	+ 0,088	— 0,8925	+ 1,803	+ 0,9985	+ 0,482
O	oc	+ 0,1755	— 0,7805	+ 1,1205	+ 0,5155	—	—	—	—	+ 0,5155
	oo′	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	od	— 0,1755	+ 0,7805	— 1,1205	— 0,5155	—	—	—	—	— 0,5155
D	do	— 0,3515	+ 1,5605	— 0,6925	+ 0,5165	+ 0,088	— 0,8925	+ 1,803	+ 0,9985	+ 1,515
	dd′	— 0,066	+ 0,293	+ 0,1605	+ 0,3875	+ 0,022	— 0,224	— 0,3065	— 0,5085	— 0,121
	de	+ 0,417	— 1,853	+ 0,532	— 0,904	— 0,1105	+ 1,116	— 1,496	— 0,4905	— 1,3945
E	ed	+ 1,0305	— 2,098	+ 0,2905	— 0,777	— 0,286	+ 1,316	— 0,9365	+ 0,0935	— 0,6835
	ee′	+ 1,0965	+ 0,5075	— 0,2095	+ 1,3945	— 0,308	— 0,3095	+ 0,6955	+ 0,078	+ 1,4725
	ef	— 2,127	+ 1,5905	— 0,081	— 0,6175	+ 0,594	— 1,006	+ 0,241	— 0,171	— 0,7885
F	fe	— 2,606	+ 1,4315	— 0,0015	— 1,176	+ 0,7285	— 0,9095	— 0,0245	— 0,2055	— 1,3815
	ff′	+ 2,606	— 1,4315	+ 0,0015	+ 1,176	— 0,7285	+ 0,9095	+ 0,0245	+ 0,2055	+ 1,3815

Voor de drie subgevallen van het grondgeval **B** worden de vasthoudkrachten op dezelfde wijze berekend als voor grondgeval **A** en de evenwichtsvergelijkingen opgesteld. We krijgen hiervoor (zie *fig. 31*):

$$\left.\begin{aligned} &+ 4{,}585\ \frac{M^{IV}}{\lambda} - 4{,}659\ \frac{M^{V}}{\lambda} + \\ &\qquad + \ 0{,}533\ \frac{M^{VI}}{\lambda} = -1\ \text{tm} \\ &- 4{,}659\ \frac{M^{IV}}{\lambda} + 8{,}719\ \frac{M^{V}}{\lambda} - \\ &\qquad - \ 7{,}444\ \frac{M^{VI}}{\lambda} = 0 \\ &+ 0{,}5365\ \frac{M^{IV}}{\lambda} - 7{,}4355\ \frac{M^{V}}{\lambda} + \\ &\qquad + 16{,}435\ \frac{M^{VI}}{\lambda} = +5\ \text{t} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ (B)$$

Na oplossing vinden we:

$M^{IV} = 0{,}7675\ \lambda$ tm, $M^{V} = 1{,}0565\ \lambda$ tm en $M^{VI} = 0{,}757\ \lambda$ tm.

Met behulp van deze uitkomsten worden de waarden van de knoopmomenten volgens de subgevallen $\mathbf{B}^{I}$, $\mathbf{B}^{II}$ en $\mathbf{B}^{III}$ bepaald en opgenomen in de verzameltabel. Tellen we nu de knoopmomenten volgens de zes subgevallen algebraïsch bij elkaar op, dan zijn hiermede alle knoopmomenten voor het gegeven belastinggeval bekend, evenals de zakkingen en horizontale verplaatsing van de knooppunten.

Ten overvloede merken we nog op, dat de knoopmomenten voor de rechter liggerhelft bij grondgeval **B** gevonden worden door spiegeling van de waarden gevonden voor de linker helft met behoud van het teeken.

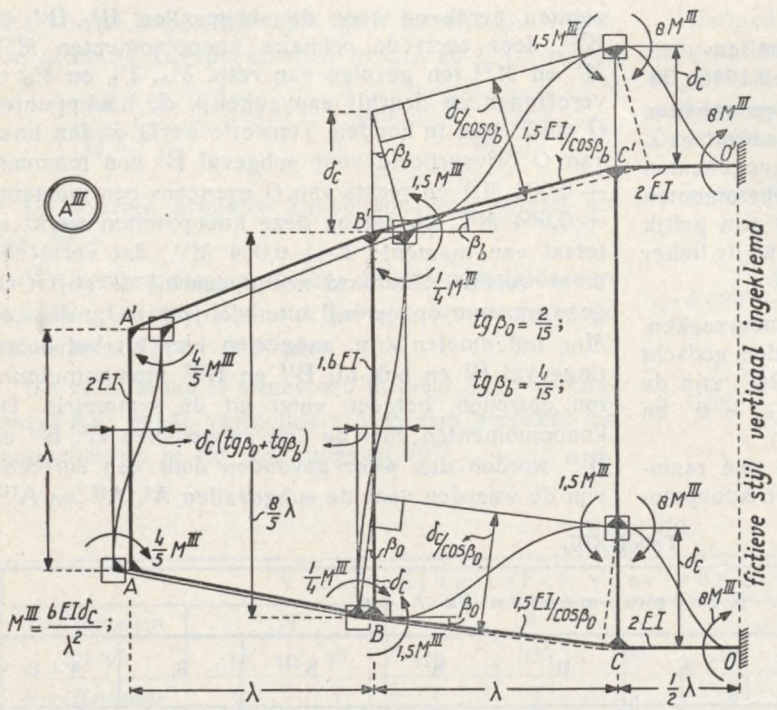


Fig. 30. Bepaling van de primaire knoopmomenten bij verticale verplaatsing δ_C van C.

We zullen nu de krachtsverdeeling nagaan (zie *fig. 32*). De momentnulpunten voor de stijlen vallen samen met hun midden. De afschuivende krachten worden in de stijlen berekend uit de betrekkelijke knoopmomenten. De normaalkracht in stijl AA' volgt derhalve uit:

$$M_{BA} = (A - N_{AA'}) \cdot \lambda - D_{AA'} \cdot (\tfrac{1}{2}\lambda + \tfrac{1}{5}\lambda)$$

maar ook uit:

$$M_{B'A'} = N_{AA'} \cdot \lambda - D_{AA'} \cdot (\tfrac{1}{2}\lambda + \tfrac{2}{5}\lambda).$$

Nu is: $M_{BA} = M_{B'A'} = 0{,}4465\,\lambda$ tm, $A = 4$ t,

$$D_{AA'} = \frac{M_{AA'} + M_{A'A}}{\lambda} = \frac{2 \cdot 0{,}9705\,\lambda}{\lambda} = 1{,}941 \text{ t}.$$

Uit beide vergelijkingen vinden we:

$$N_{AA'} = 2{,}194 \text{ t (druk)}.$$

We zien hieruit reeds, dat in het algemeene geval van een elastisch-symmetrischen raamligger de boven- en onderrand niet ieder de helft van de belasting opnemen, ofschoon de knoopmomenten wel even groot zijn. Daardoor zal in de onbelaste stijlen nu wel een normaalkracht aanwezig zijn, die we voor stijl BB' zullen berekenen. Veronderstellen we bijvoorbeeld in BB' een trekkracht $N_{BB'}$, dan is:

$$M_{CB} = (A - N_{AA'}) \cdot 2\lambda + N_{BB'} \cdot \lambda -$$

$$- D_{AA'} \cdot (\tfrac{1}{2}\lambda + \tfrac{1}{5}\lambda + \tfrac{2}{15}\lambda) - D_{BB'} (\tfrac{4}{5}\lambda + \tfrac{2}{15}\lambda),$$

maar ook weer:

$$M_{C'B'} = N_{AA'} \cdot 2\lambda - N_{BB'} \cdot \lambda -$$

$$- D_{AA'} \cdot (\tfrac{1}{2}\lambda + \tfrac{2}{5}\lambda + \tfrac{4}{15}\lambda) - D_{BB'} (\tfrac{4}{5}\lambda + \tfrac{4}{15}\lambda).$$

Beide vergelijkingen leveren voor $N_{BB'}$: — 0,046 t, dus een drukkracht. De overige stijlnormaalkrachten kunnen op dezelfde wijze berekend worden. De plaatsen der momentnulpunten in de randen zijn bekend, aangezien de knoopmomenten bekend zijn, zij liggen in dezelfde verticaal. Voor het eerste veld van links is ter plaatse van de nulpunten het moment tengevolge van de belasting: 2,74 λ tm, terwijl de verticale afstand der momentnulpunten is: 1,411 λ m. De horizontale ontbondene der normaalkrachten in onder- en bovenrand is hier dus: 2,74 λ : 1,411 λ = 1,942 t (voor den bovenrand een drukkracht en uiteraard voor den onderrand een trekkracht). Zij is gelijk aan de afschuivende kracht in AA'.

De verticale ontbondene van de afschuivende kracht in AB en $A'B'$ is het snelst te berekenen uit de knoopmomenten. Voor den onderrand volgt deze verticaal afschuivende kracht D_o uit:

$$M_{AB} = D_o \cdot 0{,}685\,\lambda - 1{,}942 \cdot (\tfrac{1}{5} \cdot 0{,}685\,\lambda)$$

maar ook uit:

$$M_{BA} = D_o \cdot 0{,}315\,\lambda - 1{,}942 \cdot (\tfrac{1}{5} \cdot 0{,}315\,\lambda).$$

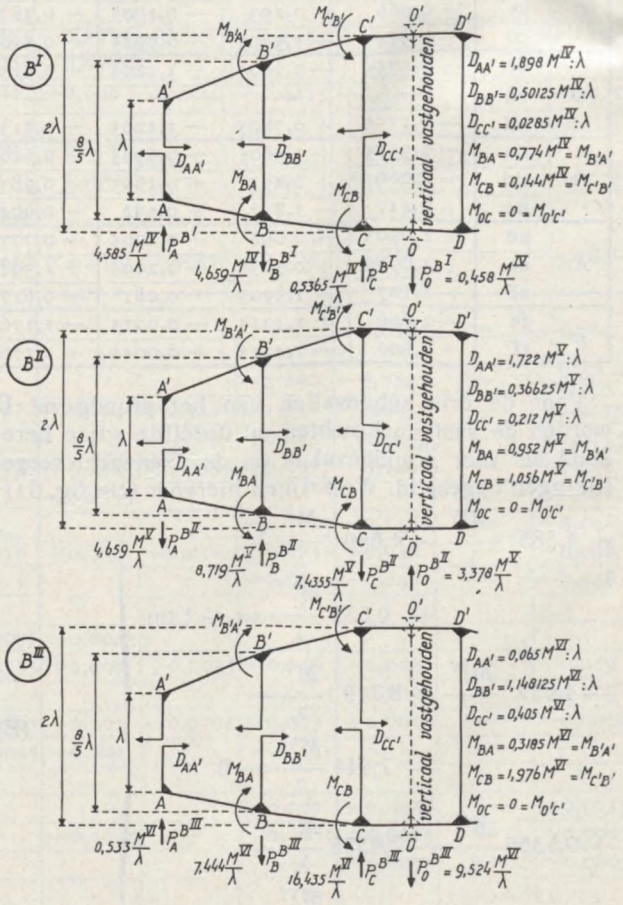


Fig. 31. Bepaling van de vasthoudkrachten voor grondgeval **B**.

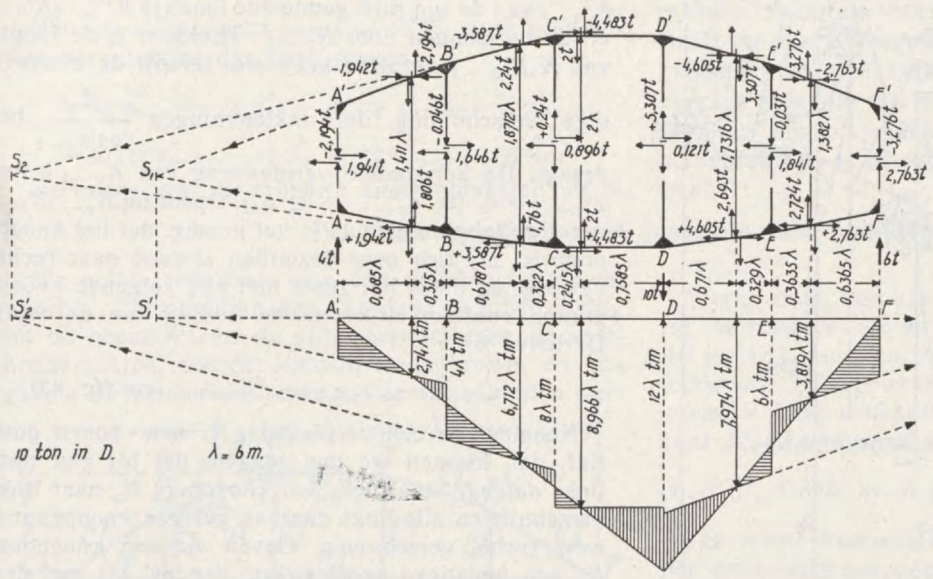


Fig. 32. Krachtsverdeeling en momentenvlak voor beide randen tezamen.

We vinden D_o in AB : 1,806 t.

De verticaal afschuivende kracht in $A'B'$ is:

$$M_{A'B'} = D_b \cdot 0{,}685\,\lambda - D_b \cdot (\tfrac{2}{5} \cdot 0{,}685\,\lambda),$$

maar ook:

$$M_{B'A'} = D_b \cdot 0{,}315\,\lambda - D_b \cdot (\tfrac{2}{5} \cdot 0{,}315\,\lambda).$$

Uit beide vergelijkingen vindt men D_b in $A'B'$ is: 2,194 t.

Als contrôle hebben we, dat D_o in AB plus D_b in $A'B'$ samen gelijk moeten zijn aan: $A = 4$ t.

Voor de overige velden kunnen we op geheel overeenkomstige wijze handelen. Uit de aldus bepaalde horizontale ontbondene van de normaalkracht en verticale ontbondene van de afschuivende kracht, dus uit deze scharnierkrachten, kunnen nu de zuivere normaalkracht en de zuivere dwarskracht in de randstaven bepaald worden. Voor AB bijvoorbeeld is de normaalkracht: (1,942 cos α_o + 1,806 sin α_o) ton (trek) en de dwarskracht: (1,806 cos α_o — 1,942 sin α_o) ton (pos).

Voorts is in *fig. 32* het momentenvlak voor de beide randen tezamen geteekend (gearceerd oppervlak). De sprongen in de trapjeslijn stellen op schaal de som der knoopmomenten in de stijlen voor.

Als contrôle hebben we bijvoorbeeld, dat wanneer we de randstaven AB en $A'B'$ verlengen tot zij elkaar snijden (d.i. in het punt S_1), dit punt gelegen moet zijn boven het snijpunt van de trapjeslijn behoorende bij het veld en de horizontale nullijn van het momentenvlak, d.i. het punt S'_1. Zoo zullen ook de punten S_2 en S'_2 boven elkaar moeten liggen. Voor de rechter hellende velden geldt hetzelfde (niet geteekend in de figuur). (Zie ook: K l o p p e r, Leerboek der Toegepaste Mechanica, 3de deel, Nr. 247).

Als contrôle voor het horizontaal evenwicht van den ligger hebben we voorts nog, dat de algebraïsche som van de dwarskrachten in de stijlen nul moet zijn.

In het zoo juist genoemde leerboek (zie Nr. 241) is voor de berekening van symmetrische liggers (alle momentnulpunten in de stijlen liggen op een rechte lijn) een methode aangegeven, naar welke wij ook reeds verwezen hebben bij de contrôleberekening voor den behandelden raamligger met evenwijdige randen. Deze methode berust op de omstandigheid, dat bij dergelijke symmetrische liggers de bovenste resp. de onderste liggerhelft ieder de helft van de belasting opneemt. Daar nu de verplaatsing der momentnulpunten in de stijlen ten opzichte van elkaar in de richting hunner verbindingslijn nul is, zoo kunnen de dwarskrachten in de stijlen dan berekend worden, door telkens voor een veld, ten opzichte van deze verbindingslijn, het statisch moment van het momentenvlak van de onderrand- dan wel van de bovenrandstaaf met de daaraan aansluitende halve stijlen, gedeeld door de betrekkelijke stijfheidsfactoren tegen buiging, gelijk nul te stellen.

Met een kleine wijziging kan deze methode hier ook toegepast worden, ofschoon nu de momentnulpunten in de stijlen alle niet meer op een zelfde horizontale lijn gelegen zijn (zie Aanhangsel).

Aangezien bij onzen ligger de bovenste helft niet meer de halve belasting opneemt, zoo zijn de normaalkrachten in de stijlen onbekend. We kunnen echter dit bezwaar ondervangen door telkens voor ieder veld zoowel voor de onderste als voor de bovenste helft de relatieve verplaatsing der momentnulpunten in de stijlen in de richting van hunne verbindingslijn op te schrijven en deze aan elkaar gelijk te stellen [2]), waardoor de momenten ten gevolge van de onbekende stijlnormaalkrachten tegen elkaar wegvallen en we zoodoende alleen weer de stijldwarskrachten als eenige onbekenden overhouden. Passen we deze methode toe, dan vinden we voor de dwarskrachten in de stijlen: $D_{AA'} = 1{,}942$ t, $D_{BB'} = 1{,}6455$ t, $D_{CC'} = 0{,}896$ t, $D_{DD'} = 0{,}121$ t, $D_{EE'} = 1{,}840$ t en $D_{FF'} = 2{,}7645$ t (vergelijk ook de uitkomsten ingeschreven in *fig. 32*).

De verticale zakkingen van de knooppunten ten gevolge van een last van 10 ton in D kunnen weer berekend worden, aangezien M^{I} tot en met M^{VI} bekend zijn, op geheel overeenkomstige wijze als bij het voorbeeld met evenwijdige randen. Evenzoo kunnen de horizontale verplaatsingen van de knooppunten berekend worden. Deze laatstgenoemde verplaatsingen interesseeren ons echter weinig. We zullen volstaan met er op te wijzen, dat we daarbij te letten hebben op de horizontale verschuivingen, welke de

2) Men zal gemakkelijk inzien, dat deze relatieve verplaatsing voor ieder veld nul moet zijn (zie ook de *figuren 27, 29, 30* en *36*).

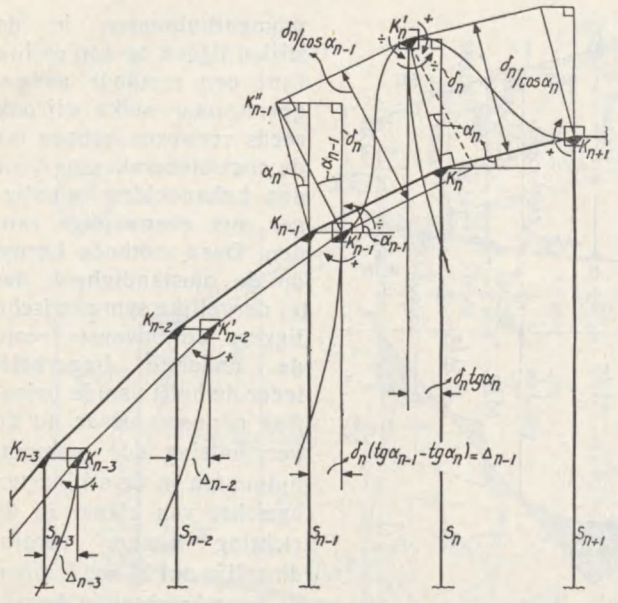


Fig. 33. Algemeene bepaling van de primaire knoopmomenten ten gevolge van verticale verplaatsing δ_n van K_n.

knooppunten reeds krijgen ten gevolge van δ_A t/m δ_C en δ'_A t/m δ'_C.

In verband met het zooeven behandelde probleem zullen we nu nagaan welke algemeene regels gelden voor de bepaling van de primaire momenten zoodat het niet noodig is deze aan de hand van vormveranderingsfiguren te bepalen.

Beschouw daartoe de in bijgaande *fig. 33* geteekende geknikte en naar links *dalende* staafreeks ..., K_{n-3}, K_{n-2}, K_{n-1}, K_n, K_{n+1}, ... welke den bovenrand van een raamligger kan voorstellen. In de knooppunten sluiten verticale stijlen S_{n-2}, S_{n-1}, S_n, S_{n+1}, enz. aan. We veronderstellen, dat de knooppunten niet draaien, ook niet wanneer zij een verplaatsing krijgen. Geven we nu uitsluitend het knooppunt K_n een verticale verplaatsing δ_n, dan zal (wanneer de staven geen lengteveranderingen ondergaan) het knooppunt K_n zich verplaatsen loodrecht op de staaf K_nK_{n+1} en terecht komen in K'_n, zoodat als gevolg van de verticale verplaatsing δ_n dit knooppunt K_n zich horizontaal verplaatst over een afstand δ_n tg α_n naar links.

Is de staafreeks naar links *stijgend,* dan zal bij een verticale verplaatsing het knooppunt zich tevens horizontaal naar rechts verplaatsen. Daar verondersteld is, dat de knooppunten ten opzichte van elkaar niet draaien kunnen we zeggen, dat de staven aan hunne einden ingeklemd zijn, maar dat desniettemin deze inklemmingen evenwijdig aan elkaar kunnen verschuiven. Nu zien we dat deze evenwijdige verschuiving voor de inklemmingen van staaf K_nK_{n+1} bedraagt $\frac{\delta_n}{\cos \alpha_n}$. Voor knooppunten links van K_n veronderstellen we dat zij verticaal niet verplaatsen, maar een noodzakelijke horizontale verplaatsing zoo noodig wel kunnen volgen. Nu is de lengte $K'_nK''_{n-1}$ gelijk aan de lengte K_nK_{n-1}. Richten we derhalve in K''_{n-1} een loodlijn op $K''_{n-1}K'_n$ op, dan zal, ten gevolge van de δ_n in K_n, het knooppunt K_{n-1} zich horizontaal moeten verplaatsen naar het snijpunt K'_{n-1} van de zoo juist genoemde loodlijn $K''_{n-1}K'_{n-1}$ en de horizontaal door K_{n-1}. Hierdoor is de lengte van $K_nK'_{n-1}$ dezelfde gebleven, terwijl de evenwijdige verschuiving der inklemmingen $\frac{\delta_n}{\cos \alpha_{n-1}}$ bedraagt. De horizontale verplaatsing van K_{n-1} is nu: $\triangle_{n-1} = \delta_n$ (tg α_{n-1} — tg α_n). Opdat nu $K_{n-1}K_{n-2}$ dezelfde lengte behoude is het noodig, dat het knooppunt K_{n-2} zich over dezelfden afstand naar rechts beweegt en dit is het geval met alle volgende knooppunten onafhankelijk van de helling van de staaf. Derhalve is:

$$\triangle_{n-3} = \triangle_{n-2} = \triangle_{n-1} \quad \text{(zie } \textit{fig. 33}\text{)}.$$

Noemen we een verplaatsing δ_n naar boven positief, dan kunnen we dus zeggen, dat bij een naar links *dalende* staafreeks het knooppunt K_n naar links verschuift en alle links daarvan gelegen knooppunten naar rechts verschuiven. Geven we een knooppunt K_n een negatieve verplaatsing, dan zal bij een dergelijke staafreeks K_n naar rechts verschuiven, alle overige knooppunten naar links, terwijl in beide gevallen de horizontale verschuiving van de in verticalen zin niet verschoven knooppunten gelijk is aan: δ_n (tg α_{n-1} — tg α_n), dus uitsluitend afhankelijk van de helling der in het verticaal verschoven knooppunt samenkomende staven. In de randstaaf links worden negatieve primaire knoopmomenten opgewekt en in de randstaaf rechts positief primaire momenten. Voorts kunnen we zeggen, dat wanneer een knooppunt zich tevens naar rechts verplaatst, het bij het knooppunt in den stijl opgewekte primaire knoopmoment positief en wanneer het naar links verschuift negatief is (zie *fig. 33*).

Geven we nu K_n bij een dergelijke staafreeks een negatieve verticale verplaatsing δ_n (d.i. dus naar beneden), dan zal K_n zich, zooals reeds opgemerkt werd, nu naar rechts verplaatsen en de overige knooppunten naar links. Alle door de verplaatsing opgewekte primaire knoopmomenten zullen derhalve het tegengestelde teeken van zooeven hebben.

Beschouwen we nu een naar links *stijgende* staafreeks en geven we K_n een positieve verplaatsing δ_n, dan verschuift dit knooppunt naar rechts, de overige knooppunten naar links. Geven we K_n bij een dergelijke staafreeks een negatieve verplaatsing δ_n, dan is het juist andersoms.

Wanneer we nu een raamwerk hebben, waarbij de bovenrand een naar links dalende en de onderrand een naar links stijgende staafreeks is, dan is het duidelijk, dat wanneer het knooppunt K_n^o van den onderrand een positieve verplaatsing δ_n krijgt, het overeenkomstige knooppunt van den bovenrand K_n^b dezelfde verticale verplaatsing krijgt. K_n^b gaat daarbij naar links en K_n^o naar rechts, zoodat de evenwijdige verschuiving van de knooppunten K_n^o en K_n^b wordt:

$$\delta_n \text{ tg } \alpha_n^o + \delta_n \text{ tg } \alpha_n^b = \delta_n (\text{tg } \alpha_n^o + \text{tg } \alpha_n^b).$$

Voor de stijlen links van stijl $K_n^o K_n^b$ is de evenwijdige verschuiving der knooppunten:

$$\delta_n (\text{tg}\, \alpha_{n-1}^o - \text{tg}\, \alpha_n^o) + \delta_n (\text{tg}\, \alpha_{n-1}^b - \text{tg}\, \alpha_n^b) =$$

$$= \delta_n (\text{tg}\, \alpha_{n-1}^o - \text{tg}\, \alpha_n^o + \text{tg}\, \alpha_{n-1}^b - \text{tg}\, \alpha_n^b).$$

Hiermede zijn de primaire knoopmomenten uit te rekenen en kan de vereffening hiervan plaats hebben. Blijkbaar zijn de evenwijdige verschuivingen van de knooppunten uitsluitend afhankelijk van de meetkundige gedaante van het raamwerk, terwijl verder de primaire knoopmomenten afhankelijk zijn van den betrekkelijken stijfheidsfactor en de lengte van de staaf.

IV. Berekening van een parabolischen raamligger.

We zullen ten slotte nog een geval beschouwen, waarbij zich moeilijkheden voordoen met betrekking tot de bepaling van de vormveranderingen en vasthoudkrachten, doordat eindstijlen ontbreken en bijgevolg de bovenrand, waarvan de knooppunten ver-

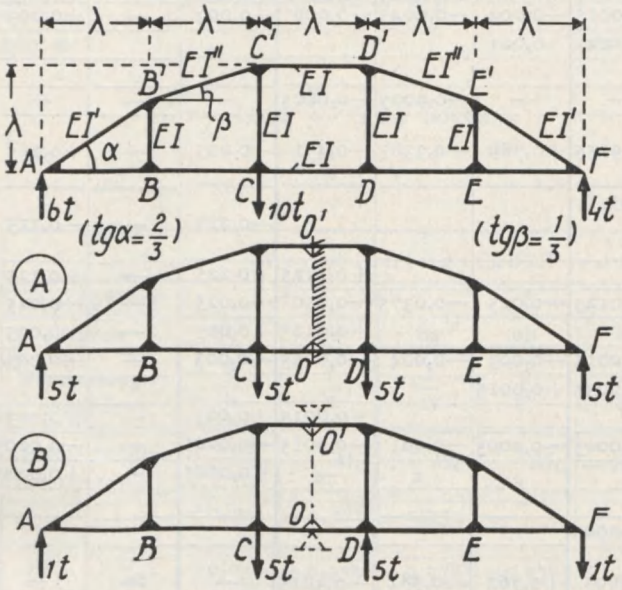


Fig. 34. Omzetting gegeven belasting in 2 symmetrische gevallen **A** *en* **B**.

ondersteld worden te liggen op een parabool, bij de opleggingen dadelijk aansluiten aan den onderrand (zie *fig. 34*).

We nemen aan, dat er in C een last van 10 ton hangt en de veldlengte gelijk is aan λ. De stijfheidsfactoren van de staven zijn in de figuur ingeschreven. De randstaven voldoen weer aan de voorwaarde van elastische symmetrie, d.w.z. de stijfheden $\frac{EI}{\lambda}$ voor de randstaven van een veld zijn onderling gelijk.

We zetten de gegeven belasting weer om in twee symmetrische belastinggevallen **A** en **B** (zie *fig. 34*). Daar geen middenstijl aanwezig is, denken we ons een fictieve slappe stijl OO', samenvallende met de verticale symmetrieas van den ligger.

We beginnen met het onderzoek van grondgeval **A**, geven A een verplaatsing δ_A naar boven en houden de knooppunten B en C op hun plaats. We zien dan, dat het onmogelijk is om A een verschuiving te geven. Er worden blijkbaar alleen normaalkrachten in het raamwerk opgewekt wanneer B en C vastgehouden worden. Ondanks het feit dat er dus geen momenten opgewekt worden, zullen er desniettemin vasthoudkrachten noodig zijn in B en C, welke beletten dat deze knooppunten zich verplaatsen.

Werkt er nu een kracht $P_A^{A^I}$ in A naar boven (zie *fig. 35*, subgeval $\mathbf{A^I}$) en ontbinden we deze in A langs AB en AB', dan zien we dat er in den onderrand een trekkracht H opgewekt wordt en in AB' een drukkracht S. Deze drukkracht S werkt nu ook op knooppunt B'. We ontbinden daarom S in B' langs BB' en $B'C'$, zoodat er in B' nu een kracht: $\frac{1}{2} P_A^{A^I}$ naar boven werkt tengevolge van de kracht $P_A^{A^I}$ in A. In het onderrandknooppunt B zal derhalve een even-groote vasthoudkracht $P_B^{A^I}$ naar beneden moeten werken, om te beletten dat B zich verplaatst. De drukkracht S' in $B'C'$ werkt nu nog op C'. We ontbinden deze langs CC' en $C'O'$, zoodat ook in C' nu een kracht $\frac{1}{2} P_A^{A^I}$ naar boven werkt en er in het onderrandknooppunt C derhalve een evengroote vasthoudkracht naar beneden moet werken. Dat deze vasthoudkrachten toevallig de helft zijn van de kracht in A is een gevolg van het feit, dat de bovenrandknooppunten op een parabool liggen. De vasthoudkrachten voor subgeval $\mathbf{A^I}$ zijn dus alle bekend. We merken nog op dat er in O geen vasthoudkracht werkt. Immers

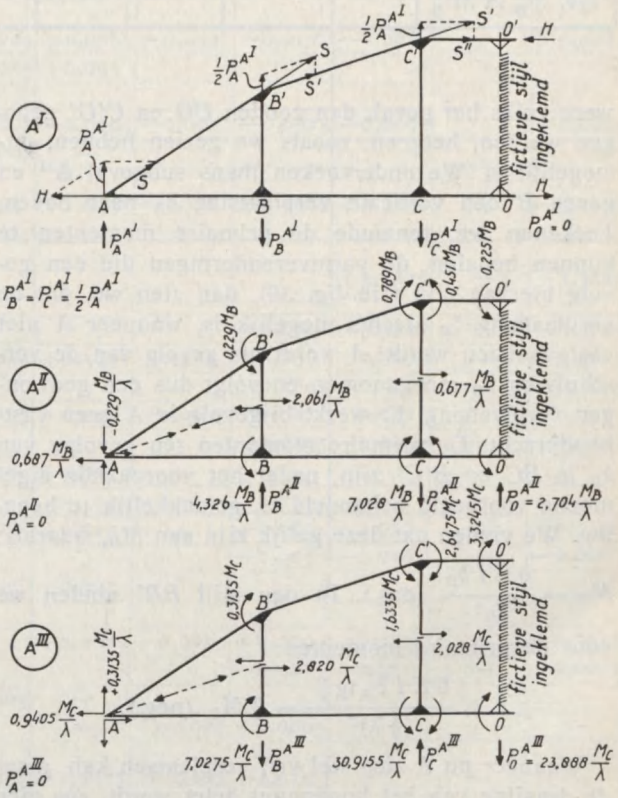


Fig. 35. Bepaling vasthoudkrachten. Grondgeval **A**.

Tabel XIV.

Vereffeningstabel voor sub-gevallen $\mathbf{A}^{II}$ en $\mathbf{B}^{II}$

Knooppunten	*A*		*B*			*C*			*O*		
Staven	ab′	ab	ba	bb′	bc	cb	cc′	co	oc	oo′	od
Vereffenings-coëfficiënt	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{17}$	$\frac{9}{17}$	$\frac{4}{17}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$
Primaire momenten tgv. δ_B	$-\frac{1}{2}M_B$	$-\frac{1}{2}M_B$	$-\frac{1}{2}M_B$	$-\frac{3}{4}M_B$	$+M_B$	$+M_B$	—	—	—	—	—
Sub-geval: $\mathbf{A}^{II}$ $M_B = -\frac{6EI\delta_B}{\lambda^2}$	+0,500	+0,500	+0,250								
					−0,111	−0,222	−0,3335	−0,4445	−0,222	—	+0,222
	+0,013	+0,013	+0,026	+0,059	+0,026	+0,013					
	−0,013	−0,013	−0,0065								
					−0,0015	−0,003	−0,0045	−0,006	−0,003	—	+0,003
	+0,001	+0,001	+0,002	+0,004	+0,002	+0,001					
	−0,001	−0,001	−0,0005								
					—	—	−0,0005	−0,0005	—	—	—
Knoopmomenten tgv. δ_B in M_B	—	—	−0,229	−0,687	+0,9155	+0,789	−0,3385	−0,451	−0,225	—	+0,225
idem bij *O* tgv. δ'_B in M'_B									−0,225	—	−0,225
Sub-geval: $\mathbf{B}^{II}$ $M'_B = \frac{6EI\delta'_B}{\lambda^2}$								+0,1125	+0,225	—	+0,225
					−0,0125	−0,025	−0,0375	−0,050	−0,025	—	−0,025
								+0,0125	+0,025	—	+0,025
					−0,0015	−0,003	−0,004	−0,0055	−0,003	—	−0,003
	+0,0015	+0,0015	+0,0035	+0,0075	+0,0035	+0,0015					
								+0,0015	+0,003	—	+0,003
					−0,0005	−0,0005	−0,001	−0,0015	−0,0005	—	−0,0005
								—	+0,0005	—	+0,0005
	−0,0015	−0,0015	−0,001								
	—	—	+0,0005	+0,001	+0,0005	—					
Knoopmomenten tgv. δ'_B in M'_B	—	—	−0,226	−0,6785	+0,905	+0,762	−0,381	−0,3815	—	—	—

ware zulks het geval, dan zouden *CO* en *C′O′* gebogen worden, hetgeen, zooals we gezien hebben, onmogelijk is. We onderzoeken thans subgeval $\mathbf{A}^{II}$ en geven *B* een verticale verplaatsing δ_B naar boven. Teekenen we, teneinde de primaire momenten te kunnen bepalen, de vormveranderingen die een gevolg hiervan zijn (zie *fig. 36*), dan zien we, dat de verplaatsing δ_B slechts mogelijk is, wanneer *A* niet vastgehouden wordt. *A* wordt als gevolg van de verschuiving δ_B meegenomen en volgt dus een gedwongen verplaatsing. Er werkt bijgevolg in *A* geen vasthoudkracht. De primaire momenten ten gevolge van δ_B in *BC* en *B′C′* zijn, nadat het voorgaande algemeene voorbeeld behandeld is, gemakkelijk te bepalen. We vinden dat deze gelijk zijn aan M_B, waarbij: $M_B = \frac{6EI\delta_B}{\lambda^2}$ (pos.). In den stijl *BB′* vinden we voor de primaire momenten:

$$\frac{6EI\delta_B \operatorname{tg}\beta}{(\frac{2}{3}\lambda)^2} = \tfrac{3}{4}M_B \text{ (neg.)}.$$

Wanneer nu *A* zich wel vrij verplaatsen kan, maar de draaiing van het knooppunt belet wordt, zoo zien we uit de figuur, dat er in *AB* zoowel bij *A* als bij *B* en in *AB′* zoowel bij *A* als bij *B′* primaire momenten ter grootte van $\frac{1}{2}M_B$ (neg.) opgewekt worden.

Nadat de vereffeningscoëfficiënten bepaald zijn, kunnen de primaire momenten vereffend worden (zie *tabel XIV* voor subgeval $\mathbf{A}^{II}$). We vinden dan het merkwaardige resultaat, dat de knoopmomenten bij *A* in *AB* en *AB′* nul blijken te zijn, zoodat we ons als verbinding tusschen deze staven aldaar een scharnier kunnen denken. De scharnierkracht in *A* ontbinden we nu gemakshalve in een horizontale en verticale componente resp. D_A en N_A. Aangezien M_{BA} negatief is, zoo moet N_A een scharnierdruk zijn. We hebben dus (zie *fig. 35*, subgeval $\mathbf{A}^{II}$):

$$M_{BA} = N_A \cdot \lambda, \quad \text{of:} \quad N_A = 0{,}229\,\frac{M_B}{\lambda}.$$

Voorts oefent, zooals we gemakkelijk kunnen nagaan, *AB′* op *AB* een horizontale kracht D_A uit naar links en dus *AB* op *AB′* een kracht naar rechts. We hebben dan:

$$M_{BA} = D_A \cdot \tfrac{2}{3}\lambda - N_A \cdot \lambda, \text{ of: } D_A = 0{,}687\,\frac{M_B}{\lambda}.$$

Blijkbaar is de totale scharnierkracht gericht volgens de verbindingslijn van de momentnulpunten in A en in het midden van BB'.

Nadat D_A en N_A bekend zijn, kunnen achtereenvolgens de vasthoudkrachten in B en C berekend worden. We kunnen hiertoe de volgende vergelijkingen opstellen (zie voorgaande):

$$M_{CB} + M_{C'B'} = P_B^{A\,I} \cdot \lambda - (D_A + D_{BB'}) \cdot \lambda$$

of daar: $D_{BB'} = \dfrac{M_{BB'} + M_{B'B}}{\frac{2}{3}\lambda} = 2{,}061\,\dfrac{M_B}{\lambda}$

en: $M_{CB} = M_{C'B'} = 0{,}789\,M_B$

zoo is:

$$P_B^{A\,I} = 4{,}326\,\frac{M_B}{\lambda} \text{ (naar boven)}$$

en verder:

$$M_{OC} + M_{O'C'} = -P_B^{A\,II} \cdot \tfrac{3}{2}\lambda + P_C^{A\,II} \cdot \tfrac{1}{2}\lambda + (D_A + D_{BB'} + D_{CC'}) \cdot \lambda$$

waarin:

$$D_{CC'} = \frac{M_{CC'} + M_{C'C}}{\lambda} = 0{,}677\,\frac{M_B}{\lambda}$$

en: $M_{OC} = M_{O'C'} = 0{,}225\ M_B$

zoodat:

$$P_C^{A\,II} = 7{,}028\,\frac{M_B}{\lambda} \text{ (naar beneden).}$$

Tenslotte is de vasthoudkracht in O:

$$\frac{M_{CO} + M_{OC} + M_{C'O'} + M_{O'C'}}{\frac{1}{2}\lambda} = 2{,}704\,\frac{M_B}{\lambda} = P_O^{A\,II}.$$

De algebraïsche som dezer drie vasthoudkrachten moet natuurlijk weer nul zijn.

Tabel XV.

Vereffeningstabel voor sub-gevallen: $\mathbf{A}^{III}$ en $\mathbf{B}^{III}$

Knooppunten	A		B			C			O		
Staven	ab′	ab	ba	bb′	bc	cb	cc′	co	oc	oo′	od
Vereffenings-coëfficiënt	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{17}$	$\frac{9}{17}$	$\frac{4}{17}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$
Primaire momenten tgv. δ_C	$+\frac{1}{2}M_C$	$+\frac{1}{2}M_C$	$+\frac{1}{2}M_C$	$+\frac{3}{4}M_C$	$-M_C$	$-M_C$	—	$+4\,M_C$	$+4\,M_C$	—	$-4\,M_C$
	−0,500	−0,500	−0,250								
					−0,3335	−0,6665	−1,000	−1,3335	−0,6665		+0,6665
	+0,039	+0,039	+0,0785	+0,1765	+0,0785	+0,039					
	−0,039	−0,039	−0,0195								
					−0,0045	−0,0085	−0,013	−0,0175	−0,0085		+0,0085
	+0,003	+0,003	+0,0055	+0,0125	+0,0055	+0,003					
	−0,003	−0,003	−0,0015								
					−0,0005	−0,0005	−0,001	−0,0015	−0,0005		+0,0005
	—	—	+0,0005	+0,001	+0,0005	—					
Knoopmoment tgv. δ_C in M_C	—	—	+0,3135	+0,940	−1,254	−1,6335	−1,014	+2,6475	+3,3245	—	−3,3245
idem bij O tgv. δ'_C in M'_C									+3,3245	—	+3,3245
								−1,662	−3,3245	—	−3,3245
					+0,1845	+0,3695	+0,554	+0,739	+0,3695		+0,3695
								−0,1845	−0,3695	—	−0,3695
					+0,0205	+0,041	+0,0615	+0,082	+0,041		+0,041
								−0,0205	−0,041	—	−0,041
	−0,024	−0,024	−0,048	−0,1085	−0,048	−0,024					
	+0,024	+0,024	+0,012								
					+0,005	+0,010	+0,015	+0,020	+0,010		+0,010
								−0,005	−0,010	—	−0,010
	−0,002	−0,002	−0,004	−0,009	−0,004	−0,002					
	+0,002	+0,002	+0,001								
					+0,001	+0,0015	+0,0025	+0,003	+0,0015		+0,0015
								−0,001	−0,0015	—	−0,0015
	—	—	−0,0005	−0,001	−0,0005	—					
					—	—	+0,0005	+0,0005	—		—
Knoopmoment tgv. δ'_C in M'_C	—	—	+0,274	+0,8215	−1,0955	−1,2375	−0,3805	+1,619	—	—	—

Sub-geval: $\mathbf{A}^{III}$: $M_C = \dfrac{6\,E\,I\,\delta_C}{\lambda^2}$

Sub-geval: $\mathbf{B}^{III}$: $M'_C = \dfrac{6\,E\,I\,\delta'_C}{\lambda^2}$

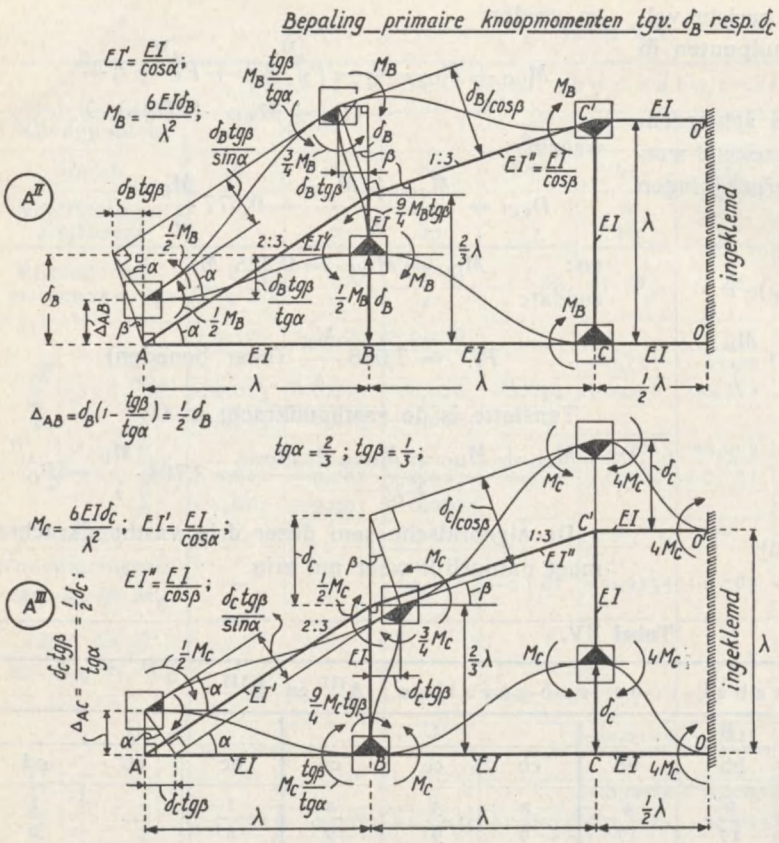


Fig. 36. Bepaling primaire knoopmomenten ten gevolge van δ_B resp. δ_C.

We gaan nu over tot het onderzoek van subgeval $\mathbf{A}^{III}$ en geven C een verticale verplaatsing δ_C naar boven. Het blijkt wel mogelijk B vast te houden, maar A moet wederom vrij gelaten worden om de vormveranderingen te kunnen volgen. Blijkbaar werkt er ook in dit geval geen vasthoudkracht in A.

De primaire knoopmomenten zijn in *fig. 36* ingeschreven en in de bijbehoorende *vereffeningstabel* (*tabel XV*, subgeval $\mathbf{A}^{III}$) opgenomen, waarna zij vereffend zijn. De scharnierkracht in A wordt weer ontbonden gedacht in een horizontale componente D_A en een verticale componente N_A. Deze laatste is blijkbaar een scharniertrek.

De vasthoudkrachten, die in B, C en O werken, zijn in *fig. 35* ingeschreven (subgeval $\mathbf{A}^{III}$).

Het onderzoek van grondgeval **A** leert nu, dat het slechts mogelijk is om B resp. C een verplaatsing te geven, wanneer A niet vastgehouden wordt. A krijgt dan in beide gevallen een verplaatsing in dezelfde richting als δ_B en δ_C, welke in het beschouwde geval de helft is van de verplaatsing δ_B en δ_C. Dit laatste hangt uiteraard uitsluitend af van de meetkundige gedaante van den ligger.

We zouden echter ook voor subgeval $\mathbf{A}^{I}$ het knooppunt A een verplaatsing δ_A kunnen geven, mits we B dan wel C vrij laten de vormveranderingen te volgen. B dan wel C zou dan een gedwongen verplaatsing krijgen, welke gelijk is aan $2\,\delta_A$ en er zou daarbij in B resp. C geen vasthoudkracht werken.

We zouden op deze wijze een stelsel vasthoudkrachten krijgen voor subgeval $\mathbf{A}^{I}$, hetwelk met de twee stelsels volgens de subgevallen $\mathbf{A}^{II}$ en $\mathbf{A}^{III}$ ons in de gelegenheid stelt de evenwichtsvergelijkingen voor het grondgeval **A** op te stellen. We krijgen dus dan drie vergelijkingen met drie onbekenden. Dat we

Tabel XVI.

Knoop-punten	Staven	Knoopmomenten in λ tm								
		$\mathbf{A}^{I}$	$\mathbf{A}^{II}$	$\mathbf{A}^{III}$	**A**	$\mathbf{B}^{I}$	$\mathbf{B}^{II}$	$\mathbf{B}^{III}$	**B**	**A+B**
A	ab′	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ab	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B	ba	—	— 0,162	+ 0,025	— 0,137	—	+ 0,240	— 0,238	+ 0,002	— 0,135
	bb′	—	— 0,4865	+ 0,075	— 0,4115	—	+ 0,721	— 0,713	+ 0,008	— 0,4035
	bc	—	+ 0,648	— 0,1005	+ 0,5475	—	— 0,9615	+ 0,951	— 0,0105	+ 0,537
C	cb	—	+ 0,5585	— 0,1305	+ 0,428	—	— 0,8095	+ 1,074	+ 0,2645	+ 0,6925
	cc′	—	— 0,2395	— 0,081	— 0,3205	—	+ 0,405	+ 0,3305	+ 0,7355	+ 0,415
	co	—	— 0,3195	+ 0,212	— 0,1075	—	+ 0,4055	— 1,4045	— 0,999	— 1,1065
O	oc	—	— 0,1595	+ 0,266	+ 0,1065	—	—	—	—	+ 0,1065
	oo′	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	od	—	+ 0,1595	— 0,266	— 0,1065	—	—	—	—	— 0,1065
D	do	—	+ 0,3195	— 0,212	+ 0,1075	—	+ 0,4055	— 1,4045	— 0,999	— 0,8915
	dd′	—	+ 0,2395	+ 0,081	+ 0,3205	—	+ 0,405	+ 0,3305	+ 0,7355	+ 1,056
	de	—	— 0,5585	+ 0,1305	— 0,428	—	— 0,8095	+ 1,074	+ 0,2645	— 0,1635
E	ed	—	— 0,648	+ 0,1005	— 0,5475	—	— 0,9615	+ 0,951	— 0,0105	— 0,558
	ee′	—	+ 0,4865	— 0,075	+ 0,4115	—	+ 0,721	— 0,713	+ 0,008	+ 0,4195
	ef	—	+ 0,162	— 0,025	+ 0,137	—	+ 0,240	— 0,238	+ 0,002	+ 0,139
F	fe	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	fe′	—	—	—	—	—	—	—	—	—

dezen weg niet gevolgd hebben vindt zijn oorzaak in het feit, dat we het cijferwerk beperken, wanneer we in A een kracht $P_A^{A^I}$ laten werken terwijl we zoowel B als C vasthouden.

We vinden dan (zie *fig. 35*) voor de evenwichtsvergelijkingen voor grondgeval **A**:

$$P_A^{A^I} = 5\text{ t}$$
$$-P_B^{A^I} + P_B^{A^{II}} - P_B^{A^{III}} = 0$$
$$-P_C^{A^I} - P_C^{A^{II}} + P_C^{A^{III}} = -5\text{ t}$$

of daar:

$$P_B^{A^I} = P_C^{A^I} = \tfrac{1}{2} P_A^{A^I} = 2\tfrac{1}{2}\text{ t}$$

zoo is:

$$\left.\begin{aligned} +4{,}326\frac{M_B}{\lambda} - 7{,}0275\frac{M_C}{\lambda} &= +2\tfrac{1}{2}\text{ t} \\ -7{,}028\frac{M_B}{\lambda} + 30{,}9155\frac{M_C}{\lambda} &= -2\tfrac{1}{2}\text{ t} \end{aligned}\right\} \quad \text{(A)}$$

Men vindt hieruit:

$M_B = 0{,}708\,\lambda$ tm en $M_C = 0{,}080\,\lambda$ tm.

Aan de hand van de vereffeningstabellen voor de subgevallen $\mathbf{A}^{II}$ en $\mathbf{A}^{III}$ kunnen thans de knoopmomenten berekend worden. De waarden zijn opgenomen in voorgaande *verzameltabel XVI*.

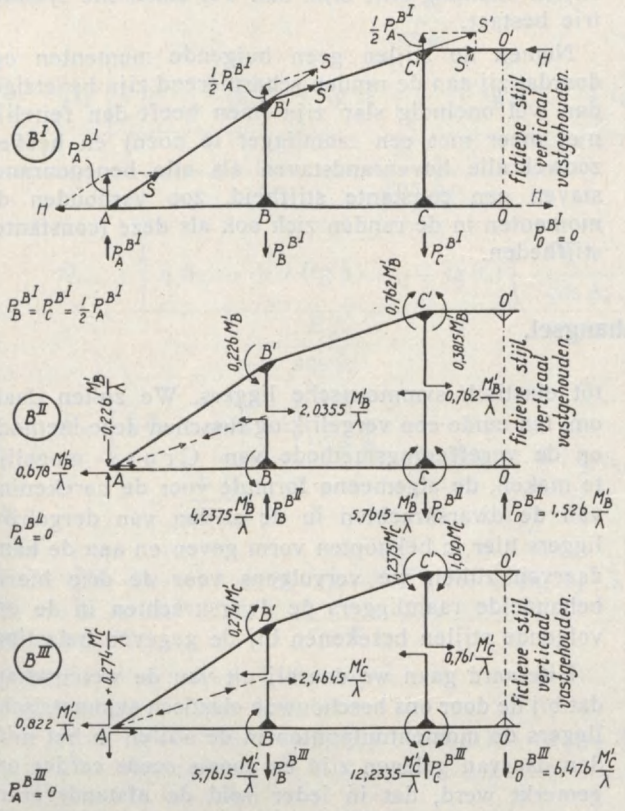


Fig. 37. Bepaling vasthoudkrachten. Grondgeval **B**.

De knoopmomenten voor de subgevallen $\mathbf{B}^{II}$ en $\mathbf{B}^{III}$ worden evenals in de voorgaande gevallen gevonden door een correctie van de knoopmomenten voor de subgevallen $\mathbf{A}^{II}$ en $\mathbf{A}^{III}$, waarna de vasthoudkrachten bepaald kunnen worden. Wat subgeval $\mathbf{B}^I$ betreft, dit is identiek met subgeval $\mathbf{A}^I$.

We kunnen nu voor grondgeval **B** de volgende evenwichtsvergelijkingen opstellen (zie *fig. 37*):

$$P_A^{B^I} = 1\text{ t}$$
$$-P_B^{B^I} + P_B^{B^{II}} - P_B^{B^{III}} = 0$$
$$-P_C^{B^I} - P_C^{B^{II}} + P_C^{B^{III}} = -5\text{ t}$$

en daar:

$$P_B^{B^I} = P_C^{B^I} = \tfrac{1}{2} P_A^{B^I} = \tfrac{1}{2}\text{ t}$$

zoo is:

$$\left.\begin{aligned} +4{,}2375\frac{M'_B}{\lambda} - 5{,}7615\frac{M'_C}{\lambda} &= +\tfrac{1}{2}\text{ t} \\ -5{,}7615\frac{M'_B}{\lambda} + 12{,}2335\frac{M'_C}{\lambda} &= -4\tfrac{1}{2}\text{ t} \end{aligned}\right\} \quad \text{(B)}$$

waaruit volgt: $M'_B = -1{,}0625\,\lambda$ tm en
$M'_C = -0{,}868\,\lambda$ tm.

Hiermede zijn aan de hand van de vereffeningstabellen voor $\mathbf{B}^{II}$ en $\mathbf{B}^{III}$ de knoopmomenten berekend en opgenomen in de verzameltabel. Het minteeken in de uitkomsten voor M'_B en M'_C wijst er op, dat bij belasting volgens grondgeval **B** de knooppunten niet stijgen, zooals verondersteld werd, maar juist zakken.

Nu ook de totale knoopmomenten, dus volgens het gegeven belastinggeval bekend zijn, zoo kunnen we de krachtsverdeeling in den ligger bepalen (zie *fig. 38*).

In A werkt de oplegreactie $A = 6$ t naar boven. Daar zooals reeds opgemerkt werd, het moment in dit knooppunt nul is, kunnen we ons hier, op de in het voorgaande aangegeven wijze, een scharnier denken en de scharnierkracht ontbonden denken in een horizontale en verticale componente resp. D_A en N_A.

Nu is:

$$M_{BA} = (A - N_A)\cdot\lambda, \quad \text{of:} \quad N_A = 6{,}135\text{ t (druk)}$$

en verder:

$$M_{B'A} = -N_A\cdot\lambda + D_A\cdot\tfrac{2}{3}\lambda, \quad \text{of:} \quad D_A = 9{,}405\text{ t.}$$

De verdere bepaling van de krachtsverdeeling levert nu geen moeilijkheden op. Zij geschiedt geheel overeenkomstig het voorgaande algemeene geval. Als contrôle hebben we weer dat de algebraïsche som van alle horizontaal afschuivende krachten in A, BB', CC', DD', EE' en F nul moet zijn. Voorts dat de

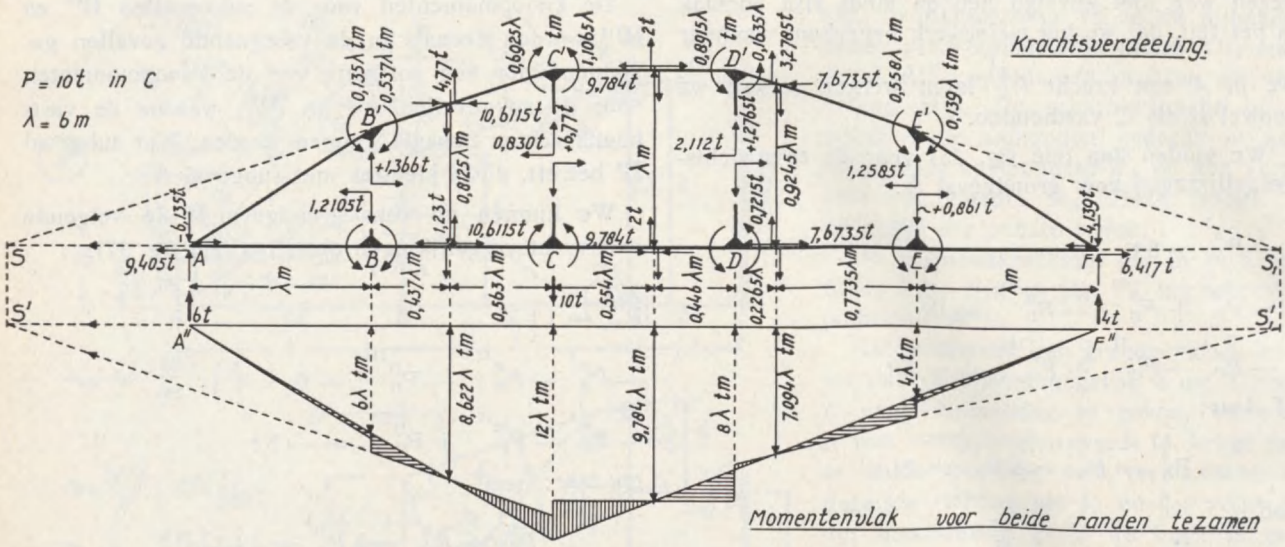


Fig. 38. Krachtsverdeeling en momentenvlak (uitkomsten der berekening).

snijpunten S en S' boven elkaar gelegen moeten zijn (zie *fig. 38*).

Wanneer M_B en M_C, M'_B en M'_C bekend zijn, zijn ook de verticale zakkingen δ_B, δ_C, δ'_B en δ'_C bekend, zoodat evenals voor het geval van den raamligger met evenwijdige randen de werkelijke zakkingen bepaald kunnen worden. We moeten hierbij rekening houden met het feit, dat A een zeker bedrag stijgt of zakt wanneer B resp. C stijgt of zakt.

Tenslotte hebben we ook voor dit geval volgens de in het voorgaande aangegeven meer algemeene methode, welke in Klopper behandeld is, de dwarskrachten bij de opleggingen en in de stijlen berekend. We hebben hiervoor gevonden:
$D_A = 9{,}4035$ t, $D_{BB'} = 1{,}2105$ t, $D_{CC'} = 0{,}828$ t, $D_{DD'} = 2{,}111$ t, $D_{EE'} = 1{,}2565$ t en $D_F = 6{,}4185$ t (vergelijk ook de uitkomsten ingeschreven in *fig. 38*).

Algemeene opmerking.

In de literatuur treft men nogal eens de meening aan, dat overeenkomstige knoopmomenten in de randen zich altijd zouden verhouden als de stijfheden $\frac{EI}{l}$ der staven waarop zij betrekking hebben. Blijkbaar is dit alleen het geval, wanneer de uiteinden van iederen stijl, behalve eenzelfde verticale verplaatsing ook eenzelfde hoekverdraaiing verkrijgen. Bij verwaarloozing van de lengteverandering der staven is aan de eerste voorwaarde altijd voldaan, aan de tweede echter niet. Gelijke hoekverandering van de uiteinden der stijlen treedt alleen op, wanneer de stijlen oneindig stijf zijn, dan wel elastische symmetrie bestaat.

Nemen de stijlen geen buigende momenten op, doordat zij aan de randen scharnierend zijn bevestigd, dan wel oneindig slap zijn (men heeft dan feitelijk niet meer met een raamligger te doen) en hebben zoowel alle bovenrandstaven als alle benedenrandstaven een constante stijfheid, zoo verhouden de momenten in de randen zich ook als deze (constante) stijfheden.

Aanhangsel.

In Klopper, Leerboek der Toegepaste Mechanica, Deel III, Nr. 241, is een methode ontwikkeld voor de berekening van symmetrische raamliggers. In principe komt deze methode hierop neer, dat aan de hand van vormveranderingsvergelijkingen, die in een algemeene gedaante kunnen worden geschreven, de dwarskrachten in de stijlen te berekenen zijn. Aangezien bij dergelijke symmetrische liggers de momentnulpunten der stijlen in de middens dier stijlen gelegen zijn, drukken deze vormveranderingsvergelijkingen uit, dat de afstandsverandering tusschen deze opvolgende nulpunten, nul moet zijn.

Voorts zijn de normaalkrachten in de stijlen dadelijk bekend, doordat de bovenrand evenveel van de belasting opneemt als de onderrand, zoodat vervolgens de krachtsverdeeling bepaald kan worden.

Deze methode kan echter ook uitgebreid worden tot elastisch symmetrische liggers. We zullen daarom, ten einde een vergelijking tusschen deze methode en de vereffeningsmethode van Cross mogelijk te maken, de algemeene formule voor de berekening van de dwarskrachten in de stijlen van dergelijke liggers hier in beknopten vorm geven en aan de hand daarvan zullen we vervolgens voor de drie hierin behandelde raamliggers de dwarskrachten in de opvolgende stijlen berekenen bij de gegeven belasting.

Uiteraard gaan we daarbij uit van de wetenschap, dat bij de door ons beschouwde elastisch symmetrische liggers de momentnulpunten in de stijlen in het midden daarvan gelegen zijn en zooals reeds eerder opgemerkt werd, dat in ieder veld de afstandsverandering van de middens der stijlen in de richting van hunne verbindingslijn gelijk aan nul is.

Veronderstellen we, dat de normaalkrachten in de stijlen trekkrachten zijn, dan moet voor het *n*de veld van den in *fig. 39* geteekenden elastisch symmetrischen raamligger derhalve het statisch moment van het momentenvlak van de *n*de bovenrandstaaf B_n met de daaraan aansluitende halve stijlen, gedeeld door de betrekkelijke *EI*'s, ten opzichte van bedoelde verbindingslijn gelijk aan nul zijn. Dit levert ons, wanneer γ_n de hoek is van de verbindingslijn der momentnulpunten in de stijlen met de horizontaal, de volgende betrekking:

$$
\begin{aligned}
&-\frac{\frac{1}{2}(D_n\cdot\frac{1}{2}h_n)\cdot\frac{1}{2}h_n}{EJ_n}\cdot\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_n\cos\gamma_n+\frac{\frac{1}{2}(D_{n+1}\cdot\frac{1}{2}h_{n+1})\cdot\frac{1}{2}h_{n+1}}{EJ_{n+1}}\cdot\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_{n+1}\cos\gamma_n-\\
&-\frac{D_1\left\{\frac{1}{2}h_1+\lambda(\operatorname{tg}\beta_1+\operatorname{tg}\beta_2+\cdots+\operatorname{tg}\beta_{n-1})\right\}\cdot\frac{\frac{1}{2}\lambda}{\cos\beta_n}}{\frac{EI_n}{\cos\beta_n}}\cdot(\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_n+\tfrac{1}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_{n+1})\cdot\cos\gamma_n-\\
&-\frac{D_2\left\{\frac{1}{2}h_2+\lambda(\operatorname{tg}\beta_2+\operatorname{tg}\beta_3+\cdots+\operatorname{tg}\beta_{n-1})\right\}\cdot\frac{\frac{1}{2}\lambda}{\cos\beta_n}}{\frac{EI_n}{\cos\beta_n}}\cdot(\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_n+\tfrac{1}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_{n+1})\cdot\cos\gamma_n\\
&-\cdots\cdots\cdots

Evenzoo is het statisch moment van het momentenvlak van de $n$de onderrandstaaf O_n met de daaraan aansluitende halve stijlen, gedeeld door de betrekkelijke stijfheidsfactoren en ten opzichte van de verbindingslijn der momentnulpunten in de stijlen, gelijk aan nul. Dit levert ons (zie *fig. 39*):

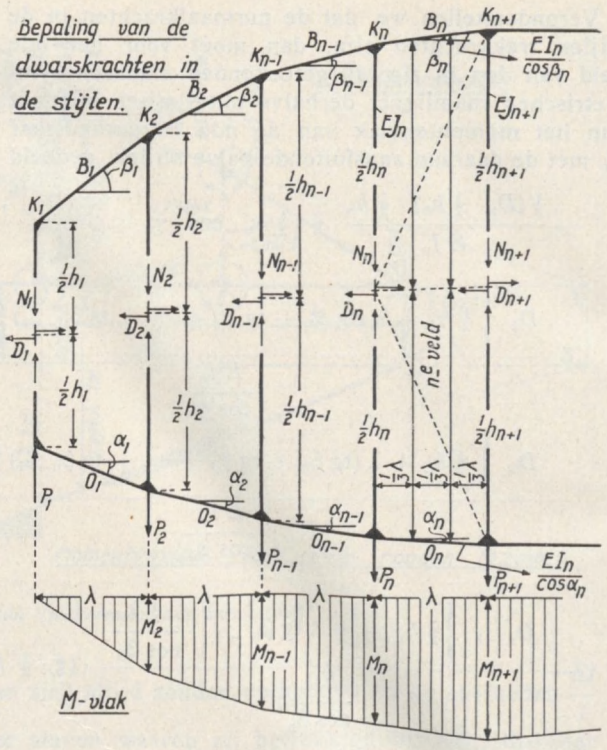


Fig. 39.

$$+\frac{\frac{1}{2}(D_n\cdot\frac{1}{2}h_n)\cdot\frac{1}{2}h_n}{EJ_n}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}h_n\cos\gamma_n-$$

$$-\frac{\frac{1}{2}(D_{n+1}\cdot\frac{1}{2}h_{n+1})\cdot\frac{1}{2}h_{n+1}}{EJ_{n+1}}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}h_{n+1}\cos\gamma_n+$$

$$+\frac{D_1\left\{\frac{1}{2}h_1+\lambda(\operatorname{tg}\alpha_1+\operatorname{tg}\alpha_2+\cdots+\operatorname{tg}\alpha_{n-1})\right\}\cdot}{\frac{EI_n}{\cos\alpha_n}}$$

$$\frac{\frac{1}{2}\lambda}{\cos\alpha_n}\cdot(\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_n+\tfrac{1}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_{n+1})\cos\gamma_n+$$

$$+\frac{D_2\left\{\frac{1}{2}h_2+\lambda(\operatorname{tg}\alpha_2+\operatorname{tg}\alpha_3+\cdots+\operatorname{tg}\alpha_{n-1})\right\}\cdot\frac{\frac{1}{2}\lambda}{\cos\alpha_n}}{\frac{EI_n}{\cos\alpha_n}}\cdot(\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_n+\tfrac{1}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_{n+1})\cos\gamma_n+$$

$$+\cdots\cdots\cdots

$$+\frac{D_n\left\{\frac{1}{2}h_n+\lambda\,\mathrm{tg}\,\alpha_n\right\}\cdot\frac{\frac{1}{2}\lambda}{\cos\alpha_n}}{\frac{E\,I_n}{\cos\alpha_n}}\cdot\left(\tfrac{1}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_n+\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_{n+1}\right)\cos\gamma_n-$$

$$-\frac{\left\{(N_1+P_1)\cdot(n-1)\,\lambda+(N_2-P_2)\cdot(n-2)\,\lambda+\cdots+(N_{n-1}-P_{n-1})\,\lambda\right\}\cdot\frac{\frac{1}{2}\lambda}{\cos\alpha_n}}{\frac{E\,I_n}{\cos\alpha_n}}\cdot\left(\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_n+\right.$$

$$\left.+\tfrac{1}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_{n+1}\right)\cos\gamma_n-$$

$$-\frac{\left\{(N_1+P_1)\cdot n\lambda+(N_2-P_2)\cdot(n-1)\,\lambda+\cdots+(N_{n-1}-P_{n-1})\cdot 2\lambda+(N_n-P_n)\cdot\lambda\right\}\cdot\frac{\frac{1}{2}\lambda}{\cos\alpha_n}}{\frac{E\,I_n}{\cos\alpha_n}}\cdot$$

$$\cdot\left(\tfrac{1}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_n+\tfrac{2}{3}\cdot\tfrac{1}{2}h_{n+1}\right)\cos\gamma_n=0.$$

Stellen we beide vergelijkingen aan elkaar gelijk, nadat zij door den gemeenschappelijken factor $\cos\gamma_n$ gedeeld zijn, dan vinden we, daar de normaalkrachten N in de stijlen tegen elkaar wegvallen, dat:

$$\frac{D_n\,h_n^3}{12\,E\,J_n}-\frac{D_{n+1}\,h_{n+1}^3}{12\,E\,J_{n+1}}+$$

$$+\frac{(D_1+D_2+\cdots D_{n-1}+D_n)\,\lambda\,h_n}{12\,E\,I_n}\cdot(2\,h_n+h_{n+1})+$$

$$+\frac{(D_1+D_2+\cdots+D_{n-1}+D_n)\,\lambda\,h_{n+1}}{12\,EI_n}\cdot$$

$$\cdot(h_n+2\,h_{n+1})=$$

$$=\frac{\left\{P_1\cdot n\lambda-P_2\cdot(n-1)\,\lambda-\cdots-P_{n-1}\cdot 2\lambda-\right.}{12\,E\,I_n}\cdot$$

$$\left.-P_n\cdot\lambda\right\}\lambda$$

$$\cdot(h_n+2\,h_{n+1})+$$

$$+\frac{\left\{P_1\cdot(n-1)\,\lambda-P_2\cdot(n-2)\,\lambda-\cdots-\right.}{12\,E\,I_n}\cdot$$

$$\left.-P_{n-1}\cdot\lambda\right\}\lambda$$

$$\cdot(2\,h_n+h_{n+1}).$$

In het rechter lid van deze vergelijking kunnen we echter aan de hand van het momentenvlak van den ligger de momenten M_{n+1} en M_n invoeren, zoodat deze vergelijking nu wordt:

$$\frac{D_n\,h_n^3}{12\,E\,J_n}-\frac{D_{n+1}\,h_{n+1}^3}{12\,E\,J_{n+1}}+$$

$$+\frac{(D_1+D_2+\cdots D_n)\,\lambda\,(h_{n+1}^3-h_n^3)}{6\,E\,I_n\,(h_{n+1}-h_n)}=$$

$$=\frac{M_n\cdot\lambda}{12\,EI_n}\cdot(2\,h_n+h_{n+1})+\frac{M_{n+1}\cdot\lambda}{12\,EI_n}\cdot$$

$$\cdot(h_n+2\,h_{n+1}).$$

Hiermede is de algemeene formule gevonden voor de berekening der dwarskrachten in de middens der stijlen van elastisch symmetrische raamliggers.

Passen we nu deze formule toe op den raamligger van *fig. 18*, dan vinden we voor grondgeval **A** de volgende vergelijkingen (zie *fig. 40*):

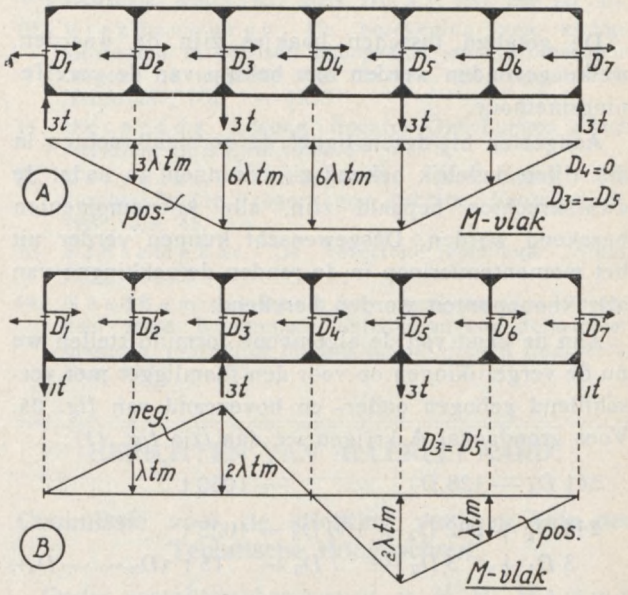


Fig. 40.

$$110\,D_1-24\,D_2=135\ \text{ton}$$
$$12\,D_1+16\,D_2-5\,D_3=54\ \text{ton}$$
$$2\,D_1+2\,D_2+3\,D_3=12\ \text{ton}\quad(D_4=0),$$

waaruit na oplossing met behulp van determinanten gevonden wordt:

$D_1=+1{,}758$ t; $D_2=+2{,}433$ t; $D_3=+1{,}206$ t; $D_4=0$; $D_5=-1{,}206$ t; $D_6=-2{,}433$ t en $D_7=-1{,}758$ t.

Voor grondgeval **B** krijgen we aan de hand van de algemeene formule (zie *fig. 40*):

$$110\,D'_1-24\,D'_2=-45\ \text{ton}$$
$$12\,D'_1+16\,D'_2-5\,D'_3=-18\ \text{ton}$$
$$10\,D'_1+10\,D'_2+15\,D'_3-6\,D'_4=-10\ \text{ton}$$
$$10\,D'_1+10\,D'_2+5\,D'_3+16\,D'_4=+10\ \text{ton}$$
$$(D'_5=D'_3).$$

Na oplossing vinden we:

$D'_1 = -0{,}532$ t; $D'_2 = -0{,}563$ t; $D'_3 = +0{,}522$ t;
$D'_4 = +1{,}146$ t, $D'_5 = +0{,}522$ t; $D'_6 = -0{,}563$ t;
$D'_7 = -0{,}532$ t.

Voor het gegeven belastingsgeval is dus (vergelijk ook *fig. 22*):

$D_{AA'} = D_1 + D'_1 = +1{,}758 - 0{,}532 = +1{,}226$ t (1,223 t)

$D_{BB'} = D_2 + D'_2 = +2{,}433 - 0{,}563 = +1{,}870$ t (1,871 t)

$D_{CC'} = D_3 + D'_3 = +1{,}206 + 0{,}522 = +1{,}728$ t (1,730 t)

$D_{DD'} = D_4 + D'_4 = 0 + 1{,}146 = +1{,}146$ t (1,1457 t)

$D_{EE'} = D_5 + D'_5 = +0{,}522 - 1{,}206 = -0{,}684$ t (0,6867 t)

$D_{FF'} = D_6 + D'_6 = -2{,}433 - 0{,}563 = -2{,}996$ t (2,993 t)

$D_{GG'} = D_7 + D'_7 = -1{,}758 - 0{,}532 = -2{,}290$ t (2,290 t).

De getallen tusschen haakjes zijn de waarden, welke gevonden werden met behulp van de vereffeningsmethode.

Aangezien bij dezen ligger de normaalkrachten in de stijlen dadelijk bekend zijn, kunnen nu nadat de dwarskrachten bepaald zijn, alle knoopmomenten berekend worden. Desgewenscht kunnen verder uit het momentenverloop in de randen de zakkingen van alle knooppunten worden berekend.

Aan de hand van de algemeene formule stellen we nu de vergelijkingen op voor den raamligger met verschillend gebogen onder- en bovenrand van *fig. 25*. Voor grondgeval **A** krijgen we dan (zie *fig. 41*):

$$541\,D_1 - 128\,D_2 = 1050 \text{ t}$$
$$244\,D_1 + 292\,D_2 - 150\,D_3 = 1025 \text{ t}$$
$$3\,D_1 + 3\,D_2 + 7\,D_3 = 15 \text{ t} \quad (D_3 = -D_4).$$

Na oplossing vinden we:

$D_1 = +2{,}353$ t; $D_2 = +1{,}743$ t; $D_3 = +0{,}3875$ t;
$D_4 = -0{,}3875$ t, $D_5 = -1{,}743$ t; $D_6 = -2{,}353$ t.

Voor grondgeval **B** worden de vergelijkingen (zie *fig. 41*):

$$541\,D'_1 - 128\,D'_2 = -210 \text{ t}$$
$$244\,D'_1 + 292\,D'_2 - 150\,D'_3 = -205 \text{ t}$$
$$D'_1 + D'_2 + D'_3 = 0 \quad (D'_3 = D'_4).$$

Hieruit vinden we:

$D_1' = -0{,}411$ t; $D'_2 = -0{,}0975$ t;
$D'_3 = +0{,}5085$ t; $D'_4 = +0{,}5085$ t;
$D'_5 = -0{,}0975$ t; $D'_6 = -0{,}411$ t.

Voor het gegeven belastinggeval zijn nu de dwarskrachten in de stijlen (vergelijk ook *fig. 32*):

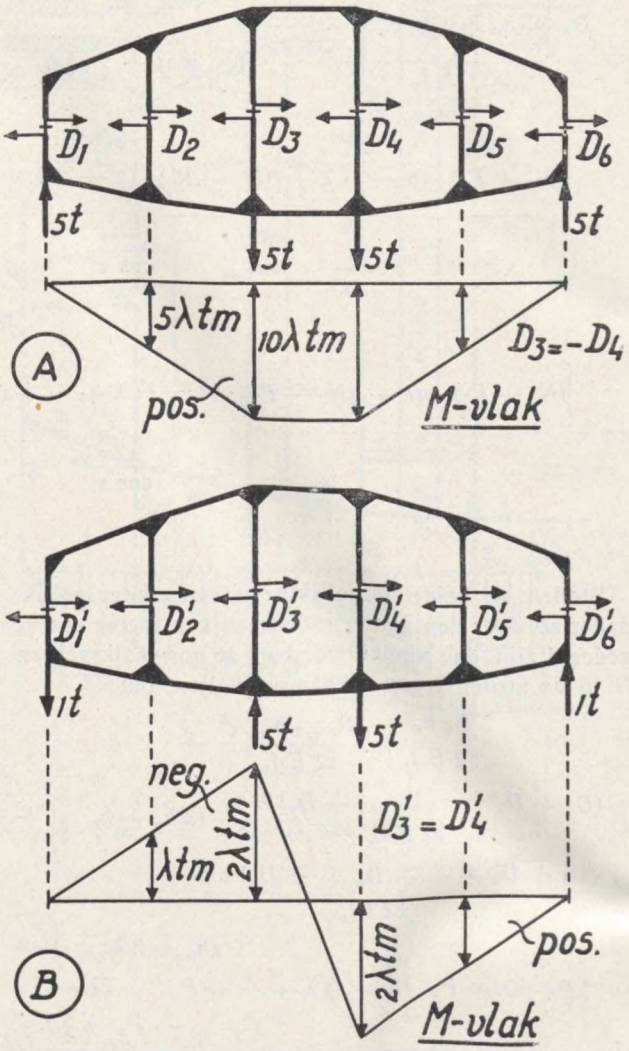


Fig. 41.

$D_{AA'} = +2{,}353$ t $- 0{,}411$ t $= +1{,}942$ t (1,941 t)
$D_{BB'} = +1{,}742$ t $- 0{,}0975$ t $= +1{,}6455$ t (1,646 t)
$D_{CC'} = +0{,}3875$ t $+ 0{,}5085$ t $= +0{,}896$ t (0,896 t)
$D_{DD'} = -0{,}3875$ t $+ 0{,}5085$ t $= +0{,}121$ t (0,121 t)
$D_{EE'} = -1{,}742$ t $- 0{,}0975$ t $= -1{,}840$ t (1,841 t)
$D_{FF'} = -2{,}353$ t $- 0{,}411$ t $= -2{,}7645$ t (2,763 t).

Vervolgens moeten nu de normaalkrachten in de stijlen, die hier niet dadelijk bekend zijn, berekend worden. Men kan dit het eenvoudigst doen, door gebruik te maken van de wetenschap, dat bij elastisch symmetrische liggers overeenkomstige randknoopmomenten gelijk moeten zijn. Zijn eenmaal de dwarskrachten en normaalkrachten in de stijlen bekend, dan kunnen verder alle knoopmomenten bepaald worden.

Tenslotte vinden we voor het geval van den raamligger met rechten onderrand en gebogen bovenrand van *fig. 34* voor grondgeval A (zie *fig. 42*):

$$6\,D_1 - 2\,D_2 = 45 \text{ t}$$
$$114\,D_1 + 122\,D_2 - 27\,D_3 = 1035 \text{ t}$$
$$3\,D_1 + 3\,D_2 + 4\,D_3 = 30 \text{ t} \quad (D_3 = -D_4);$$

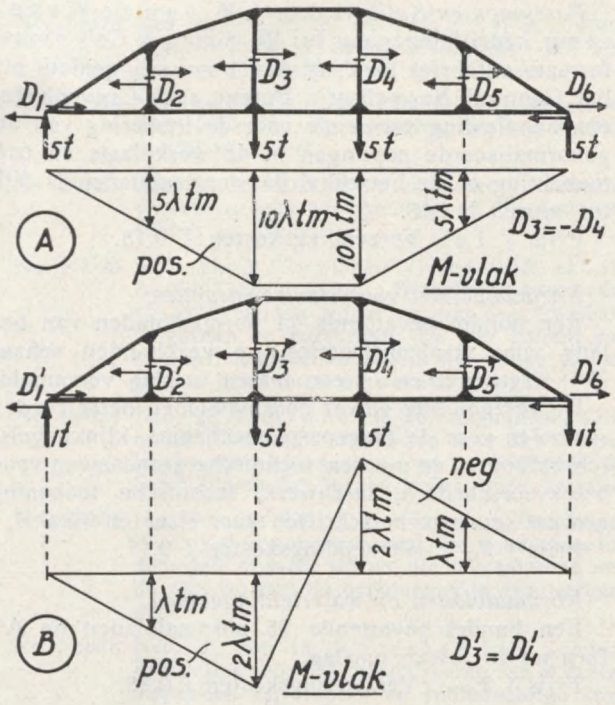


Fig. 42.

waaruit volgt:

$D_1 = +\ 7{,}911$ t; $D_2 = +\ 1{,}2335$ t;
$D_3 = +\ 0{,}6415$ t; $D_4 = -\ 0{,}6415$ t;
$D_5 = -\ 1{,}2335$ t; $D_6 = -\ 7{,}911$ t.

Voor grondgeval **B** vinden we (zie *fig. 42*):

$$6\,D'_1 - 2\,D'_2 = 9 \text{ t}$$
$$114\,D'_1 + 122\,D'_2 - 27\,D'_3 = 207 \text{ t}$$
$$D'_1 + D'_2 + D'_3 = 0 \quad (D'_3 = D'_4);$$

waaruit volgt:

$D'_1 = +\ 1{,}4925$ t; $D'_2 = -\ 0{,}023$ t;
$D'_3 = -\ 1{,}4695$ t; $D'_4 = -\ 1{,}4695$ t;
$D'_5 = -\ 0{,}023$ t; $D'_6 = +\ 1{,}4925$ t.

Voor het gegeven belastinggeval is dus (vergelijk ook *fig. 38*):

$D_A = +\ 7{,}911$ t $+\ 1{,}4925$ t $= +\ 9{,}4035$ t
(9,405 t)

$D_{BB'} = +\ 1{,}2335$ t $-\ 0{,}023$ t $= +\ 1{,}2105$ t
(1,2105 t)

$D_{CC'} = +\ 0{,}6415$ t $-\ 1{,}4695$ t $= -\ 0{,}828$ t
(0,830 t)

$D_{DD'} = -\ 0{,}6415$ t $-\ 1{,}4695$ t $= -\ 2{,}111$ t
(2,112 t)

$D_{EE'} = -\ 1{,}2335$ t $-\ 0{,}023$ t $= -\ 1{,}2565$ t
(1,2585 t)

$D_F = -\ 7{,}911$ t $+\ 1{,}4925$ t $= -\ 6{,}4185$ t
(6,417 t).

Hierna moeten weer eerst de scharnierdrukken bij A en F en de normaalkrachten in de stijlen berekend worden, waarna vervolgens de knoopmomenten bepaald kunnen worden.

Literatuur.

1. Cross. Analysis of continuous frames by distributing fixed-end moments. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, 1930, p. 919 e.v. Zie ook: *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 1932, Vol. 96, p. 1 e.v.
2. Grinter. Wind stress analysis simplified. *Proc. of the Am. Soc. of Civ. Eng.* 1933, p. 3 e.v.
3. Kruys. Een Amerikaansche methode voor het berekenen van veelvoudig statisch onbepaalde constructies. *De Ingenieur*, No. 2 — 1934.
4. Potma. Een eenvoudige bepaling van de door windbelasting in een stijf raamspant opgewekte krachten. *De Ingenieur*, No. 6 — 1935.
5. Potma. Een eenvoudige sterkteberekening voor een samengesteld stijf raamspant. *Staal*, 1935, blz. 157 e.v.
6. Potma. Een eenvoudige wijze van sterkteberekening voor samengestelde stijve raamspanten en liggers. *Polytechnisch Weekblad* 1935, blz. 337 e.v.
7. Kruys. Eenvoudige bepaling van invloedslijnen in raamwerken en liggers op meerdere steunpunten. *De Ingenieur*, No. 11 — 1936.
8. Grinter. Analysis of continuous frames by belancing angle changes. *Proc. of the Am. Soc. of Civ. Eng.* 1936, p. 995 e.v.
9. Klopper. Leerboek der toegepaste mechanica, 3de druk, Delft 1937, deel III, blz. 150, 295 en 301.
10. Vreedenburgh. De berekening van knoopmomenten in statisch onbepaalde staafverbindingen volgens de methode van Cross. *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 1 — 1938.
11. Dernedde. Lösung linearer Gleichungen durch Iteration. *Bauingenieur* 1938, blz. 5.
12. Dernedde. Näherungsweise Berechnung von durchlaufenden Trägern und Rahmen. *Bauingenieur*, 1938, blz. 45.
13. Schoemaker. De vereffeningsmethode. *Staal*, 1938, blz. 69.
14. Needham and Beaufoy. Analysis of a Vierendeel truss by moment distribution and deformeter methods. *Journal of the Institution of Civil Engineers*, Dec. 1938, p. 253.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Commissie voor de stichting van een Aula der Technische Hoogeschool.

Onder voorzitterschap van dr. ir. M. H. Damme is eenigen tijd geleden te 's-Gravenhage een Commissie voor de stichting van een Aula der Technische Hoogeschool te Delft opgericht, waarin een 25-tal ingenieurs zitting hebben genomen. De bedoeling der commissie is, gelden bijeen te brengen om ter gelegenheid van het 100-jarig bestaan in 1942 van de onderwijsinrichting, die thans Technische Hoogeschool heet, een Aula te schenken, welke een veel grooter aantal genoodigden kan bevatten dan de tegenwoordige Aula met slechts 220 plaatsen.

De nieuwe Aula zal worden gebouwd op historisch terrein, namelijk tusschen Oude Delft en Westvest, waar thans nog gebouwen voor scheikunde en boetseeren staan, welke binnenkort worden afgebroken.

De commissie hoopt niet alleen een waardig gebouw te schenken, doch tevens daarmede te bewerken, dat de banden tusschen Hoogeschool en afgestudeerden hechter zullen worden.

De Nederlandsche commissie stelt zich de medewerking van de hier te lande werkzame ingenieurs aan de bereiking van het door haar nagestreefde doel voor door oprichting van een Indisch subcomité. Hiervan is door den Voorzitter van de Groep Nederlandsch-Indië van het K.I.v.I., ir. C. Hillen, het voorzitterschap aanvaard, terwijl een aantal ingenieurs verder in dit subcomité zitting namen. Wanneer ten aanzien van de idee zelve, namelijk om gezamenlijk een Aula te schenken, principieele overeenstemming bestaat, dan zullen door het Indische Comité de verschillende technische vragen, welke bij de uitvoering van het denkbeeld naar voren zullen komen en die buiten den gezichtskring en den invloed van dit subcomité zullen vallen, aan de Nederlandsche Commissie ter oplossing worden overgelaten.

Voor het Indische Comité blijft dus voornamelijk de taak over om het begrip van de schenking onder de ingenieurs hier te lande te verbreiden en hun een bijdrage te vragen.

Voor de taakverdeeling heeft het Indische Subcomité gedacht zich te splitsen in een z.g. Werkcomité en een Algemeen Comité.

Een van het Algemeen Comité uitgaande oproep om geldelijken steun zal te gelegener tijd worden gepubliceerd.

Normalisatie.

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

Nieuw ontvangen 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.

Gewijzigd normaalblad.

N 239: Pijpleidingen en toebehooren. Ronde draadflenzen met kraag voor gas- en stoompijp voor druktrappen I—6, II—5 en I—10, II—8 (2de druk o.p.g.).

Bouwbedrijf.

N 1002: Veiligheidsvoorschriften voor centrale verwarmingsinstallaties (V.C.V. 1939); — in boekvorm.

Chemisch Bedrijf.

N 889: Paraffine. Bepaling van het stolpunt.
N 890: Minerale oliën en aanverwante producten. Bepaling van het aschgehalte.
N 1011: Voorschriften voor de monsterneming en het onderzoek van vaste brandstoffen (V.V.B. 1938); — in boekvorm.

De aandacht moge worden gevestigd op de volgende recente publicaties van de Hoofdcommissie voor de Normalisatie in Nederland, verkrijgbaar bij het secretariaat van den Normalisatieraad, Bragaweg 38 — Bandoeng:

Passingen en Kalibers door J. M. van de Wetering, bedrijfsingenieur bij W. Smit & Co's Transformatorenfabriek N. V. en A. Pomes, ingenieur bij het Centraal Normalisatie Bureau te 's Gravenhage, een handleiding vormende voor de invoering van de genormaliseerde passingen in de werkplaats en een toelichting op de betrekkelijke normaalbladen N 801 tot en met N 825.

Prijs *f* 1,25. Verzendingskosten *f* 0,15.

Normaalbladen voor staalconstructies.

Een bundel bevattende 71 normaalbladen van belang voor staalconstructies, op verkleinden schaal (A5) afgedrukt en in een lossen omslag verzameld.

De verzameling omvat normaalbladen betreffende: symbolen voor de toegepaste mechanica, klinknagels, schroefbouten en moeren, technische grondslagen voor bouwvoorschriften, laschwerk, technische teekeningen en keuringsvoorschriften voor ijzer en staal.

Prijs *f* 2,—. Verzendingskosten *f* 0,15.

Normaalbladen op waterleidinggebied.

Een bundel bevattende 75 normaalbladen op A5 formaat in lossen omslag.

Prijs *f* 2,—. Verzendingskosten *f* 0,15.

Ten einde tegemoet te komen aan het bezwaar, dat een gelijktijdige aanschaffing van de origineele bladen tamelijk kostbaar zou zijn, werd tot deze goedkoope uitgaven besloten in de hoop, dat genoemde verzamelingen bij het Technisch Onderwijs, in machinefabrieken, constructiewerkplaatsen, scheepswerven en bij opdrachtgevers in ruime mate verspreiding en toepassing zullen vinden.

Octrooien.

De ondervolgende octrooiaanvragen zijn 15 Juni 1939 o.m. openbaar gemaakt. Onder de aandacht van belanghebbenden wordt gebracht, dat aan den Octrooiraad te 's-Gravenhage te richten bezwaarschriften tegen de verleening van octrooi en verzoekschriften tot het verkrijgen van een recht als voorgebruiker of tot vermelding van een naam van den uitvinder in het octrooi, bij het Kantoor voor den Industrieelen Eigendom (Dept. 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 voor de navolgende octooien af op:

15 October 1939.

No. 89698 Ned. kl. 35. J. H. Wiggins, Tulsa, Oklahoma, Ver. St. v. Am.: Gas- en/of vloeistofreservoir, met een bovenwand, die zoodanig kan doorbuigen, dat hierdoor het volume van het reservoir verandert, en voorzien van organen voor het afvoeren van regenwater van den bovenwand.

No. 86309 Ned. kl. 1. G. van der Veen, G. Beins en Mr. H. J. Smidt, 's-Gravenhage: Voor chemische strijdmiddelen dichte weefsels en een werkwijze voor de vervaardiging daarvan, waarbij de afdichtende laag aan weerszijden door een absorbeerende laag en deze door een waterdichte laag bedekt is.

No. 85016 Ned. kl. 1. Dr. K. Michaëlis, 's-Gravenhage: Werkwijze en inrichting voor het buigen van houten platen.

No. 80584 Ned. kl. 1b. G. P. Davis, Sydney, Australië: Werkwijze voor de bereiding van een rubberhoudende mortel.

No. 80585 Ned. kl. 1b. G. P. Davis, Sydney, Australië: Werkwijze voor het bereiden van mengsels van rubber en asphalt.

No. 88030 Ned. kl. 3. Torkret Gesellschaft m.b.H., Berlijn-Charlottenburg: Betonpomp met heen- en weergaanden zuiger en met een draaibare zuigkraan en perskraan, die met behulp van een hefboommechanisme in het tempo van de krukas heen en weer worden gedraaid.

No. 83851 Ned. kl. 2. M. Lacombe, Angoulême, Charente, Frankrijk: Werkwijze voor het controleeren van het gedrag van een heipaal uit beton tijdens het in den grond heien daarvan.

No. 86202 Ned. kl. 45e 20b. J. E. Nissen, Bandoeng: Zeefinrichting met een zeef, die is ondersteund door drie of meer stijlen, die scharnierend met de zeef en met de ondersteuning zijn verbonden.

No. 81638 Ned. kl. 39b 1a. Revertex Ltd., Londen: Werkwijze voor het concentreeren van waterige dispersies van rubber en rubberachtige stoffen.

No. 80660 Ned. kl. 39b 1a. D. Spence, Carmel, Californië, Ver. St. v. Am.: Werkwijze voor het steriliseeren van latex door verhitting.

No. 79842 Ned. kl. 39b 1c. Revertex Ltd, Londen: Werkwijze voor het coaguleeren van rubberlatex en dergelijke latices.

No. 77899 Ned. kl. 23b 5f. N. V. Internationale Hydrogeneeringsoctrooien Maatschappij (International Hydrogenation Patents Company), 's-Gravenhage: Werkwijze voor het winnen van gezuiverde lichte verzadigde koolwaterstoffen.

No. 75651 Ned. kl. 23b 4a. Universal Oil Products Company, Chicago: Werkwijze voor het in hooge opbrengsten verkrijgen van motorbrandstoffen met een verhoogde klopvastheid uit betrekkelijk laag kokende koolwaterstoffen.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

Korte statistiek van de openbare electriciteitsbedrijven in Ned.-Indië over het jaar 1938.

Uitgave van het Dept. van Verkeer en Waterstaat, Afd. Electriciteitswezen, Juli 1939. 46 blz.

Evenals in de vorige uitgaven is de beschrijvende tekst van deze statistiek in de Engelsche taal gesteld, o.m. met de bedoeling om voor belangstellenden in het buitenland de kennisneming van den inhoud te vergemakkelijken.

Aan de cijfers, vervat in de Summary, zij slechts bij wijze van illustratie ontleend, dat het het gemiddeld verbruik van electrische energie per *verbruiker* in het verslagjaar 1195 kWh bedroeg of 21% meer dan in 1938; het totale verbruik aan electrische energie beliep 309,4 millioen kWh, wat 23% meer is dan in 1931. Per *hoofd* van de totale bevolking steeg het electriciteitsverbruik in de genoemde periode van 4 op 5,1 kWh, een toeneming van 23½%, waaraan door het tijdvak 1937-'38 alleen al bijna de helft werd bijgedragen.

Report for 1938.

Publicatie no. 94 van de International Tin Research and Development Council.

Vorderingen op het gebied van tinonderzoek.

Het derde Algemeene Rapport van de International Tin Research and Development Council, dat dezer dagen verscheen, geeft een kort overzicht van de werkzaamheden gedurende 1938.

Een nieuw kantoorgebouw en laboratorium zijn door de Council te Greenford bij Londen gebouwd en het feit, dat hier de staf centraal is ondergebracht, geeft groote voordeelen.

Het Statistisch Bureau van de Council, hetwelk onder meer de uitgave van het maandelijksche Statistical Bulletin en het Statistical Year Book verzorgt, is te 's-Gravenhage gevestigd, terwijl in Amerika het Battelle Memorial Institute, Columbus, Ohio, de belangen der Amerikaansche gebruikers voor de International Tin Research and Development Council behartigt.

Het aantal gevallen, waarin een beroep op de Council werd gedaan, toont een geleidelijke stijging en 1938 was een recordjaar op het gebied van verstrekte inlichtingen en bijstand. Vele der voorgelegde technische problemen werden in het eigen laboratorium van de Council in behandeling genomen en in enkele gevallen openden deze navorschingen nieuwe richtingen op het gebied van het tinonderzoek.

Een deel van het rapport is gewijd aan de blikfabricage en de conservenblikindustrie. Een nieuw electromagnetisch toestel voor het bepalen van de dikte van tinlagen op staal is ter beschikking van eenige gebruikers gesteld en wordt op deze wijze aan de practijk getoetst. Veel aandacht is geschonken aan het probleem van de porositeit en een aantal nuttige publicaties werd uitgegeven. Het onderzoek naar methoden voor het beschermen van blik tegen corrosie bij gebruik voor conserveeringsdoeleinden e.d. vordert gestaag en de publicatie van gegevens betreffende de gunstigste samenstelling van het plaatmateriaal, waarvan bij de blikfabricage wordt uitgegaan, is in voorbereiding.

Vele vragen kwamen binnen over vuurvertinnen evenals over het vertinnen langs galvanischen weg. Met het oog op het feit, dat deze laatste methode ook bij normale industrieele toepassing de totstandkoming van lagen van elke gewenschte dikte mogelijk maakt, werd een aparte handleiding „Electro Tinning" uitgegeven ten dienste van allen, die in de practijk met deze toepassing te maken hebben.

Het fundamenteele onderzoek naar den invloed van kleine hoeveelheden ander metaal op tin en tinlegeeringen heeft vorderingen gemaakt; zoo is het gebleken, dat een spoor tellurium de verhouding trekvastheid/„kruip"-vastheid vergroot, terwijl het eveneens de mogelijkheden van een permanente harding door bewerking begunstigt.

Dat de korrelgrootte een belangrijken invloed op de trekvastheid van zuiver tin en van tinrijke alliages uitoefent, werd aangetoond en in cijfers uitgedrukt.

Op het gebied van lagermetalen werden onderzoekingen verricht ten aanzien van de spanningen welke optreden als gevolg van het verschil in krimp van het metaal en de schaal waarin het gegoten wordt, de hechting aan de schaal, het optreden van barstjes bij bedrijfstemperatuur en de verhooging van de sterkte door toevoeging van cadmium en andere metalen. Bronssoorten met een hooger tinpercentage dan tot nu toe konden worden gefabriceerd, hebben nu commercieele productiemogelijkheden; het nieuwe materiaal heeft vooral veelbelovende resultaten voor toepassing bij condensorpijpen opgeleverd.

Exemplaren van dit in de Engelsche taal gestelde verslag zijn voor belangstellenden gratis verkrijgbaar bij de International Tin Research and Development Council, Prinsessegracht 21, 's-Gravenhage.

PERSONALIA.

Ir. J. L. Moens, voorzitter van de Waterschapsraden der Vorstenlanden, is onder dankbet. voor de goede diensten, gedurende vele jaren door hem aan den Lande bewezen, met ing. van 22 December 1939 op verz. eervol uit 'sLands dienst ontslagen.

Prof. ir. J. J. I. Sprenger, hoofdambt. v. buitenl. verl. teruggek., tevoren hoogleeraar bij de Techn. Hoogeschool te Bandoeng, is met ing. van 31 Juli j.l. benoemd tot hoogleeraar in de Waterbouwk. en Grondmechanica bij die hoogeschool.

Prof. ir. A. S. Keverling Buisman, hoogleeraar te Delft, is tijd. belast m. d. waarn. v. d. betr. van hoogleeraar in de Mechanica bij de Techn. Hoogeschool te Bandoeng.

Ir. W. Kamp is met ing. v. 31 Juli j.l. eervol onth. van zijn tijd. werkz. stell. als hoogleeraar in de Waterbouwkunde bij de T. H. te Bandoeng, tevens Directeur van het Laboratorium voor Grondmechanica aldaar.

Ir. W. F. Eysvoogel, eerstaanw. waterstaatsambt. in de residentie Celebes en Onderhoorigheden is benoemd tot hoofdingenieur eerstaanw. waterstaatsambt.

Ir. C. van der Hoeven, ingr. bij 's Lands Waterst., gepl. bij het Dept. v. V. en W., is ter besch. gest. van de Prov. O.-Java en ben. tot hoofdingr. (Kediri).

Ir. M. G. Fabius, ingr. b. d. Prov. Wat. v. M.-Java, is eerv. onth. v. zijn werkz. stell. als sectieingenieur van de sectie Koedoes van de Waterst. afd. Serang en gepl. op het hoofdkantr. van den Waterst. dienst der Prov. M.-Java te Semarang.

Dr. ir. W. J. van Blommestein, ingr. bij 's Lands Wat. ter besch. v. d. Prov. M.-Java, is overgepl. van het hoofdkantoor van den Waterst. dienst der Prov. M.-Java te Semarang naar Koedoes en bel. m. h. beheer v. d. sectie Koedoes van de Waterst. afd. „Serang".

Irs. F. C. van Haeften en F. B. J. Kluvers, hfdingr. resp. ingr. bij 's Lands Wat., resp. directeur der haven van Semarang, en ingr. ter besch. gest. van de Prov. M.-Java, is wegens 6-jar. dienst 8 md. verlof n. Europa verleend, ing. 16 Juni 1940 resp. 16 October 1939.

Ir. W. van Etten, particulier, is benoemd tot ingr. 2de klasse bij den Baggerdienst van het Dept. v. V. en W.

Ir. P. A. Vos van Zalingen, ingr. bij het Dept. v. V. en W., gepl. bij het bedrijfsdeel „De Bandoengsche Hoogvlakte" der Landswaterkrachtbedrijven, is werkz. gest. bij het Landsbedrijf „De Boekit Asamsteenkolenontginning".

Ir. J. den Boesterd, idem, gepl. bij het Landsbedrijf „De Boekit Asamsteenkolenontginning", is werkz. gest. bij het bedrijfsdeel „De Bandoengsche Hoogvlakte" der Landswaterkrachtbedrijven.

Irs. N. A. Bogtstra en J. Plantema, ambtenaren v. buitenl. verl. teruggek., zijn benoemd tot ingrs. bij de S.S.

Ir. W. J. P. Gerbers ingr. b. d. S.S., is wegens 6-jar. dienst 8 md. verlof n. Europa verleend.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS, Groep Ned.-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde nieuwe leden.

Het in No. 6 van dezen jaargang voorgestelde lid is aangenomen.

Thans worden voorgesteld als *gewoon lid:*

Ir. H. H. Duurentijdt, Ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw te Bandoeng;

C. A. H. Schuak, Ingenieur bij Lindeteves-Stokvis te Batavia;

D. H. Vrugtman, Procuratiehouder bij de N. V. Gebr. van Swaay te Soerabaja;

en als *junior lid:*

Ong Ping Liang, Student aan de T. H. te Bandoeng.

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

Mutatie Kringbestuur I (Batavia).

Wegens vertrek naar Europa werd ir. W. D. P. Stenfert als voorzitter vervangen door ir. U. S. F. Joustra.

Ledenlijst.

De tot ulto. Mei 1939 bijgewerkte lijst van leden van de Groep Ned.-Indië is aan de Kringvoorzitters en -secretarissen aangeboden en kan aldaar worden geraadpleegd.

In verband met de kosten zijn slechts een beperkt aantal exemplaren afgedrukt, doch aan individueele verzoeken van leden, die prijs stellen op de toezending van deze lijst, zal gaarne gevolg worden gegeven.

Contributie K. I. v. I. over 1939.

Het bestuur van de Groep Ned.-Indië van het Kon. Inst. van Ingenieurs betreurt het in hooge mate, dat van de postkwitanties, welke kort geleden verzonden werden ter inning van de nog niet betaalde contributies over 1939, een groot gedeelte onbetaald terug gekomen is. Aan de Administratie der Groep wordt daardoor noodeloos veel extra-werk bezorgd.

Het bestuur verzoekt den betrokken leden dringend, de nog verschuldigde contributie, *vermeerderd met f 0,50 voor innings- en administratiekosten*, vóór 15 September a.s. per postwissel te zenden aan de Administratie van de Groep, Bragaweg 38 te Bandoeng.

Ter herinnering zij vermeld, dat de gewone leden *f* 20,—, de junior- en senior-leden en de geassocieerde leden *f* 10,— per jaar verschuldigd zijn.

Aan de leden, waarvan de nog verschuldigde contributie niet vóór 15 September a.s. ontvangen wordt, zal opnieuw een postkwitantie verzonden worden. De extra-kosten, welke daaraan verbonden zijn, zullen den leden boven het thans verschuldigde bedrag in rekening worden gebracht.

Bandoeng, 11 Augustus 1939.

De Penningmeester van de Groep
Ned.-Indië van het K.I.v.I.,
F. M. C. Berkhout.

6e JAARGANG
NUMMER 8

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

AUGUSTUS
1939

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Enkele toepassingen van het gebruik van asfalt bij waterbouwkundige werken, door ir. A. M. Verschoor.

Enkele toepassingen van het gebruik van asfalt bij waterbouwkundige werken

door

ir. A. M. VERSCHOOR.

Korte inhoud.

Behandeld worden twee gevallen van het gebruik van asfalt bij waterbouwkundige constructies. Bij het eerste geval blijkt het mogelijk zand-asfaltlagen aan te brengen beneden den grondwaterstand en deze waterdicht te krijgen mits een goede drainage tijdens de uitvoering in acht wordt genomen, zoodat de hoop gewettigd is, dat in de toekomst bij verschillende constructies hiervan gebruik zal kunnen worden gemaakt voor wering van grondwater en voor verbetering der bouweigenschappen van kleiachtige grondsoorten.

In het tweede geval wordt een asfalteering besproken van een leidinggedeelte in ophooging, beoogende een waterdicht maken van bodem en wanden ter voorkoming van lekverliezen en ter stabilisatie van het dijklichaam. Analyses der kosten zijn opgenomen.

Inleiding.

Steeds meer begint men bij het oplossen van waterbouwkundige problemen zijn oog te richten op de asfaltproducten en al is het niet heelemaal juist, wat ik eens hoorde opmerken: n.l. dat, wanneer het in de waterbouwkunde moeilijk begint te worden, men zijn toevlucht neemt tot bitumineuze stoffen, toch mag niet worden ontkend, dat de verschillende asfaltderivaten bepaalde eigenschappen bezitten, waardoor ze uitnemende diensten kunnen bewijzen juist daar waar andere materialen falen. Men kan hierbij denken aan zettingsproblemen van allerlei aard, ook aan gevallen, waarbij het waterdicht maken van leidingen e.d. een begeerenswaardig doel is, of aan bescherming van door stroomend water aangetaste oevers e.d.; in al die gevallen zijn het de plasticiteit, de waterdichtheid, de gladheid of de groote weerstand tegen afslijping, die het oog op de asfaltproducten doen vallen.

Ook bij den Waterstaatsdienst in Ned.-Indië komen regelmatig gevallen voor, waarin de toepassing van bitumineuze stoffen overweging verdient. Er doen zich bijv. hierbij de volgende mogelijkheden voor:

a. Bij een leiding in ophooging staat men vaak voor de moeilijkheid, dat de strekking waterdoorlatend is. Vooral in den oostmoesson met zijn geringe debieten, worden de hierdoor ontstane verliezen met leede oogen aangezien. Het aanbrengen van een bemetseling of betonbekleeding kan dikwijls afdoende helpen, maar het kan ook gebeuren, dat er langen tijd zooveel werking in den geroerden grond aanwezig blijft, hetzij door inklinking, hetzij door krimpen en zwellen van kleihoudende grondsoorten, dat de stijve steen- of betonconstructies scheuren en daardoor het nagestreefde doel wederom onbereikbaar wordt. In zoo'n geval zou de toepassing van asfalt goede diensten kunnen bewijzen; het zijn de plasticiteit en de waterdichtheid, die hier voornamelijk op den voorgrond treden.

b. Een ander geval is bijv. het tegengaan van erosie van rivieroevers of leidingen. Ook hier is het soms mogelijk andere materialen te bezigen, zooals metselwerk en beton, maar soms komt de toepassing van asfalt goedkooper uit of is een plastische beschermingslaag gewenscht dan wel is men aangewezen op aanbrenging onder water, wat door toepassing van asfaltmatten nog wel uitvoerbaar is, maar voor beton en metselwerk vrijwel een onoplosbaar probleem vormt.

In deze gevallen speelt dus de groote weerstand tegen afslijping van asfalt een voorname rol, terwijl ook de plasticiteit een aantrekkelijke eigenschap hierbij is.

c. Een geval, waarin de meerdere gladheid een belangrijke plaats inneemt kan zich voordoen bij den aanleg van een stuwdam, waarvan het stuwpeil direct wordt beheerscht door de wat veraf gelegen sawahs. Door nu het vervalverlies in het eerste deel van de hoofdleiding gering te houden, kan de stuwhoogte lager uitvallen en worden de kosten geringer. Het kan voordeel opleveren de hoofdleiding over genoemd gedeelte van een asfalthuid te voorzien. De groote gladheid van het materiaal verzekert een geringer benoodigd verhang.

Ten einde een indruk te krijgen omtrent de mate der gladheid der hier bedoelde bekleedingen moge het volgende citaat dienen uit het in 1933 te München uitgegeven boekje van het Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft e.V., Mitteilungen Heft 2 „Versuche über die Brauchbarkeit von Asphalt und Teer zur Dichtung und Befestigung von Erdbauten", Dritte unveränderte Auflage, S. 51.

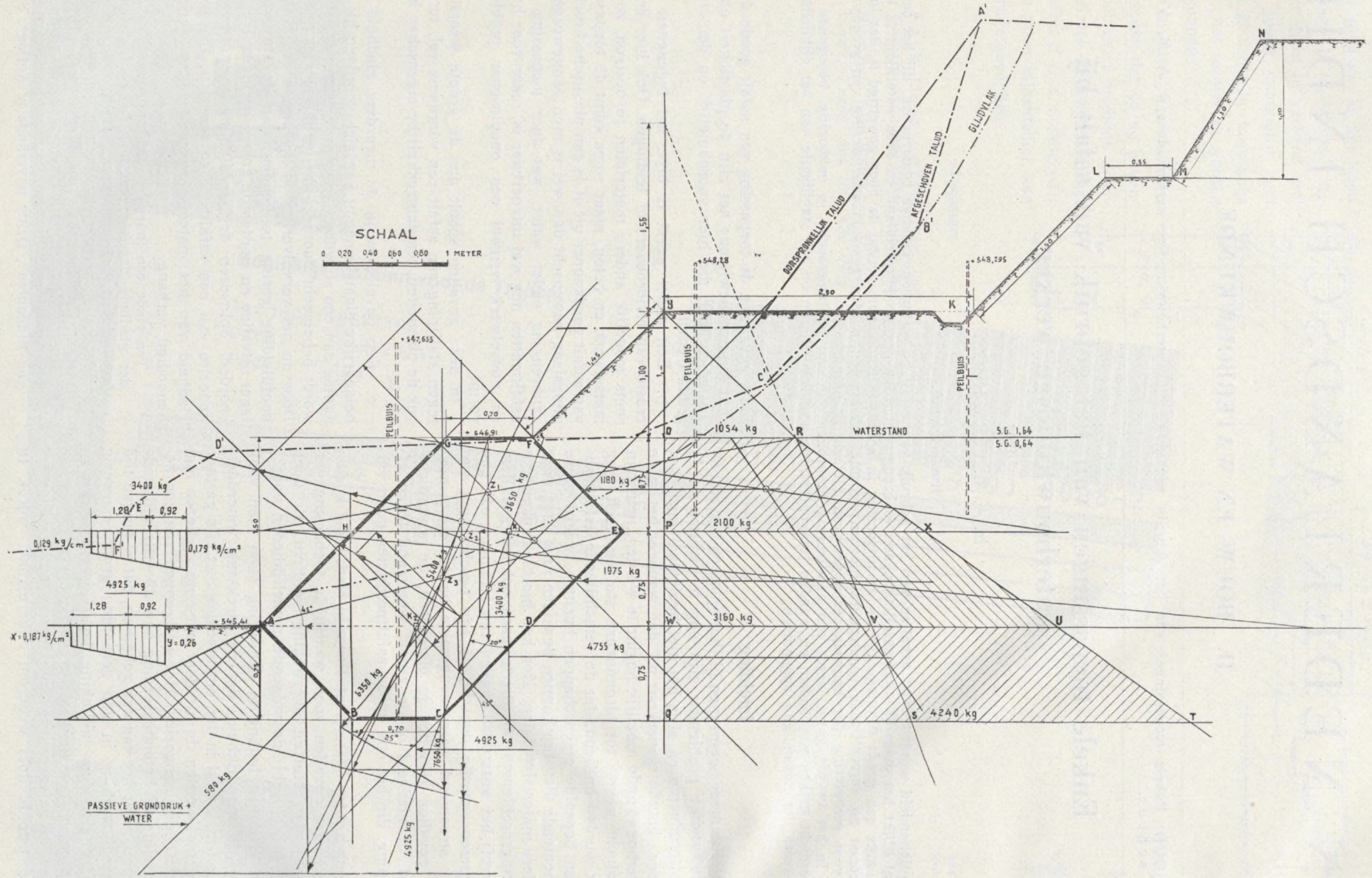


Fig. 1. Dwarsdoorsnede en stabiliteitsberekening van den „keermuur" in de hoofdleiding Tjibeleng nabij de desa Tjidjeler.

„Die Ermittlung des Flieszverlustes in der mit Walzguszasphalt ausgekleideten Kanalstrecke ergab, dasz der Rauhigkeitsbeiwert k einer solchen Auskleidung mit etwa 70 bis 75 in die Formel

$$v = k \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

eingesetzt werden darf.

Es ist wahrscheinlich, dasz bei einer sorgfältigen Herstellung des Belages die Unebenheit an den Stöszen geringer und der Rauhigkeitsbeiwert ein höherer wird. Die Walzguszasphalt-decke dürfte somit selbst bei vorsichtiger Beurteilung der Versuchsergebnisse hinsichtlich ihrer Rauhigkeit einer gut ausgeführten Betondecke gleichzusetzen sein".

Dit wil dus zeggen, dat waarden van $k = 80$ en misschien nog hooger dan niet tot de onmogelijkheden zouden behooren. Aangezien voor aarden wanden de gebruikelijke k-waarde ongeveer 45 is, beteekent dit een zeer belangrijke reductie van het benoodigde verhang bij gelijkblijvend leidingprofiel.

Tot nu toe staat echter het gebruik van asfalt voor waterbouwkundige werken hier in Indië nog in de kinderschoenen en het scheen steller dezes dan ook niet van belang ontbloot, gedachtig aan de zegswijze „onbekend maakt onbemind," toen zich daarvoor goede gelegenheden voordeden, enkele proeven te nemen. Dank zij de zeer gewaardeerde medewerking van het voormalige en het huidige Hoofd van het 4de District van den Provincialen Waterstaat van West-Java en met daadkrachtige hulp van ir. W. L. van der Vegt, asfaltexpert van de N. V. Bataafsche Petroleum Maatschappij Hzn. te Batavia-Centrum, die ons met zijn uitnemende technische adviezen heeft gediend, is het mogen gelukken eenige ervaring op te doen, waaromtrent het volgende moge worden medegedeeld.

Taludafschuiving hoofdleiding Tjibeleng.

Reeds kort na het graven van de hoofdleiding Tjibeleng, een onderdeel van de assaineeringswerken van de Tjiandjoervlakte, schoof op enkele plaatsen nabij de desa Tjidjeler het rechtertalud af, zoodanig, dat een groot deel van het nuttige leidingprofiel met de afgegleden grondmassa werd gevuld. *Fig. 1* laat een dwarsdoorsnede over den oorspronkelijken toestand zien met de daarna opgetreden degradatie. Het vlak $B'C'$ kan als een deel van het glijdvlak worden aangemerkt. Het had een vrij glad en vast aanzien en niet dié modderachtige consistentie, welke beneden het punt C' werd aangetroffen en die kennelijk wees in de richting van een met water verzadigde en in beweging geweest zijnde grondmassa.

Ook het bovenste stuk $A'B'$ valt niet samen met het theoretische, meestal als een cirkel aangenomen, glijdvlak. Hierbij gaat men n.l. uit van de veronderstelling, dat de grond homogeen van samenstelling is. Doordat dit deel boven de verweekingslijn ligt, treden in de grondmassa ingrijpende physische veranderingen op. De grond krijgt als het ware een andere geaardheid. De verschillende constanten als de hoek van inwendige wrijving en de cohaesie ondergaan belangrijke wijzigingen.

Hierbij komt nog het verschijnsel, dat o.a. door Dr. Ing. K. Terzaghi is beschreven in zijn rapport voor het eerste Groote Dammen Congres te Stockholm in 1933 (deel III der verslagen), waarin er op wordt gewezen, dat het capillair opstijgende water zich (populair uitgedrukt) als het ware ophangt aan den grond, waarin het opstijgt en zoodoende het gewicht van een bepaalde grondmassa en daardoor de wrijving langs een glijdvlak belangrijk vergroot. Hieruit vloeit voort een grootere stabiliteit, gepaard gaande met een knik in het werkelijk optredende glijdvlak vanaf het punt, dat die capillaire opstijging werkzaam is.

De afwijkende samenstelling van den grond is op *foto 1* duidelijk waarneembaar. Hoewel deze opname is gemaakt eenigen tijd na de afstorting, toen door zijdelingsche toetreding van zonlicht een extra sterke uitdroging van het boven de verweekingslijn gelegen grondprisma was opgetreden, mag toch worden aangenomen, dat die invloed, — zij het ook in mindere mate —, zich ook bij de oorspronkelijke situatie heeft voorgedaan.

Verwaarloozen we dezen invloed, dan wordt het mogelijk globaal een glijdvlak te teekenen, waarin de strekking $A'B'$ is opgenomen. Hierbij dient in het oog te worden gehouden, dat vóór het opmeten van het dwarsprofiel reeds een groote hoeveelheid grond ter plaatse van het leidingprofiel was opgeruimd, teneinde de bevloeiing niet blijvend te storen.

Op het terrein is getracht onder de modderachtige laag in de strekking $C'D'$ sporen van het glijdvlak terug te vinden. Dit is echter niet mogen gelukken. De grond was zóó met water verzadigd, dat een be-

Bijlage 1.

Technische Hoogeschool-Bandoeng. Afschrift. Onderzoek No. 14.
Laboratorium voor Grondmechanica. Proef No. —

Staat 1.

Gew. monster nat	A	181,320
„ „ droog	B	159,020
„ water	A — B	22,300
„ tarra	C	109,404
„ droog monster G_o = B — C		49,616
Watergehalte w = (A — B) : (B — C)		44,9%

$F = 38{,}375$ cm² $\quad \gamma_o = 2{,}425$

$$h_o = \frac{G_o}{\gamma_o \cdot F} = \frac{49{,}616}{2{,}425 \cdot 38{,}375} = 0{,}535$$

$$\varepsilon_{\bar{p}} = \frac{\gamma_o \cdot w}{100} = 0{,}449 \cdot 2{,}425 = 1{,}090$$

$$h_{\bar{p}} = h_o\,(1 + \varepsilon_{\bar{p}}) = 0{,}535 \cdot 2{,}09 = 1{,}117$$

$$\varepsilon = \frac{h - h_o}{h_o}$$

Staat 2.

Bel. kg/cm²	L	$L_1 - L_2$		h	$h - h_0$	ε
		mm	cm			
p	5,217	0,121	0,012	1,117	0,582	1,090
0,5	5,338	0,037	0,004	1,105	0,570	1,066
1,0	5,375	0,020	0,002	1,101	0,566	1,060
2,0	5,395	0,012	0,001	1,099	0,564	1,052
3,0	5,407	0,122	0,012	1,098	0,563	1,051
2,0	5,285	0,371	0,037	1,110	0,575	1,074
1,0	4,914	0,487	0,049	1,147	0,612	1,144
0,5	4,427	0,860	0,086	1,196	0,661	1,238
p	3,567			1,282	0,747	1,397

Bijlage 2.

Laboratorium voor Grondmechanica
Bandoeng.

Onderzoek No. 14
Monster No. —

Afschrift.

Uitgevoerd door :
Datum 15/9

Behandeling v.h. monster:
water onttrokken en fijngestampt.

Bepaling van het soortelijk gewicht van Klei.

Pyknometer No.	I	II
Inhoud pyknometer in cm³ (v)		
Gew. pykn. + vloeist. in g (A)	121,107	143,782
Gew. monster in g (B)	44,195	42,698
A + B	165,302	186,480
Gew. pykn. + vloeist. + monster in g (C)	150,700	172,400
Gew. verplaatste hoeveelh. vloeist. (A + B — C)	14,602	14,080
Gew. vloeistof p		
Soortelijk gewicht vloeistof (s = p : v)	0,800	0,800
Vol. verplaatste hoeveelh. vloeistof $V = \frac{A+B-C}{s}$	18,3	17,6
Soortelijk gewicht klei (S = B : V)	2,42	2,43
Gemiddeld	2,425	

trekkelijk kleine gleuf niet intact bleef. Wel is later bij de ontgraving voor den taludopbouw geconstateerd, dat een bepaalde grondmassa langs een oud glijdvlak nog naschoof.

Reeds de geringe dikte van de afgeschoven schol wijst erop, dat we hier te doen hebben met een onstabielen grondslag. Ten einde hieromtrent eenige exacte cijfers te verkrijgen, zijn *geroerde* grondmonsters opgezonden aan het Laboratorium voor Grondmechanica van de Technische Hoogeschool te Bandoeng. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in de *bijlagen 1* en *2*, benevens de *figuren 2* t/m *4*.

Zooals daaruit valt af te leiden, is de grond bij twee verschillende vochtigheidsgraden onderzocht, n.l. „nat" en „half droog". Hierbij is onder „nat" te verstaan de consistentie van de klei liggende ongeveer bij de vloeigrens, en „half droog" die bij de uitrolgrens. Met een drogere consistentie kon niet worden gewerkt, aangezien de grond te veel verkruimelde, waardoor geen monster gesneden kon worden geschikt om in het schuifapparaat te worden gedaan. Voorts werd het afschuiven van de z.g. natte klei onder water en dat van de half droge klei in den droge uitgevoerd. De resultaten zijn neergelegd in *fig. 2*.

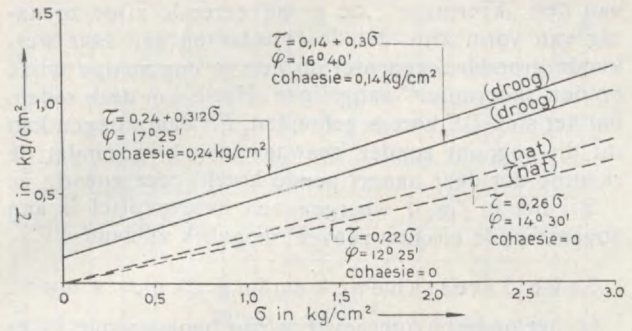


Fig. 2. Uitkomsten schuifproef op twee kleimonsters, half droog resp. nat (Lab. v. Grondmech., Techn. Hoogesch. Bandoeng).

Ter vermijding van te hooge kosten zijn slechts *geroerde* grondmonsters beproefd.

Een enkele blik op evengenoemde grafiek doet reeds zien, dat we hier te doen hebben met een uiterst slechten bouwgrond.

In den natten toestand is geheel geen cohaesie aanwezig en bedraagt de hoek van inwendige wrijving φ slechts $\pm$ 13°. Als men dit cijfer vergelijkt met dat van droog zand, n.l. $\varphi = \pm$ 30°, zal men moeten erkennen, dat van dezen bouwgrond niet te veel kwaad is gezegd. Zelfs in den „drogen" toestand komt hierin nog weinig verandering. De hoek φ loopt op tot $\pm$17°, maar de cohaesie blijft nog steeds uiterst minimaal.

Het valt eenigszins te betreuren, dat het niet mogelijk is gebleken den grond bij veel drogere consistenties te beproeven. Het is toch een bekend feit, dat, wanneer men een kleibal van zekere vochtigheid na goed kneden, waardoor de lucht grootendeels uit den grond wordt gedreven, eenigen tijd laat uitdrogen, een zeer hard materiaal overblijft, dat ongetwijfeld zeer hooge normale drukken kan opnemen. Men noemt hierbij cijfers van 80 — 100 kg/cm². Werd de uitdroging bij den onderhavigen grondslag nog verder doorgezet, dan ontstond verpulvering en begon de samenstelling uiterlijk veel op die van los zand te gelijken. Had men echter dat harde materiaal in het schuifapparaat kunnen beproeven, dan zou de grafiek ter bepaling van den hoek van inwendige wrijving en de cohaesie veel langer hebben kunnen worden, terwijl de kromme — gezien ook het verloop der grafiek — steiler zou zijn uitgevallen met een hooger beginpunt bij een druk = nul. Er zou dan dus, naar stellig mag worden aangenomen, een grootere φ-waarde en een grootere cohaesie zijn gevonden. Alsdan zouden duidelijk de veel gunstiger bouweigenschappen aan den dag zijn getreden. Het is dan ook o.m. van deze eigenschap, dat bij de straks te bespreken constructie dankbaar gebruik is gemaakt, want zelfs *vette klei is een uitstekende bouwgrond, mits men zorg draagt voor wering van het water.*

Eigenlijke constructie van den taludopbouw.

Keeren we thans terug naar het afgeschoven talud. Voor de herstelling van een gedegradeerd talud staan ons verschillende middelen ten dienste, zooals:

a. het droogleggen der gronden grenzende aan het bovenste deel van het talud;

b. het onder een flauwer talud afgraven van den grond en/of het aanleggen van bermen;

c. het maken van goed draineerende voetsteunen, in den vorm van krachtige steenstapelingen;

d. het draineeren van het talud;

e. het bouwen van een in zich zelf stabielen keermuur.

De onder *a* en *b* genoemde middelen zijn in dit geval als tijdelijke maatregelen toegepast. Gezien de lage waarden der grondconstanten stond a priori vast, dat deze middelen voor een taludhoogte van rond 5,— m onvoldoende zouden zijn en dat één der onder *c* t/m *e* opgesomde constructies diende te worden toegepast.

Gekozen is nu het bouwen van een keermuur, echter één van bijzondere samenstelling, n.l. opgebouwd uit den ter plaatse aangetroffen doch gedroogden kleigrond, tegen nat worden aan alle zijden omhuld met een waterdicht mengsel van asfalt en zand. Verwacht mocht worden, dat de droge klei in staat zou zijn de druk- en schuifkrachten binnen het „keermuurlichaam" te kunnen opnemen. Ik moet mij haasten hier direct op te laten volgen, dat de ontwerpers geenszins de verwachting hebben gehad, dat hiermede een voordeeliger oplossing dan de gebruikelijke zou zijn te verkrijgen. Daarvoor komt kalisteen en indjoek in deze landen te veelvuldig voor. De bedoeling hiervan was echter na te gaan of het gebruik van asfalt bij waterbouwkundige werken mogelijk was, op welke moeilijkheden men bij de aanbrenging *onder zeer ongunstige omstandigheden* had te rekenen en meer speciaal of het mogelijk was onder toepassing van zand-asfaltmengsels zich de goede eigenschappen van drogen kleigrond blijvend ten nutte te maken. Vooral wat betreft het laatste punt, waarop ik in de slotbeschouwingen nog hoop terug te komen, wordt de verwachting gekoesterd, dat in de practijk meerdere gevallen zullen voorkomen, waarbij het gebruik van bitumineuze mengsls tot onverwacht gunstige oplossingen zal kunnen leiden.

Waterdichtheid zand-asfaltlaag.

Het is duidelijk, dat het ideaal van waterdichtheid van het omhullende zand-asfaltmengsel onvoorwaardelijk diende te worden bereikt, omdat anders bij aanwezigheid van kleine scheurtjes na korteren of langeren tijd de grond, gelegen beneden de verweekingslijn, zich weer met water zou verzadigen, vooral omdat het grondwater onder druk stond. De verschraling van het mengsel mocht dus in geen geval te ver gaan. Als bruikbaar mengsel werd door ir. W. L. van der Vegt aanbevolen:

1 vol. deel B.P.M.-asfalt 1/2
2 vol. deelen B.P.M.-asfalt 20/30
9 vol. deelen slibvrij zand (droog).

Vorm „keermuur".

Is dus de waterdichtheid van het zand-asfaltmengsel een eisch van de eerste orde, niet minder vraagt het uit- en inwendig evenwicht van den „keermuur" onze aandacht. Het geheel moet n.l. werkelijk de functie van keermuur vervullen en niet die van taludbemet-

seling. In het laatste geval zal de bekleeding met het afschuivende grondprisma meeglijden en van een gestabiliseerd talud zou dan geen sprake zijn.

De vorm van den „muur" kan niet zoodanig worden gekozen, dat met de *geringste* hoeveelheid materiaal het bedoelde effect wordt bereikt. Er zijn n.l. tal van factoren, die den vorm beheerschen en die hieronder puntsgewijze zullen worden opgesomd.

a. In de eerste plaats noemen we de grens, die de grondsoort stelt aan de hellingen der uitgravingen en ophoogingen. In het onderhavige geval zijn de taluds aangehouden op 45°. Gezien de uitkomsten der laboratoriumproeven was dit voor de ontgravingen al min of meer gewaagd. We hebben hier echter te maken met een zeer tijdelijk geval. Aangezien de processen in kleigronden zich slechts langzaam voltrekken werd erop vertrouwd, dat gedurende de korte werkperiode nog niet de ongunstigste situatie zou ontstaan. Inderdaad is men bij de uitvoering ook in dit opzicht niet op moeilijkheden gestuit. Wel is éénmaal een betrekkelijk dunne grondschol afgeschoven, maar dit geschiedde langs het oude glijdvlak. De reeds in beweging geweest zijnde grondmassa gleed dus verder af.

b. In de tweede plaats kan de zand-asfaltlaag niet onder een te steile helling worden aangebracht op gevaar van uitzakken, niet alleen tijdens het aanbrengen, wanneer het mengsel een hooge temperatuur heeft en dus plastischer is, maar ook na het opstijven. Dit laatste geldt dan uiteraard in het bijzonder voor de aan de oppervlakte blijvende gedeelten. Nu kan de mate van plasticiteit wel min of meer geregeld worden met het percentage toe te voegen asfalt 1/2, dat een gering penetratie-getal heeft, maar dit wordt anderzijds begrensd door den eisch, dat het koud geworden mengsel nog een voldoende mate van plasticiteit moet blijven behouden, want het is juist deze eigenschap, die zoo bijzonder gewaardeerd wordt bij het zetten van het uit grond opgebouwde „keermuurlichaam."

Gemeend wordt, dat een helling van 45° een gulden middenweg vormt.

c. In de derde plaats dient rekening te worden gehouden met de wijze van opbouw van het geheel. Het eerst asfalteeren van zijwanden en bodem der ontgraving, het daarna inbrengen van den grond en het uiteindelijk omhullen van de overige vlakken schijnt een rationeele werkwijze. Voor het comprimeeren van het versch opgebrachte mengsel en van den grond moet liefst een kleine handrol van 50 à 60 kg worden gebezigd. Aangezien het het beste is de vloer afzonderlijk na de taluds te asfalteeren, werkt men het gemakkelijkst wanneer men de handrol in lengterichting door de fundeeringssleuf kan trekken. Daartoe moet de bodembreedte meer dan de rolbreedte bedragen, zoodat deze in casu gesteld is op 0,70 m. Overigens dient men er rekening mede te houden, dat de dwarsdoorsnede zoodanig is, dat alle hoeken met de rol bereikbaar zijn.

d. In de vierde plaats moet in dit speciale geval het voortalud onder 45° worden gelegd, opdat het geheel aansluiting vinde aan het onder 45° staande intact gebleven grondtalud van de leiding.

e. In de laatste, hoewel zeker niet de minst belangrijke plaats moet, met het oog op de stabiliteit van den „keermuur", de grondkeerende zijde zoodanig van vorm zijn, dat de resultanten der daar werkende gronddrukken niet op een te ongunstige wijze op den „keermuur" aangrijpen. Het is om deze reden, dat het stuk *DE* kort is gehouden, *EF* daarentegen kan uit dit oogpunt zonder bezwaar lang zijn, omdat de richting der daar aangrijpende kracht zeer gunstig is.

Bij het in *fig. 1* weergegeven dwarsprofiel is aan bovenstaande eischen zooveel mogelijk voldaan.

Stabiliteitsberekening „keermuur".

In het onderhavige geval is een benaderende berekeningswijze voldoende. Uitgegaan is dan ook van rechte glijdvlakken bij cohaesieloozen grond.

Aangenomen is voorts, dat de grondwaterstand gelijk staat met den bovenkant van het te bouwen keermuurlichaam. Achteraf is uit peilbuismetingen ook komen vast te staan, dat deze veronderstelling practisch juist is geweest.

De grootte van het s.g. van den grond is afgeleid uit de door het laboratorium verstrekte gegevens. Het is zonder meer duidelijk, dat dit o.a. afhankelijk is van de mate waarin de grond is gecomprimeerd, dus van het poriënvolume *n* (zijnde het volume dat door de poriën wordt ingenomen, gedeeld door het volume ingenomen door de vaste stof en water te samen). Nu zal deze *n* voor de verschillende grondlagen verschillend zijn en wel hoe dieper men komt hoe kleiner *n* wordt. De vraag is echter of deze waarden zoover uiteen liggen, dat hiermede rekening dient te worden gehouden.

Fig. 3 geeft weer het verband, dat er bestaat

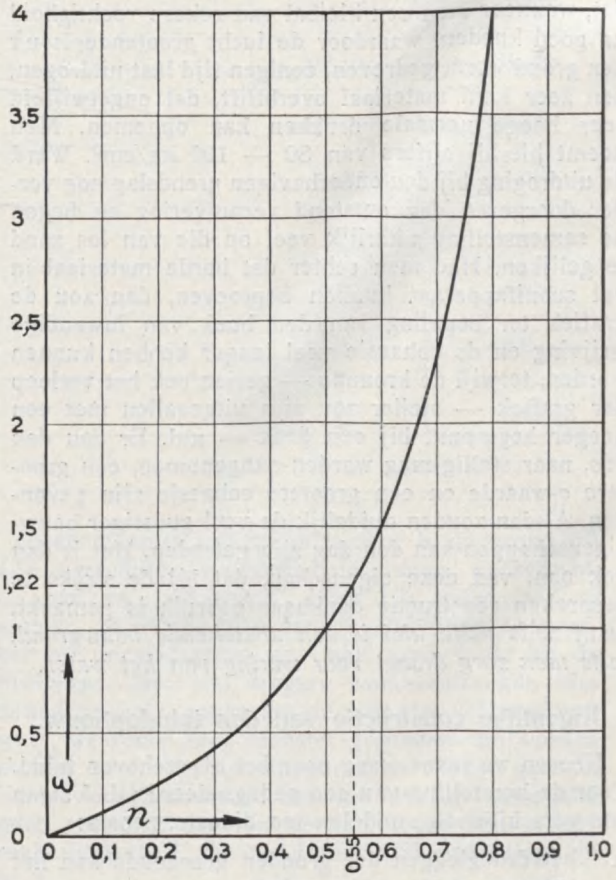


Fig. 3. Verband tusschen ε en n.

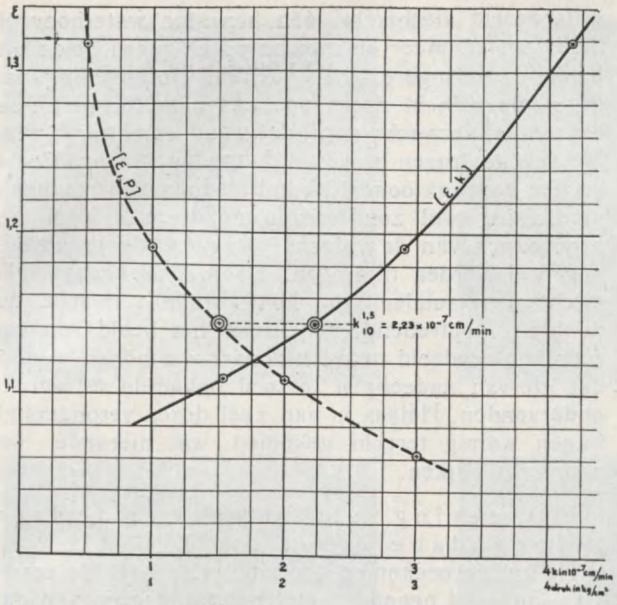


Fig. 4. Krommen voor ε_k en ε_{1p}.

tusschen evengenoemde waarde n en een grootheid ε volgens de formule: $\varepsilon = \frac{n}{1-n}$. Wat deze grootheid beteekent, wordt duidelijk wanneer we aan de hand van de *staten 1* en *2* van *bijlage 1* het verloop van de gemaakte berekening volgen.

Van een zeker monster natten grond is eerst het gewicht bepaald. Met inbegrip van het bakje weegt dit 181,32 g. Geheel droog weegt dit zelfde monster inclusief bakje 159,020 g. De hoeveelheid water, die er in zat weegt dus 22,300 g. Het bakje zelf weegt 109,404 g, zoodat de droge grond een gewicht heeft van 159,020 — 109,404 = 49,616 g. Het watergehalte w, uitgedrukt in gewichtsprocenten van de droge stof, bedraagt dus $\frac{22{,}300}{49{,}616} \times 100 = 44{,}9\%$. Men heeft nu met behulp van een pyknometer het absolute s.g. van den grondsoort bepaald. Deze is te stellen op 2,425 (zie *bijlage 2*). Wanneer nu het bodemoppervlak van het bakje, waarin zich de grond bevindt, $F = 38{,}375$ cm² bedraagt, dan wordt de hoogte, die de vaste stof zonder poriën inneemt $h_o = \frac{\text{gew. droge stof}}{\text{s.g. vaste stof} \times F} =$

$= \frac{49{,}616}{2{,}425 \times 38{,}375} = 0{,}535$ cm. In het onderhavige geval nu weegt 1 cm³ droge stof γ_o g. Wanneer het watergehalte w is, dan weegt de hoeveelheid water, die hierin zit, $\frac{w \cdot \gamma_o}{100} = 0{,}449 \times 2{,}425 = 1{,}090$ g. Deze grootheid is $\varepsilon_{\overline{p}}$ genoemd (gewicht in g van het water per cm³ absoluut volume), en daar $\varepsilon_{\overline{p}}$ dimensieloos is, kunnen we voor $\varepsilon_{\overline{p}}$ ook schrijven ε en deze grootheid gelijk stellen aan $\frac{h - h_o}{h_o}$. Aangeteekend worde hierhij nog, dat de hoeveelheid lucht, die mogelijk in het grondmonster aanwezig is, gering is en daarom gevoegelijk kan worden verwaarloosd.

Uit *staat 2 bijlage 1* ziet men nu, dat hetzelfde bij *staat 1* gebruikte monster wordt belast, terwijl respectievelijk worden bepaald de grootheden h en $h - h_o$, terwijl ε daaruit wordt berekend. We zien hieruit, dat ε bij de toegepaste belastingen slechts in geringe mate verandert, n.l. blijft tusschen 1,051 en 1,397. Voorts zien we uit *fig. 3*, dat de daarbij behoorende n-waarde schommelt tusschen *0,52* en *0,58*. Als we dus voor de berekening van den „keermuur" een gemiddelde waarde van $n = 0{,}55$ invoeren, dan wordt gemeend, dat hiermede een plausibele aanname is gedaan. De hierbij behoorende waarde van $\varepsilon = 1{,}22$ en het watergehalte w bedraagt alsdan $\pm$ 50% volgende uit de betrekking $\varepsilon = \frac{\gamma_o \cdot w}{100}$.

Voor het z.g. litergewicht van het mengsel grond en water kan, wanneer de poriën geheel met water zijn gevuld, de betrekking worden opgesteld:

$$\gamma = (1 - n) \cdot \gamma_o + n \cdot 1$$

waarin γ_o het z.g. absolute s.g.

In ons geval krijgen we dus:

$$\gamma = (1 - 0{,}55) \cdot 2{,}425 + 0{,}55 = \mathbf{1{,}64.}$$

Onder water vervalt niet alleen het gewicht van het water, omdat dit als het ware rust op de onderliggende lagen, maar moet tevens de opwaartsche druk in mindering worden gebracht, zoodat de betrekking ontstaat:

$$\gamma = (1 - n)\ (\gamma_o - 1)$$

of in dit geval $\gamma = \mathbf{0{,}64.}$

Hierbij worde nog aangeteekend, dat bij deze rekenwijze wordt voorondersteld, dat de gronddeeltjes aan alle zijden geheel door water zijn omringd, zoodat de opwaartsche druk gelijk is aan het absoluut volume vermenigvuldigd met het s.g. van water. In werkelijkheid is dit niet het geval, omdat de gronddeeltjes elkaar aanraken, zoodat in feite de opwaartsche druk geringer en dus het grondgewicht grooter wordt. Vooral wanneer de grond, zooals bij kleien, niet uit korrels, maar uit dunne schijfjes bestaat, kan de invloed hiervan op het s.g. aanzienlijk worden. Eenvoudigheidshalve is deze echter in onze berekening verwaarloosd.

Voorts is aangenomen, dat de grond- en waterdrukken loodrecht op de verschillende vlakken van den „keermuur" aangrijpen. Zulks is een benadering, die niet ver van de werkelijkheid afvoert, omdat de natte grond de gedragingen van water dicht nadert.

Ten slotte is verondersteld, dat de grond boven het vlak *GF*, die nog druk op den „keermuur" uitoefent, een dikte heeft gelijk aan *OY*, zoodat het vlak *YK* als het ware oneindig lang gedacht is. Deze grondmassa kan dan worden beschouwd als bovenlast van den met water verzadigden grond beneden het vlak *GF*. Waar het s.g. van den bovensten grond 1,64 is en die beneden evengenoemd vlak 0,64 kan de 1,— m dikke laag (*OH*) worden gedacht als een $\frac{1{,}64}{0{,}64} \times 1 = 2{,}56$ m dikke grondlaag met een s.g. 0,64. Met behulp van de bekende vergelijking van C o u l o m b is nu voor de doorsneden *HE*, *AD* en *BC* grootte, richting en plaats van de krachtlijn bepaald. In *fig. 1* zijn de verschillende grafische bere-

keningen opgenomen. Voor de doorsneden *HE* en *AD* blijkt, dat het krachtpunt binnen het middelste derde deel van de doorsnede valt, hetgeen wil zeggen, dat ook zelfs aan de uiteinden geen trekspanningen optreden. Met het oog op eventueel optredende scheurtjes in de zand-asfaltlaag is dit buitengewoon gunstig.

Ten slotte is ook nog de resultante van de actiekrachten voor het geheel bepaald. Deze moet worden opgenomen door de reacties in de vlakken *AB* en *BC*, zijnde in *AB* de passieve gronddruk en de waterdruk, terwijl in *BC* ook gronddruk en waterdruk werkzaam zijn. De krachtlijn maakt een hoek van 40° met de verticaal, zoodat ze nagenoeg // het voorvlak loopt, wat uit een stabiliteitsoogpunt gunstig is. Men heeft hierbij wel in het oog te houden, dat we hier te maken hebben met wrijving tusschen asfalt en grond en dat, voor wat betreft vlak *BC*, deze grond niet is de natte klei, maar de zandlaag van de bodemdrain, zoodat we ons omtrent de spanningsverdeelingen in de vlakken *AB* en *BC* maar niet hebben uitgesproken. In *fig. 1* zijn links naast het „keermuurlichaam" de drukspanningsverdeelingen geteekend voor de doorsneden *HE* en *AD*. Hieruit blijkt, dat deze spanningen maar zeer gering blijven. In het punt *D* is ze het hoogst, doch nog slechts 0,26 kg/cm^2. De in dit vlak werkende schuifkracht bedraagt 2200 kg. Denken we deze kracht gelijkmatig over de doorsnede verdeeld, dan leidt dit tot een schuifspanning $\tau = 0{,}10$ kg/cm^2. Dit is nog lager dan de grootte van de cohaesie, zooals die bij het „half droge" monster is waargenomen. Waar we mogen aannemen, dat de grond in onze ophooging onder nog gunstiger omstandigheden verkeert dan evengenoemd monster, kunnen we tot de conclusie komen, dat de „keermuurvorm" goed gekozen is. Uit een stabiliteitsoogpunt hadden we zonder bezwaar hoogere spanningen kunnen toelaten; het zijn echter de andere reeds hierboven genoemde factoren geweest, die een overheerschenden invloed op den „keermuurvorm" hebben uitgeoefend en waaraan niet was te ontkomen.

Was de grond nat geweest en dus de cohaesie niet aanwezig, dan zou $\text{tg}\ \varphi = \frac{0{,}10}{0{,}26} = 0{,}384$ hebben moeten zijn. Uit de laboratoriumwaarnemingen blijkt, dat natte grond slechts 0,26 kan verdragen, zoodat de constructie niet standzeker zou zijn geweest.

De asfaltomhulling bewerkstelligt dus in de eerste plaats een drooghouden van den grond, waardoor grootere grondconstanten ontstaan, maar in de tweede plaats verijdelt de constructie de vorming van een glijdvlak door een radicale verandering der inwendige krachten en wel op zoodanige wijze, dat deze door den grond zoowel buiten als binnen het „keermuurlichaam" nu wel kunnen worden opgenomen.

Gedachte uitvoeringswijze.

Thans kunnen we overgaan tot bespreking van de wijze, waarop wij ons de uitvoering hadden voorgesteld. Na asfalteering van de vlakken *AB*, *BC* en *CE* zou de grond laagsgewijze worden ingebracht onder toevoeging van water en onder voortdurend walsen of stampen. Het ideaal was uiteraard de verkrijging van een zoo groot mogelijke dichtheid. Volgens Proctor wordt deze voor een bepaalde grondsoort en een zeker walsgewicht slechts bij één bepaalde waterhoeveelheid bereikt. Meer en minder water geven beide uiteindelijk geringere dichtheden *). De bepaling van deze hoeveelheid dacht ons aanvankelijk niet noodig, omdat verwacht werd, dat wanneer gewerkt werd met niet te drogen grond, in dunne lagen aangebracht, op een gegeven oogenblik het stadium van maximale verdichting wel zou worden gepasseerd. Vóór het aanbrengen van de volgende laag zou de grond dan nog wel verder uitdrogen. Doordat de grondlagen slechts dun zouden zijn, kon worden verwacht, dat de hierbij optredende scheurtjes het beeld van een zeer fijn verdeeld netwerk zouden vertoonen, zonder dat hiervan nadeeligen invloed behoefde te worden ondervonden. Helaas is van veel dezer veronderstellingen weinig terecht gekomen, wat hieronder wel nader zal blijken.

Uitvoering van het werk en de daarbij opgedane ervaring**).

Na het gereedkomen der uitgraving over de eerste 10,— m werd begonnen met het asfalteeren van den bodem. De opstelling der menginstallatie was als volgt:

Eerst een plaat, waarop het zand werd gedroogd, vervolgens een asfaltketel met het asfalt 1/2, daarna een halve drum voor het mengsel en daarnaast een asfaltketel met het asfalt 20/30. Daarop aansluitend komt een platte mengbak van plaatijzer, waarin onder verwarming (zie onder Naschrift) het vóórgedroogde en verwarmde zand en het asfaltmengsel in de aanbevolen verhouding worden gemengd. Het verdient daarbij aanbeveling dezen laatsten bak slechts voor de helft te verwarmen, opdat bij te groote verhitting het mengsel naar een kouder gedeelte kan worden getrokken.

Het mengen van zand en asfalt geschiedde met schoppen door 4 man, 1 man zorgde voor het drogen van het zand, 1 man was belast met het aanvoeren

*) Het spreekt wel van zelf, dat men bij een grootere dichtheid van den grond ook een toename van den hoek van inwendige wrijving mag verwachten. Hiermede schijnen echter de rechte lijnen, die het verloop der schuifproeven weergeven in strijd. Immers zou men hier een van de horizontale as afbuigende kromme verwachten. De eenige oplossing dezer tegenstrijdigheid is, dat moet worden aangenomen, dat bij dit soort gronden de comprimeering zoo langzaam plaats heeft, dat ook al wacht men 24 uur met de aflezing van het apparaat, het verdichtingsproces nog geenszins ten einde is.

**) Voor de *foto's* der werkzaamheden in de verschillende stadia: zie *Plaat I* en bijbehoorende legenda.

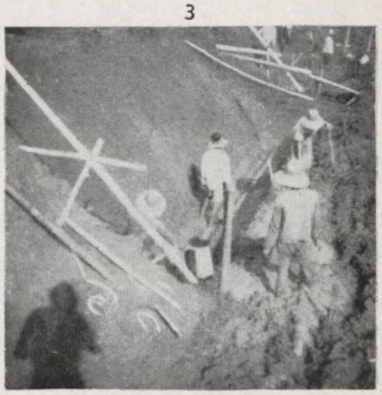
Verklaring der foto's van Plaat I.

1. Aanvankelijke toestand (afgeschoven talud).
2. De situatie op den dag vóór de asfalteering.
3. De ontgraving van de eerste strekking gereed.
4. Mengplaats van zand en asfalt.
5. Het inoliën van de borden.
6. Begin van de bodemasfalteering (te veel water).
7. Het asfalteeren van het talud.
8. Begin van de inbrenging van den grond (te veel water).
9. Grond in dunne lagen aangebracht en goed aangestampt.
10. Drainagesysteem, aan te brengen vóór het asfalteeren.
11. Afwerking van den bovenkant van den „keermuur".
12. De „keermuur" is voltooid.

1

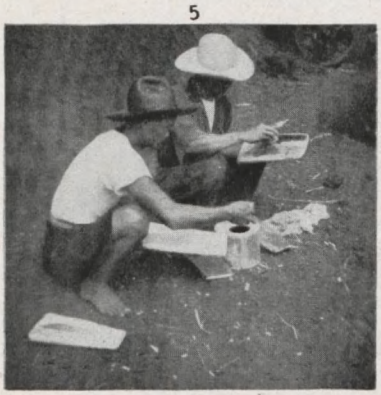
2

3



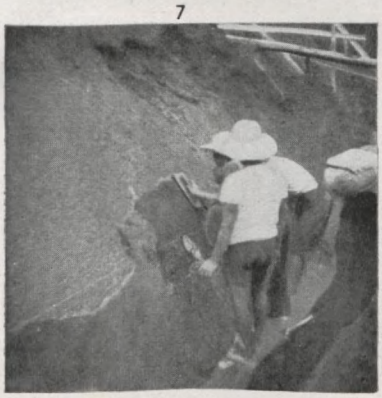
4

5

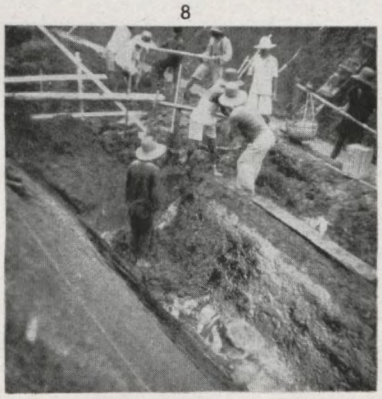


6

7

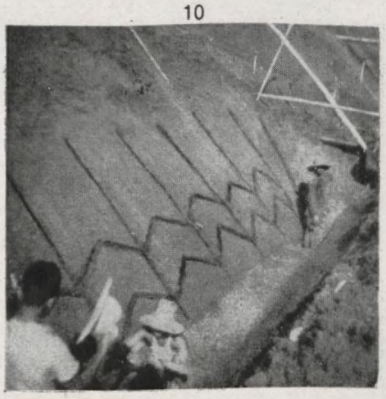


8

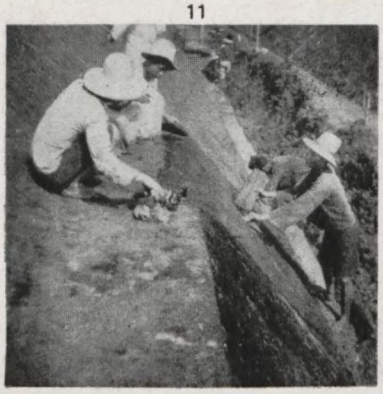


9

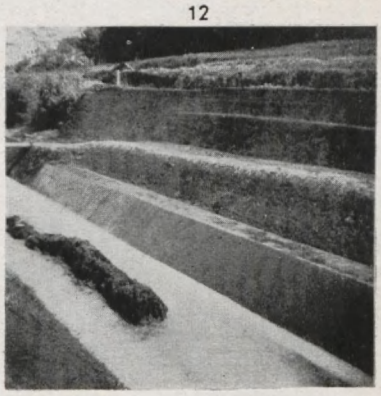
10



11



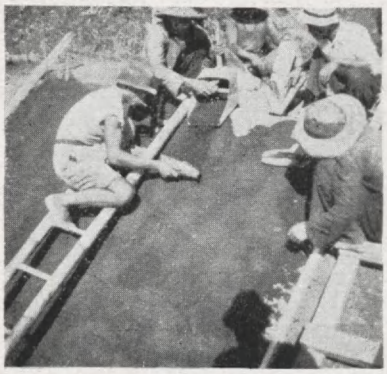
12



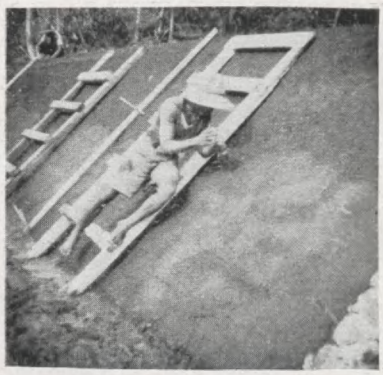
Bouw van den „keermuur" in de Tjibeleng-hoofdleiding bij de desa Tjidjeler.

1

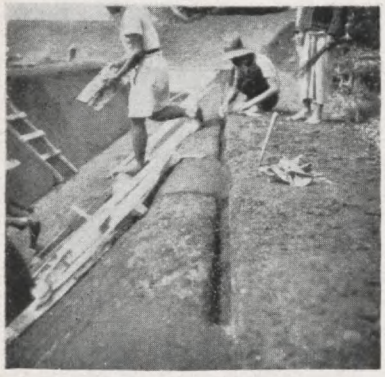
2



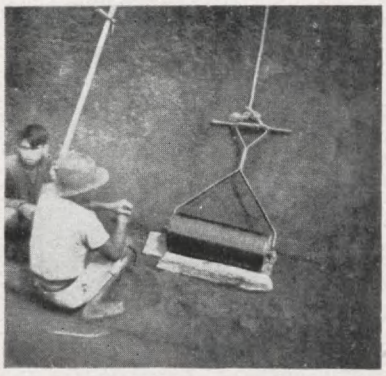
3



4



5



6

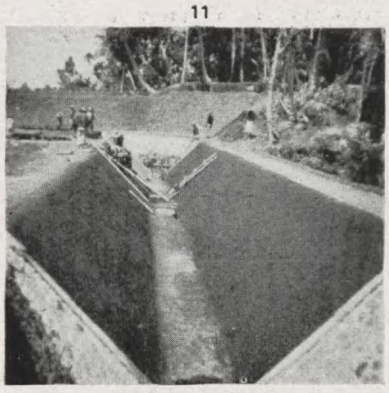
7

8

9

10

11



12

Het asfalteeren van de hoofdleiding Tjipadang nabij K. Pdg. V.

van het gedroogde zand en het asfaltmengsel, alsmede met het doorgeven van het zand-asfaltmengsel naar de plaats van asfalteering, terwijl een mandoer toezicht hield op de juiste mengverhouding e.d. Het is gebleken, dat het aanbeveling verdient de ploeg, die zorg draagt voor het mengen van zand en asfalt te laten rouleeren, omdat zwaar werk onder moeilijke omstandigheden moet worden verricht (warmte en rook). Heeft men de beschikking over een mengmolentje voor warm asfalt dan zal hiermede een gemakkelijke en voordeelige werkwijze kunnen worden bevorderd.

In de ontgraving waren twee man belast met het eigenlijke asfalteeringswerk. Ze waren voorzien van houten pleisterborden, die voortdurend moesten worden geolied, teneinde het vastkleven van het asfalt tegen te gaan. Het is het beste om voor dit werk een specialen man aan te wijzen, die voortdurend de borden schoonkrabt en oliet en zorg draagt, dat steeds bruikbare borden gereed liggen. Bij de asfalteering van de taluds bleek nog 1 man noodig, die het zand-asfaltmengsel uit de halve petroleumblikken stortte op de tegen de taluds aangedrukte pleisterborden. Bovendien kon deze persoon behulpzaam zijn bij het transport van het zand-asfaltmengsel.

Voor het aanbrengen van de zand-asfaltlaag zijn liefst een paar toekangs aan te wijzen en als mandoer een asfaltmandoer; overigens kunnen ongeschoolde krachten worden gebruikt.

Het asfalt werd zooveel mogelijk in één laag van ± 0,02 m dikte aangebracht. Er moet op worden gelet, dat de toekangs voortdurend met de pleisterborden op het pas aangebrachte asfalt slaan, teneinde een zoo groot mogelijke dichtheid te verkrijgen (waterdichtheid). Uitwrijven, waarbij de korrels uiteen worden gedreven, moet zooveel mogelijk worden voorkomen. In het algemeen is wel gebleken, dat op deze wijze de comprimeering *niet* al te sterk is. Beter is het te werken met een niet te zware rol (bijv. 50 à 60 kg), die tegen de taluds wordt opgetrokken.

In totaal strekt zich de proef over 20,— m lengte uit, gesplitst in twee gedeelten van elk 10,— m. Het lag n.l. in de bedoeling om eerst bij het eerste deel zooveel mogelijk ervaring op te doen.

In dit eerste deel werd begonnen met de asfalteering van den bodem, toen deze nog zeer vochtig was. Gemeend werd, dat dit water wel langzamerhand door het asfalt zijdelings zou worden weggedrukt. Dit is echter een volkomen misvatting gebleken. Als oorzaak hiervan kan worden aangemerkt, dat waar gewerkt werd beneden de verweekingslijn, het water in den bodem en tot op zekere hoogte van het talud alle poriën heeft gevuld. Door het persen en stampen van de zand-asfaltlaag wordt er van buitenaf druk op het water uitgeoefend en aangezien het zelf onsamendrukbaar is en niet onmiddellijk door de zeer fijne grondporiën zijdelings weg kan, zoekt het zijn weg door fijne kanaaltjes, die het in het asfalt perst. Deze fijne kanaaltjes blijven in stand ook na de afkoeling en verharding van de asfaltlaag en zoo wordt een poreuze afsluiting gevormd, die juist vermeden moet worden. Aangezien het grondwater onder druk staat blijft er voortdurend water door het asfalt heen ontwijken. Aanvankelijk werd dit feit nog al optimistisch beschouwd. Verwacht werd, dat die zeer fijne poriën wel binnen enkele uren zouden zijn dichtgeslibd. Het is echter gebleken, *dat wanneer niet gezorgd wordt voor een volledige drainage van de te asfalteeren taluds en bodem geen goede resultaten zijn te bereiken.* Dit klemt zoo zeer, dat door de afwezigheid hiervan in het eerste proefstuk, dit als mislukt moet worden beschouwd, omdat het niet mogelijk is gebleken de kuip waterdicht te krijgen. De vochtigheidsgraad van den grond is volkomen oncontroleerbaar.

Brengt men een drainagesysteem aan, dan kan tijdens het opbrengen van de zand-asfaltlaag het in den grond aanwezige water worden weggedrukt naar de nabij gelegen drain. Men moet er natuurlijk voor zorgen, dat deze niet al te ver verwijderd is, anders bereikt men nog zijn doel niet. Is eenmaal het asfalt gecomprimeerd en verhard dan is een waterdichte laag verkregen en is ook water onder druk niet in staat zich een weg door de zand-asfalthuid te banen.

Bij het tweede stuk is met deze ervaring rekening gehouden. De bodem is daar voorzien van een verdiepte goot van onderstaande doorsnede (*fig. 5*).

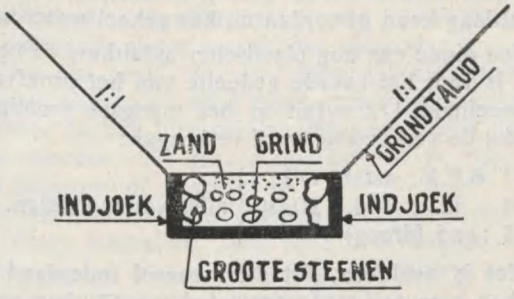


Fig. 5. Dwarsprofiel leiding met verdiepte, draineerende goot.

De wanden zijn voorzien van indjoek, waartegen grootere steenen, terwijl de rest is opgevuld met grof grind, afgedekt met een zandlaag. Deze verdiepte goot heeft in langsrichting een flink verhang en mondt uit in een put. In de taluds zijn sleuven gemaakt — de doorsnede is ongeveer 5 × 5 cm² — welke opgevuld zijn met indjoek. De verticale sleuven eindigen van onderen in de bodemdrain. De onderlinge afstand der verticale sleuven bedroeg in dit geval ongeveer 1,— m. Op verschillende hoogten zijn nog weer drains aangebracht, die de verticale verbinden, zoodat schematisch ondervolgende figuur ontstaat (*fig. 6*):

Verklaring der foto's van Plaat II.

1. Vooraf wordt het talud glad afgestoken.
2. De mortelasfalt is rul als droog zand.
3. Het afsteken van den naad vóór het aanbrengen van de tweede strook (goede aansluiting).
4. Bovenrand talud rond afgewerkt, met een koffertje.
5. Rol voor het walsen van het talud.
6. Aanbrengen 2de laag lang na de eerste (foutieve werkwijze).
7. Er ontstaan scheuren in de bovenste laag.
8. De bovenste laag glijdt als een lavastroom af.
9. Een asfaltmat heeft eenige plasticiteit.
10. Overzicht van het werk.
11. De zand-asfaltbekleeding nagenoeg gereed.
12. Overzicht van het werk; aanbrengen van de mortelasfaltlaag.

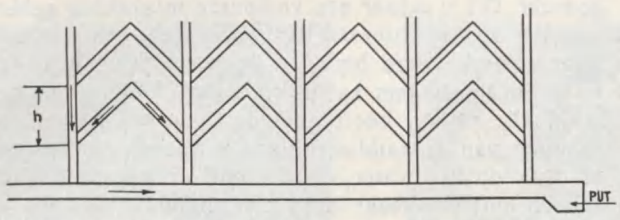


Fig. 6. Schema van de taluddraineeringen.

De afstand *h* is geheel afhankelijk van de hoeveelheid water en de grondsoort, die men aantreft. Tijdens de uitvoering merkt men wel of men met bruikbare afstanden werkt. Al het water komt ten slotte terecht in de put, die dan ook geregeld moet worden leeggehoosd.

Ziet men nergens plassen in den bodem, dan is dat een bewijs, dat de bodemdrain goed functionneert en dan kan met asfalteeren worden begonnen. Hierbij bleek het gewenscht eerst de taluds gereed te maken en eerst daarna den bodem, omdat door het loopen van het werkvolk toch nog water naar de oppervlakte werd geperst. Het is uiteraard beter den geasfalteerden bodem niet aan deze ongelijkmatige belasting bloot te stellen. Op de gereedgekomen bodemgedeelten mag aanvankelijk niet meer worden geloopen, teneinde het gevaar van doorpersen van het water in ieder geval te vermijden.

Op het allerlaatste moment moet ook de put worden gedicht. Hierbij moet men snel te werk gaan. Terwijl de menschen met een flinke hoeveelheid zand-asfaltmengsel gereed staan, wordt het gat volgegooid met grind, afgedekt met een laagje zand en geasfalteerd. Het mengsel moet door slaan en kloppen goed worden gecomprimeerd. Aangezien het water niet zoo snel in de put door het grind heen opstijgt, blijft er tijd beschikbaar voor de verdichting en de verharding van de zand-asfaltlaag. Tegen den tijd dat de waterdruk beneden zich gaat ontwikkelen is de asfaltlaag koud geworden en het geheel waterdicht.

Ten einde een nog plastischer asfalthuid te verkrijgen is voor het tweede gedeelte van het proefvak de hoeveelheid 1/2 asfalt in het mengsel verminderd, zoodat de verhouding werd verkregen:

1 B.P.M. asfalt	1/2	
4 id. id.	20/30	} alles volumedeelen.
15 zand (droog)		

Het is gebleken, dat dit mengsel inderdaad plastischer is en ook tegen een talud van 45° kan worden aangebracht. Voor gedeelten echter, die aan de lucht bloot gesteld blijven en dus niet door grond worden gesteund, zou ik deze verhouding *niet* willen aanbevelen, omdat daar het gevaar voor afstorten door de inwerking van het zonlicht en door uitwendige beschadigingen grooter is.

Ten einde de dichtheid van het zand-asfaltmengsel nog op te voeren heeft een oppervlaktebehandeling plaats gehad met het mengsel van het harde en het zachte asfalt. Het geheel krijgt dan een glimmend aanzien.

Grondinbrenging.

Zoodra de geasfalteerde kuip geheel gereed is, moet men dadelijk beginnen met het inbrengen van den grond. Het gevaar is n.l. niet denkbeeldig, dat de heele kuip gaat opdrijven, zoodra de waterdruk zich voldoende ver heeft ontwikkeld. Dit dient uiteraard te worden voorkomen.

Tevoren werd reeds uiteengezet hoe men zich de te volgen werkwijze had gedacht. Bij de uitvoering is gebleken, dat aan deze verwachtingen veelszins niet is voldaan.

In de eerste plaats bleek het niet mogelijk den grond te walsen, maar moest tot stampen worden overgegaan. Doordat de grond te zacht en te kleverig was kon de rol niet worden voortbewogen. Ook met de stampers werden moeilijkheden ondervonden. Het bleek n.l., dat de grond tijdens de comprimeering *onvoldoende uitdroogde* en dat de stampers zóó snel aangroeiden, dat werken practisch onmogelijk was. Verreweg de meeste tijd moest worden besteed aan het schoonkrabben, waardoor bovendien nog het gunstige effect van het heen en weer loopen van den stampploeg, waarbij lucht uit den grond wordt geperst, werd gemist. In de wetenschap, dat de ideale comprimeering *niet* werd bereikt, is de grond veel droger ingebracht dan aanvankelijk het plan was. Practische bezwaren hebben hiertoe gedwongen. Gehoopt werd echter, dat nog voldoende dichtheid werd verkregen om aan de inwendig optredende spanningen weerstand te kunnen bieden. Tot nu toe hebben zich nog geen zichtbare wijzigingen in het „keermuurlichaam" voorgedaan.

Alvorens boven- en voorkant van den „muur" definitief af te sluiten, is de grond ingesmeerd met cutback C. De bedoeling hiervan was, den grond te beschermen tegen indringing van regenwater, zonder de doorgaande verdamping uit het grondlichaam tegen te gaan. Met het daarna opbrengen van de zand-asfaltlaag moet men eenigszins voorzichtig zijn, omdat de aanhechting hierop niet zoo goed schijnt te zijn. Er is n.l. een deel hiervan ter plaatse van het voortalud afgeschoven, zoodat herasfalteering moest plaats hebben. Het merkwaardige is echter, dat een paar maanden later eenige keeren het zelfde deel van de asfalteering van het voortalud is afgegleden en dat deze degradatie steeds op het als mislukt beschouwde deel van het proefvak plaats had. Hier kan dus ook het zwellen van den grond bij vochtopname een rol spelen. Zeker is dit echter niet. Veiligheidshalve werd opdracht gegeven de cutback vlak voor de definitieve asfalteering te verwijderen, zoodat de zand-asfaltlaag direct tegen den grond kwam te rusten.

In het tweede stuk van het proefvak is een peilbuis door den bodem van de ontgraven kuip geplaatst, reikende tot boven den „keermuur". Hierin kunnen de waterstanden worden gemeten, die correspondeeren met den grondwaterstroom onder de fundeering. In eenzelfde vlak zijn ook achter den „keermuur" nog eenige buizen ingeslagen. Gedurende een 4-tal maanden (December 1938 — t/m Maart 1939) hebben inmiddels iederen dag peilschaalwaarnemingen plaats gehad. Het is tot nu toe gebleken, dat de waterstanden slechts aan geringe dagelijksche fluctuaties onderhevig zijn. Wel is een moessoninvloed merkbaar. Tegen den bodem staat ongeveer een waterdruk van 1,70 m, terwijl het achterwater practisch tot gelijk met den bovenkant van de constructie stijgt. (Dit is in de stabiliteitsberekening dan ook aangenomen).

Behalve de zooeven genoemde teleurstelling is tot op heden — de bouw had plaats in September-October 1938 — geen degradatie waargenomen, ook niet van het als mislukt beschouwde deel. In het vervolg doet men beter de scherpe hoeken van het „muurprofiel" te vermijden. Er ontstaan daar anders scheurtjes. Ook moet het bovenvlak meer afwaterend worden gelegd. Dit voorkomt plasvorming en grasgroei daarin. En ten slotte vermijde men een te zacht zand-asfaltmengsel voor de aan het zonlicht blootgestelde vlakken, omdat door de groote warmte neiging tot uitzakken bestaat met hiermede gepaard het optreden van scheuren. Dit laatste moet in ieder geval worden vermeden, omdat dan onmiddellijk grasgroei in de spleten ontstaat, die een degradatie sterk in de hand werkt. De verhouding: 1 vol. deel B.P.M. asfalt 1/2
2 vol. deelen B.P.M. asfalt 20/30
9 vol. deelen slibvrij zand (droog)
ware voor deze vlakken dus aan te houden.

Hoe of het asfalt zich echter op den duur houdt en of de inwerking van het zonlicht mogelijk een snelle degradatie in de hand werkt zijn vragen, die alleen in de toekomst zullen kunnen worden beantwoord.

De kosten.

De totale kosten voor het 20,— m lange stuk hebben rond *f* 440,— bedragen. Dit bedrag kan voor de beide 10,— m lange gedeelten worden gesplitst in resp. rond *f* 270,— en *f* 170,—. Hierin is het hoogere toezicht van een opzichter en/of werkbaas *niet* begrepen, wel dat van een mandoer. De eerste helft is door de onbekendheid van het personeel met de meest economische werkwijze en de moeilijkheden ondervonden bij het asfalteeren (wateraandrang), waardoor bijv. de bodem een dubbele laag heeft gekregen, belangrijk duurder geworden dan de tweede helft.

De kosten voor dit laatste stuk kunnen als volgt worden gespecificeerd.

Per m^2 geasfalteerd oppervlak (± 0,02 m dik):

aan asfalt	*f* 0,56
aan loon + toezicht (koelie *f* 0,25)	„ 0,31
aan brandhout	„ 0,08
aan zand	„ 0,03
Totaal	*f* 0,98

Gemiddeld is per m^2 in het tweede stuk verwerkt
2,3 l B.P.M. asfalt 1/2
6,15 l id. id. 20/30
30 l zand (droog)
zoodat de onderlinge verhouding in maatdeelen wordt: 1 : 2,7 : 13. Gestreefd werd naar 1 : 4 : 15. Het verschil is dus nogal groot.

Het stampen van den weder ingebrachten grond heeft *f* 0,375 per m^3 gekost. Dit bedrag is hoog, omdat de grond in zeer dunne lagen is ingebracht. Kan men met een lichte handwals werken, dan zal dit bedrag belangrijk kunnen worden gereduceerd.

Het inbrengen van den grond kostte *f* 0,15 per m^3. De grond is gehaald zoowel van het bovenste deel van het talud als uit het gronddepôt van de uitgegraven specie op ± 15,— m afstand. Ook dit bedrag zal lager kunnen zijn, wanneer met goede grondwerkers kan worden gewerkt.

Ook *de ontgravingskosten* zijn hoog geweest n.l. *f* 63,— per strekking van 10,— m. Hierin zijn begrepen de niet gespecificeerde kleinere bedragen, als die voor het uithoozen e.d. De oorzaak van de duurte moet gezocht worden in de zeer moeilijk verwerkbare specie, die grootendeels beneden den grondwaterstand moest worden verzet en dan tot een brijige massa werd. Ook het graafwerk voor het aanleggen en wederopruimen van dijkjes tot wering van het water is hieronder begrepen.

Slotbeschouwingen.

Voor zoover daar thans over kan worden geoordeeld kan worden gezegd, dat de constructie van het tweede deel is geslaagd. Na de getroffen drainagemaatregelen is de asfalteering vlot verloopen en de kuip waterdicht geworden en heeft de ingebrachte grond een bevredigende dichtheid bereikt.

Nadrukkelijk zij hier nogmaals naar voren gebracht, dat voor een stabilisatie van een leidingtalud de gekozen oplossing te duur is. Er zijn andere methoden, zooals het aanbrengen van een voet van gestapelden steen e.d. die meestal veel goedkooper uitkomen. Van den aanvang af is het echter niet het doel geweest een nieuwe taludstabilisatie-methode op haar waarde te beproeven, maar meer in het algemeen na te gaan of het gebruik van asfalt voor wering van grondwater mogelijk zou zijn, waardoor dan profijt kan worden getrokken van de zeer veel betere bouweigenschappen der luchtdroge kleien in tegenstelling tot de met water verzadigde species. De proefneming heeft voorloopig wel dit resultaat opgeleverd, dat gezegd mag worden, dat de bouw van een waterdichte kuip mogelijk is, mits men behoorlijk draineert.

Deze wetenschap nu opent den weg naar andere toepassingsmogelijkheden.

Hoewel strikt genomen niet gelegen op het gebied der „natte" waterbouwkunde wil ik in dit verband wijzen op hetgeen ir. W. L. van der Vegt heeft gepubliceerd in dit tijdschrift No. 6 — 1938 blz. II 84 2de kolom. Ik citeer hieruit het volgende:

„Voor het geval, dat de bodem uit kleigrond bestaat en geen goed zand tegen redelijken prijs verkrijgbaar is, kan hier een nieuwe constructie aangegeven worden, die zoover mij bekend is, nog niet werd toegepast of omschreven.

Bij deze constructie wordt gebruik gemaakt van een „droge kleiballast". Om deze te verkrijgen wordt bij den aanleg van den weg een waterdichte bodemafsluiting aangebracht, boven den hoogsten voorkomenden waterstand. Hierdoor wordt het capillair opzuigen van grondwater voorkomen.

Tegen het indringen van oppervlaktewater kan men ook den bovenkant en de zijkanten van de aardebaan (bijv. eenige dm onder het oppervlak) van een waterdichte afsluiting voorzien, zoodat een grondlichaam van flinke dikte ontstaat, dat voor water onbereikbaar is en waarvan de hoogte-ligging onafhankelijk van den waterstand kan zijn.

Zorgt men tijdens den aanleg, dat dit opgesloten grondlichaam goed gecomprimeerd en goed droog wordt, dan kan men een zeer draagkrachtige laag verkrijgen, daar de drukvastheid van droge klei bijv. 80 kg per cm^2 kan bedragen."

Het is mij een genoegen op deze aardige constructie te mogen wijzen en ik kan hieraan nog toevoegen, dat ir. v a n d e r V e g t in Batavia een proefvak heeft aangelegd, waarover naar ik meen reeds ± 1½ jaar zwaar verkeer van B.P.M. benzine-auto's heeft plaats gehad, terwijl het oppervlak thans nog zeer vlak is. In dit geval is het dus speciaal een zich ten nutte maken van de hooge drukvastheid van de droge kleisoort.

Een tweede toepassingsmogelijkheid willen we nog noemen.

Hebben we bijv. een zwembak, die beneden het grondwater is gelegen, dan zal de wand, ten tijde dat de bak geheel leeg is, den vollen grondwaterdruk moeten weerstaan.

De op den muur uitgeoefende kracht kan worden gevonden uit het evenwicht van het afglijdende grondprisma, vermeerderd met den vollen waterdruk. Het gewicht G moet namelijk in evenwicht zijn met eerstgenoemde kracht en de kracht werkend in het vlak AB (zie *fig. 7*).

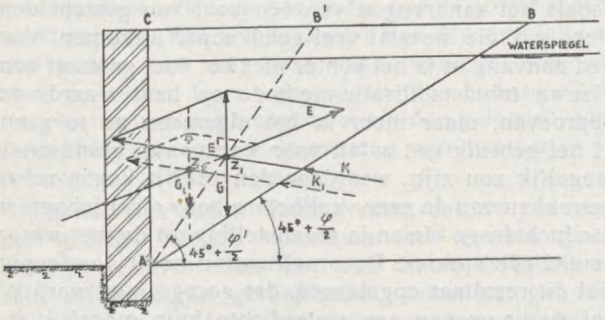


Fig. 7. Keermuur met grond- en waterbelasting.

Brengen we nu in de vlakken AB, BC en AC een waterdichte laag aan en vullen we den driehoek ABC op met drogen kleigrond, dan zal er geen waterdruk meer tegen het metselwerk staan. Doordat de opwaartsche druk op den grond nu is vervallen hebben we wel te rekenen op een hooger s.g., maar in vele gevallen, wanneer de waterdiepte maar eenigszins belangrijk is, zal dit ruimschoots opwegen tegen den vervallen waterdruk en zal dus een vermindering van den druk tegen den muur ontstaan, zoodat deze lichter kan worden geconstrueerd. Het gewicht van het grondprisma moet nu worden opgenomen door den tegendruk dien de muur levert en de krachten werkend in het vlak AB. Deze zijn waterdruk en gronddruk. De waterdruk is bij een bepaalden grondwaterstand steeds constant, dus zal het restant door den grond moeten worden opgenomen.

Evenwel ligt het glijdvlak van droge klei steiler dan van natte klei, dus kan de grootte van het afglijdende grondprisma nog worden gereduceerd en daarmede wordt ook de druk op den muur weder geringer. De kracht, die in het vlak AB moet worden uitgeoefend, is ook kleiner. Blijft ze echter grooter dan den daar werkenden waterdruk, dan beteekent dit slechts, dat deze grond ter plaatse een kracht, zij het ook eventueel een geringe, moet blijven uitoefenen. Het kan echter ook zijn, dat de waterdruk alleen al grooter is dan de voor het evenwicht benoodigde reactie. In dat geval dient men voorzichtig te zijn, omdat dit surplus zijn invloed zal doen gevoelen op de grootte van den gronddruk tegen den muur.

In ieder geval blijkt uit deze summiere behandeling van het vraagstuk, dat het in sommige gevallen mogelijk is den druk op den keermuur te reduceeren en het is een vraagstuk van kosten of het aanbrengen van een waterdichte asfaltlaag de voordeeligste oplossing oplevert. Dat het glijdvlak bij den drogen grond zooveel steiler ligt, is met het oog op de kosten der asfalteering uiteraard gunstig, omdat dan de vlakken AB en BC korter worden.

Hiermede meen ik de behandeling van het eerste proefobject te kunnen besluiten en zal thans overgaan tot het mededeelen van nog enkele ervaringen opgedaan bij het asfalteeren van een in ophooging uitgevoerd leidinggedeelte.

Asfalteering hoofdleiding Tjipadang nabij K. Pdg. V.

Ook dit object behoort tot de assaineeringswerken van de Tjiandjoervlakte. Het betreft hier het eenvoudige geval van het waterdicht maken van een leiding, waardoor lekkages worden voorkomen en waardoor tevens de stabiliteit van het damlichaam belangrijk wordt vergroot. Ter plaatse was n.l. geen schrale grond aanwezig, zoodat met het oog op de kosten wel van kleiachtige grondsoorten gebruik moest worden gemaakt. Wanneer straks permanent water in de leiding zal staan, zal zich in het grondlichaam een gemiddelde verweekingslijn instellen en dit feit levert weder de kans op verpapping van het grondtalud. Stroomt echter het water door een waterdichte kuip dan zal alleen regenwater in het talud kunnen binnendringen en aangezien de neerslag een intermitteerend karakter draagt, zal zich hoogstwaarschijnlijk in de ophooging nimmer een grondwaterstand instellen en dus de veiligheid van het geheel ten zeerste zijn bevorderd.

Het geheele proefstuk, waarvan *fig. 8* een dwarsdoorsnede weergeeft ter plaatse van de kruising met een duiker, heeft een lengte van ± 25 m. De taluds zijn vrij hoog. Dit staat in verband met het feit, dat de leiding ook bandjirwater moet transporteeren. Doordat het geheel boven den grondwaterstand is gelegen kon a priori worden verwacht, dat de uitvoering geen onoverkomelijke bezwaren zou opleveren.

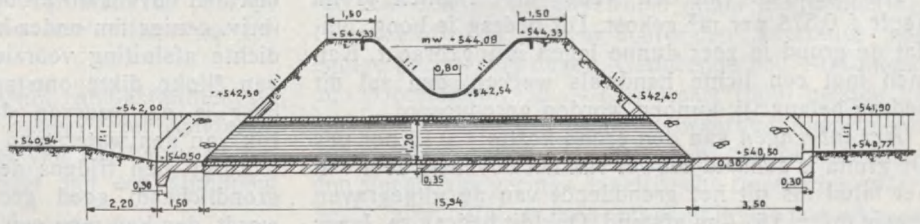


Fig. 8. Dwarsprofiel van het proefstuk in de hoofdleiding Tjipadang, ter plaatse van de kruising met een duiker.

Voor een overzicht van diverse stadia der uitvoering wordt verwezen naar de *foto's* van *plaat II* en bijbehoorende legenda.

Gezien de ervaringen, opgedaan bij het in eerste instantie behandelde geval is hier voor het zandasfaltmengsel gekozen de verhouding:

1 vol. deel B.P.M.-asfalt 1/2
2 vol. deelen B.P.M.-asfalt 20/30
9 vol. deelen slibvrij zand (droog).

We hebben hier te maken met een vrij hoog talud, dat steeds aan de inwerking van zonlicht, lucht en water blijft blootgesteld.

Het proefvak is nog in twee deelen verdeeld. Voor het benedenstrooms gelegen deel is evengenoemde verhouding gekozen, terwijl voor het andere stuk een soort mortelasfalt is gemaakt van de volgende samenstelling:

1 vol. deel B.P.M.-asfalt 1/2
3 vol. deelen B.P.M.-asfalt 20/30
4 vol. deelen tras (meelfijn Nagrek-tras)
16 vol. deelen slibvrij zand (droog).

Begonnen werd met een der beide taluds van het benedenstrooms gelegen deel van de leiding. Vooraf werd het talud van losse gronddeeltjes ontdaan. In overeenstemming met hetgeen voor een soortgelijk geval in Garoet is geschied werd eerst een werkvloertje van ± 1 cm dikte aangebracht. Gewerkt werd in 2 horizontale strooken boven elkaar gelegen. Dit bleek de vlugste en ook de beste werkwijze, omdat dan het asfalt gelegenheid krijgt op te stijven alvorens de hooger gelegen laag erop komt te rusten. De comprimeering van het mengsel geschiedde wederom met de pleisterborden. Met een rol van ± 75 kg (druk ⊥ het talud van 1 : 1 = 50 kg) konden geen goede resultaten worden breikt en wel om de volgende redenen (zie ook het Naschrift):

a. Doordat slechts kleine hoeveelheden zandasfaltmengsel konden worden verwerkt, gaf dit voor de rol een te kleine werkingssfeer. Er kon niet worden gewacht tot een wat grooter vlak met asfalt was belegd, want inmiddels was dan het mengsel reeds te ver afgekoeld om nog een comprimeering mogelijk te maken.

b. Wanneer een koek asfalt wordt gewalst, zullen de randen uitvloeien zonder zich te comprimeeren. Door het zijdelings aankloppen met de pleisterborden is een veel beter resultaat te bereiken.

c. De nogal zware rol gaf, ondanks flink oliën, een sterke aankleving van de aan te brengen specie aan den ijzeren walsmantel. Hierdoor wordt het werken lastig en ondervindt belemmering.

Zoowel boven- als onderzijde van het talud zijn rond afgewerkt. Aan de bovenzijde gaat de bekleeding nog over ± 25 cm horizontaal op de kruin door en wordt dan met een ± 10 cm diep koffertje afgesloten.

Zoodra de eerste laag op dit gedeelte gereed was, is met het aanbrengen van de tweede laag dik ± 2 cm een aanvang gemaakt. Doordat het oppervlak van de eerste laag een wat golvend aanzien had gekregen, is dit met de 2de laag recht getrokken, met het gevolg, dat deze hier en daar veel dikker werd dan aanvankelijk in de bedoeling lag.

Dikten van 5 cm kwamen zelfs voor. Nadat ook deze laag gereed was, vertoonden zich spoedig scheurtjes in het oppervlak. Deze scheurtjes traden slechts in de bovenste laag op. Heel langzaam aan begonnen op verschillende plaatsen schollen af te glijden en ten slotte af te storten. Deze teleurstelling kan aan de volgende oorzaken worden geweten (zie ook het Naschrift):

1°. Bij het nauwkeurig bezien der afgegleden scholgedeelten bleek slechts de bovenste 1 cm gecomprimeerd, de rest was veel losser van samenstelling. Hieruit valt te leeren, dat *wanneer men de asfalthuid met de pleisterborden verdicht, men liefst moet werken in lagen, die niet dikker zijn dan 1 cm.*

2°. Doordat de 2de laag eerst werd aangebracht nadat de eerste laag was verhard ontstond geen goede onderlinge aanhechting. Van het ontstaan van een monoliet was geen sprake. Dit kon ook nog worden geconstateerd bij het maken van een proefstuk van 1,— m in het vierkant, waarin een wapening van kippengaas werd aangebracht. De bedoeling was na te gaan of het mogelijk was afzonderlijke matten van het mengsel te maken, die eventueel na gereedkomst ter bestemder plaatse zouden kunnen worden neergevlijd. Daartoe werd eerst op een houten vondertje een asfaltlaag van ± 1 cm dikte aangebracht. Vervolgens werd hieroverheen het kippengaas gespannen en ten slotte de tweede laag eveneens ± 1 cm dik aangebracht. Tusschen het aanbrengen van de beide lagen verliep een korte tijd, mede door het feit dat even gewacht moest worden op de gereedkomst van nieuw mengsel. Toen na eenige dagen de aldus verkregen plaat werd onderzocht, bleek dat *de lagen onvoldoende aaneengekit waren.*

Mogelijk is hierin nog eenige verbetering te verkrijgen door de eerste laag vlak voor het aanbrengen van de 2de laag te painten met hecht-cutback H. Dit is ook geschied bij de herstelling van de gedegradeerde stukken. In hoeverre dit gunstig heeft gewerkt kon echter niet worden geconstateerd, omdat tevens gewerkt is in dunne lagen van ± 1 cm dikte, waardoor dus een grootere verdichting is bereikt.

Voor het andere benedenstrooms gelegen talud is direct zorgvuldiger te werk gegaan. In de eerste plaats is het grondtalud zoo nauwkeurig mogelijk afgewerkt, opdat niet te dikke asfaltlagen zouden ontstaan. Vervolgens is direct de volle asfalthuid aangebracht, evenwel met dien verstande dat in 2 lagen vlak na elkaar is gewerkt. Hierdoor krijgt men een goede comprimeering en tevens een goede onderlinge aanhechting. Dit talud heeft zich dan ook tot op heden zeer veel beter gehouden. Wel dient men oplettend te zijn, dat de toekangs de aansluitingen goed verzorgen en dat er geen graswortels of anderszins door de asfalthuid blijven steken, want dit kan later onherroepelijk tot degradatie aanleiding geven.

Nadat dit talud gereed gekomen was, is ook de bodem geasfalteerd volgens dezelfde werkmethode.

De kosten en overige cijfers.

Waar eerst bij het tweede talud een veel betere werkmethode werd toegepast, zal ik mij beperken tot

het verstrekken van de cijfers, die op dit gedeelte betrekking hebben. Het werkvolk was als volgt verdeeld:

1 mandoer voor het toezicht op het mengen en verwarmen à *f* 1,— per dag;

2 man voor het maken van het zand-asfaltmengsel à *f* 0,35 per dag. Aangezien hier een halfronde mengbak werd toegepast kon met twee menschen worden volstaan. In de Tjibelenghoofdleiding waren 4 man noodig, omdat daar op een vlakke ijzeren plaat werd gemengd;

2 man voor het aanbrengen van de asfalthuid à *f* 0,40 per dag;

1 helper in de bouwput voor het aangeven van het mengsel à *f* 0,25 per dag;

1 man voor het afkrabben en oliën van de pleisterborden à *f* 0,35 per dag;

2 asfaltsmelters à *f* 0,35 per dag;

6 koelies voor het zeven, wasschen en drogen van het zand, voor het transport van het asfaltmengsel van de mengplaats naar de bouwput en voor het verrichten van overige kleine werkzaamheden, zooals het bijwerken van grondtaluds, enz.

In totaal werd dus per dag *f* 5,30 aan loonen uitgegeven.

Het hier bedoelde taludgedeelte had een oppervlakte van ± 35 m². De laag van ± 3 cm dikte werd aangebracht in 16 werkuren, dus in 2 volle dagen. Het hiervoor *uitgegeven loon* bedraagt dus ruim 2 × *f* 5,30 = *f* 10,60 of rond *f* 12,—. Per m² dus *f 0,34*.

Aan *asfalt* is voor dit gedeelte gebruikt 144 l asfalt 1/2 en 288 l asfalt 20/30. Dit wordt dus per m²

4,1 l B.P.M. asfalt 1/2 en
8,2 l B.P.M. asfalt 20/30.

De kosten hiervan bedragen met inbegrip van transport ongeveer *f* 0,328 + *f* 0,492 = *f 0,82* per m².

Aan *zand* werd verbruikt 1,7 m³ ongezeefd (na zeven is het restant ± 1,3 m³). De kosten hiervan bedroegen 1,7 × *f* 3,— = *f* 5,10 of rond *f 0,14* per m².

Aan *brandhout* werd verstookt ± 2 m³ à *f* 1,50 = = *f* 3,— of per m² *f 0,08*.

Aan *olie* voor de pleisterborden werd uitgegeven ± *f 0,01* per m².

Resumeerende krijgen we dus voor de te asfalteeren laag van ± 0,03 m dikte:

Aan loonen	*f* 0,34
„ asfalt	„ 0,82
„ zand	„ 0,14
„ brandhout	„ 0,08
„ olie	„ 0,01
Totaal	*f* **1,39** per m².

In de begrooting was uitgetrokken een betonlaagbekleeding van 0,08 m. De kosten hiervan zijn te stellen op *f 1,60* per m².

Zou een metselwerkbekleeding zijn aangebracht van 0,25 m dikte in specie 1 P.C.: 5 zand, dan zou dit *f 1,75* per m² hebben gekost.

Men ziet hieruit, dat de prijs van een asfalteering van de zelfde orde van grootte is als die van de andere bekleedingsmethoden en zelfs in dit geval bij deze in gunstigen zin afsteekt.

Asfaltlaag waarin tras is verwerkt.

Voor het bovenstroomsche deel der leiding is de reeds eerdergenoemde mengverhouding toegepast, waarin een zekere hoeveelheid tras is verwerkt. Feitelijk behoorde deze mengverhouding in een laboratorium vooraf te worden bepaald, want de korrelsamenstelling van het te bezigen zand zal hier van belang zijn, omdat het tras o.m. als vulstof werkt. Men zal er naar moeten streven, bij de gegeven materialen een zoo groot mogelijke dichtheid te verkrijgen. Over het algemeen is deze methode voor kleine objecten te omslachtig en is dan ook bij deze proefneming achterwege gelaten. Het gebruikte zand bestond overwegend uit kleine korrels, vandaar dan ook dat meelfijn tras is gebruikt, teneinde nog een zekere spreiding in de korrelgrootte te verkrijgen.

Werkt het tras eenerzijds dus als vulstof anderzijds neemt het gedeeltelijk de functie van het harde asfalt over, n.l. die van het doen opstijven van het mengsel, zoodat aanbrenging tegen een talud mogelijk wordt. Doordat echter het zand vooraf wordt gedroogd en het mengsel op hooge temperatuur wordt gebracht, is er practisch geen water meer aanwezig en zal dus het verhardingsproces slechts onvoldoende en langzaam plaats hebben. Dit verschijnsel neemt men duidelijk waar tijdens de asfalteering, omdat het mengsel rul blijft. In ons geval, met het fijnkorrelige zand, zag het mengsel er als fijn los zand uit. De geringe hoeveelheid asfalt reduceert n.l. de kleefkracht tusschen de deeltjes onderling en men heeft aanvankelijk den indruk, dat op die wijze geen behoorlijke deklaag is te verkrijgen. Een dag na de aanbrenging is de laag echter reeds veel harder geworden en dit proces zet zich uiteraard nog langen tijd voort. In Garoet zag ik een op deze wijze gemaakte leidingbekleeding van reeds eenigen tijd oud, die er zeer hard uitzag. Ik kreeg den indruk, dat de plasticiteit hiervan op den duur minder is dan van het mengsel zonder tras. Heeft men dus een constructie, waarin sterke zettingen zijn te verwachten, dan zou ik daarvoor het traslooze mengsel willen aanbevelen.

Het mengen zoowel als het aanbrengen ging vooral in het begin moeilijker dan bij het eerste proefstuk.

De betrekkelijk geringe hoeveelheid asfalt maakt het mengsel stugger en dat mengt zwaarder. Het aanbrengen is wat lastiger, omdat het mengsel zoo lang blijft „loopen", en de verliezen zijn nogal groot.

De kosten zijn echter iets geringer, zooals hieronder nog nader is uitgewerkt.

Op grond van de ervaringen bij het eerste proefstuk is de ± 3 cm dikke huid in 2 lagen vlak na elkaar aangebracht. Dit heeft geen moeilijkheden opgeleverd. Men krijgt wel den indruk, dat een goede waterdichte afsluiting is verkregen.

De kosten van de mortelasfalt.

De uitgaven voor *loonen* kunnen gelijk gesteld worden aan die voor het zand-asfaltmengsel dus *f 0,34* per m².

Aan *asfalt* werd voor een oppervlakte van 35,25 m² verbruikt 81 l B.P.M.-asfalt 1/2 en 243 l B.P.M.-asfalt 20/30. De kosten hiervan bedroegen 81 × *f* 0,08 + 243 × *f* 0,06 = *f* 21,06, zoodat per m² moest worden uitgegeven ± *f 0,60*.

Per m^2 werd verbruikt 2,3 l asfalt 1/2 en 6,9 l asfalt 20/30.

Aan *zand* is verbruikt 1332 l gezeefd. Ongezeefd was dit *1776 l*, zoodat per m^2 50 l zand werd verwerkt. De kosten hiervan bedroegen *f 0,15* per m^2.

Aan *tras* is verwerkt 333 l wegende 400 kg. De kosten hiervan bedroegen *f* 4,40, zoodat per m^2 werd uitgegeven *f 0,12*.

Aan *olie* was wederom benoodigd een bedrag van *f 0,01*.

Aan *hout* is verbruikt 2 m^3 à *f* 1,50 = *f* 3,— dus per m^2 ± *f 0,09*.

Resumeerende krijgen we dus voor de totale kosten:

Aan	loonen	*f* 0,34
„	asfalt	„ 0,60
„	zand	„ 0,15
„	tras	„ 0,12
„	olie	„ 0,01
„	hout	„ 0,09
	Totaal	**f 1,31** per m^2.

Hieruit blijkt dus, dat de prijs niet veel verschilt van die van het andere mengsel.

Slot.

Het vorige nog eenmaal overziende kunnen we de bereikte resultaten der beide proefobjecten in 't kort als volgt samenvatten:

Het in eerste instantie behandelde geval leert ons, dat het mogelijk is een zand-asfaltlaag aan te brengen onder zeer ongunstige omstandigheden, n.l. beneden den grondwaterstand, en deze laag waterdicht te krijgen, mits men zorg draagt voor een goede drainage tijdens de uitvoering. Het verdient dus aanbeveling in voorkomende gevallen te overwegen of wellicht door toepassing van deze waterdichte lagen economischer oplossingen bij waterbouwkundige constructies zijn te verkrijgen. Hierbij kan de verbetering der bouweigenschappen van kleien en kleiachtige grondsoorten een belangrijke plaats innemen.

Het laatst behandelde geval toont aan, dat het aanbrengen van een mortelasfalt en zand-asfaltmengsels zonder te hooge kosten mogelijk zijn, zoodat in gevallen, waarbij zettingen van den ondergrond zijn te wachten, het overweging verdient deze elastische constructies toe te passen.

Uit beide gevallen blijkt, dat de aanbrenging der beschermende lagen streng toezicht vereischt en in dezen dus, voorloopig althans, ongetwijfeld achter staan bij toepassingen in beton of metselwerk.

Ten slotte blijft nog onzekerheid bestaan omtrent de duurzaamheid der asfaltlagen. De gevolgen van de inwerking van het zonlicht, de mate van blijvende plasticiteit, de weerstand tegen grasgroei door het asfalt heen zijn nog even zoovele onzekere factoren, waaromtrent eerst in de toekomst helderheid zal zijn te verkrijgen.

Naschrift.

Na mijn vertrek uit Soekaboemi bereikten mij nog eenige inlichtingen, die ik hier nog gaarne vermeld. Tot op heden deden zich bij de taludbekleeding, uitgevoerd in mortelasfalt, geen degradaties voor. Het zand-asfaltmengsel blijft echter hier en daar scheurtjes vertoonen, terwijl kleine vlakjes zelfs afstorten, ook op die plaatsen waar de verbeterde comprimeeringsmethode reeds was toegepast. Ir. W. L. van der Vegt hierover sprekend, kreeg ik als zijn meening te hooren, dat bij *te lage temperatuur* was gewerkt. Het mengsel van zand en asfalt dient minstens tot 150° C te worden verwarmd, terwijl in het bovenbehandelde geval slechts 100° C werd bereikt.

In Deli is men voor kort zelfs bij dezelfde mengverhoudingen tot een talud van $1\frac{1}{2}$: 1 gegaan, zonder dat degradaties optraden. Ook het gebruik van een lichte rol leverde daar geen moeilijkheden op.

Het laat zich verstaan, dat deze verschijnselen met elkaar samenhangen. Wanneer men met een veel hoogere temperatuur begint zal men een met de rol bewerkbaar vlak kunnen aanbrengen, zonder dat inmiddels de temperatuur zóóver is gedaald, dat het walsen geen effect meer heeft. Dat de randen daarbij minder goed verdichten is bij een groot oppervlak van veel minder belang. Met de pleisterborden kan bovendien corrigeerend worden opgetreden. Zoo men de asfalteeringsproeven elders wenscht te herhalen zal men goed doen met het bovenstaande rekening te houden. Ook is het dan nog van belang in een laboratorium te laten bepalen bij welke mengverhouding voor de gegeven vullingsmaterialen de grootste dichtheid ontstaat. Doordat de granulatie van zand en ook van tras sterk uiteen kan loopen is dit niet zonder belang.

GEVRAAGD

door Technisch Bureau in Soerabaja

INGENIEUR-VERKOOPER

bekend met Smalspoor.

Spoedige indiensttreding. Brieven met uitvoerige opgave van ervaring onder No. I. 37, Reclamebureau „Kolff", Batavia-C.

VEREENIGING VAN WATERSTAATSINGENIEURS.

Bij den bibliothecaris, ir. G. Meesters, Wenckebachstraat 29, Bandoeng, zijn verkrijgbaar:

Losse nummers van het tijdschrift *De Waterstaats-Ingenieur* ..... *f* 1,50
Grafieken voor hydraulische berekeningen, door ir. J. M. Steevensz ..... *uitverkocht.*
Grafieken, behoorende bij het artikel „Een eenvoudige berekeningswijze voor leidingen en waterloopen" voorkomende in No. *9 — 1931* ..... „ 0,50
Overdrukken van de belangrijkste verschenen artikelen, o.m.
Geologisch overzicht van Java en Madoera, door dr. G. J. N. Hengeveld (*1919 — 11*) ..... „ 1,50
Afvoer van regens, door ir. A. Perelaer (*1917 — 6*) ..... „ 1,—
Bepaling van den afvoer van regens, door ir. J. E. de Meijier ..... „ 1,50
Springstoffen, door H. H. van Wijk (*1921 — 2*) ..... „ 1,—
Bandjirs in de rivieren van Java, door O. J. Herz (*1922 — 12* en *1933 — 1*) ..... „ 0,50
Een nieuwe aftap- tevens meetsluis, door ir. P. de Gruyter (*1926 — 12* en *1927 — 1*) ..... „ 2,—
Pompvergunningen en pompstations, door ir. H. M. Verwey (*1927 — 4*) ..... „ 1,—
De inwendige organisatie van de Vorstenlandsche Waterschappen, door ir. J. Th. Rietveld ..... „ 1,—
De gyroscoop en zijne toepassingen in de techniek, door Prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh (*1927 12*) ..... „ 1,50
De tangentieele buigspanningen in groote drukbuizen, door Prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh en wijlen ir. W. Beyerinck (*1929 — 5*) ..... „ 1,50
Venturimeters voor secundaire aftapsluizen, door ir. A. L. Verwoerd (*1929 — 10*) ..... „ 2,50
Een module venturimeter-inlaatsluis met groot meetbereik, door ir. A. L. Verwoerd (*1930 — 4*) ... „ 1,25
Electriciteit op bouwwerken, door ing. L. A. Schmid (*1930 — 7*) ..... „ 0,50
Gespoelde dammen (hydraulic-fill dams), door ir. S. A. Blok (*1930 — 9*) ..... „ 1,50
Toepassing van de waarschijnlijkheidsleer op hydrol. waarnemingen, door ir. S. H. A. Begemann (*1931 — 1, 2* en *3*) ..... „ 4,—
Het chlooronderzoek in de vlakte van Kedoeng Semat, door ir. F. M. van Veen (*1931 — 6*) ..... „ 1,50
De onvolkomen overlaat, door ir. H. Vlugter (*1932 — 4*) ..... „ 2,—
Een regelbare meetoverlaat als tertiaire aftapsluis, door ir. D. G. Romijn (*1932 — 9*) ..... „ 1,—
Berekening overlaatlengte van reservoirs, door ir. D. H. Arends (*1933 — 6* en *7*) ..... „ 2,—

Van de onderstaande overdrukken zijn nog enkele exemplaren verkrijgbaar, welke tegen *zeer verminderden prijs* worden opgeruimd.

Ir. C. A. E. van Leeuwen. Het huidige vraagstuk der watervoorziening van Batavia en Mr.-Cornelis (*1917 — 3, 4, 7, 12* en *1918 — 1*) ..... *f* 1,—
Ir. J. de Jonge. De Boschexploitatie op de Buitenbezittingen, speciaal die op het eiland Simaloer (*1919 — 7*) ..... „ 0,25
J. M. Beckman. De barometrische hoogtemeting in Indië (*1922 — 6*) ..... „ 0,25
Ir. W. C. D. Haarman. De economische grens van de wielkracht van vrachtauto's (*1922 — 7*) ..... „ 0,25
Ir. Ch. F. van Haeften. Drukbuizen van gewapend beton (*1922 — 7*) ..... „ 0,50
P. H. W. Sitsen. Energie-vernietigers (Kreuter-remmen) (*1922 — 6*) ..... „ 0,25
Dr. ir. W. B. Peteri. De Indische wegen en de mechanische tractie (*1922 — 10*) ..... „ 0,25
H. W. Jonkhoff. Het nieuwe motorreglement in verband met de raillooze tractortrein (*1923 — 8*). „ 0,25
Ir. B. J. K. Cramer. Ontwerp van een slacht- en koelhuis voor de gemeente Batavia (*1923 — 1*). „ 0,50
Ir. P. de Gruyter. Aftap- tevens meetsluizen voor secundaire leidingen (*1925 — 4*) ..... „ 0,75
Ir. J. J. Baggelaar. De plannen van een zeehaven voor Semarang (*1926 — 7*) ..... „ 0,25
Ir. L. J. C. van Es. Stuwdammen (*1928 — 8*) ..... „ 0,50
Ir. F. D. Pigeaud. Schroef- en Kaplanturbines (*1928 — 7*) ..... „ 0,25
Dr. ir. L. J. de Ven. De tijdstudie op het gebied van den civiel-ingenieur in Indië (*1928 — 9*) ..... „ 0,25
Ir. J. F. Graadt van Roggen. Bevloeiingswerken in de Landschappen in Z.-W. Celebes (*1928 — 9*) ..... „ 0,25
Mr. J. Meihuizen. Beschadiging van bevloeiingswerken, enz. en hare berechting (*1929 — 6*) ..... „ 0,25
Ir. W. C. D. Haarman. De ontwikkeling van den trolleybus (*1929 — 6, 7, 8*) ..... „ 0,50
L. A. Schmid. Toepassing electrischen stroom bij werkzaamheden op ijzerconstructies, e.d. (*1930 — 11*) „ 0,25
Richard Baumgartner. Het nieuwe Post- en Telegraafkantoor te Batavia (*1930 — 2*) ..... „ 0,25
Prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh. Berekening der spanningen in den wand van vlak belaste buisleidingen met grooten diameter onder overdruk met behulp der benaderingsformules voor samengestelde knik (*1931 — 7*) ..... „ 1,—
Ir. P. L. E. Happé. Wegbreedte in verband met de tegenwoordige verkeerseischen (*1932 — 5*) ... „ 0,25

Nieuwe uitgave:

Meetsluizen ten behoeve van Irrigatiewerken.
Handleiding voor het ontwerpen en exploiteeren, ten dienste van practici en studeerenden, door ir. D. G. Romijn.
Uitgave van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Ned.-Indië, 1938. ..... *f* 2,—

N.B. Bestellingen voor *deze uitgave* te richten aan bovengenoemd adres; het verschuldigde echter s.v.p. gelijktijdig overmaken aan den *Penningmeester der Vereeniging van Waterstaatsingenieurs* te *Djokjakarta.*

6e JAARGANG
NUMMER 8

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

AUGUSTUS
1939

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.
„DE MIJNINGENIEUR"

INHOUD: Die Mollusken des Pliocäns von Süd-Bantam in Java (VIII, 7e vervolg), door dr. C. H. Oostingh. — Economische mededeelingen. — Personalia.

Die Mollusken des Pliocäns von Süd-Bantam in Java

von

Dr. C. H. OOSTINGH,

Paläontologe beim „Dienst van den Mijnbouw", Bandoeng, Java.

VIII (7. Fortsetzung).

Mit Tafeln XIII — XIV (hierzu auch einige Figuren auf Tafel XII der Lieferung No. 4 — 1939).

Superfamilie **Buccinacea.**

Familie **Fasciolariidae.**

Genus **Latirus** Montfort, 1810.

Genotypus: *Latirus aurantiacus* Montfort (= *gibbulus* (Gmel.)).

Syn.: *Lathyrus* Latreille, 1825.

Sectio **Latirus** Montfort.

131. **Latirus (Latirus) cf. gracilis** (Reeve).

An einer (nicht ergänzt) 12½ mm hohen Schale fehlt der jüngere Gehäuseteil. Erhalten sind der Protokonch und 5 postembryonale Windungen; die jüngste jedoch nur teilweise. Der (konoide) Protokonch besteht aus einem niedrigen Nucleus und 3 (glatten) Windungen. Allein am Schluss kommen einige Querrunzeln vor; diese sind oralwärts konkav gekrümmt. Die Mittelwindungen besitzen eine schwach ausgebildete mediane Kante; der Abschnitt hinter der Kante ist konkav. Die Windungen tragen überall feine eingeritzte Spiralfurchen, die an flache bandförmige Spiralen grenzen. Breitere und schmälere Spiralen alternieren; von den 6 breiteren verläuft die vierte in der medianen Kante. Jede Windung trägt 7 — 8 breite, schräg verlaufende Querrippen; sie sind auf den Vorderabschnitt beschränkt, so dass der konkave hintere Teil der Windungen allein Spiralskulptur besitzt. Die Zwischenräume der Rippen sind ebenso breit bis etwas breiter als letztere. Die 4. und die 5. Hauptspirale bilden auf den Rippen längliche Knötchen. Die Anwachsstreifen sind deutlich entwickelt. Die Spindel trägt 3 deutlich entwickelte Falten.

Insofern die Schale erhalten ist, stimmt sie überein mit Kobelts Beschreibung von *„Turbinella" gracilis* Rve.[129]) und mit den Figuren dieser rezenten Species bei Reeve und Kobelt. Obwohl ihm kein Fundort bekannt ist, meint Kobelt, dass die Art wahrscheinlich an der Westküste von Mittelamerika lebe. Hingegen wird *Latirus gracilis* (Rve.) von Liénard von Mauritius und von Elera von den Philippinen aufgeführt. Die Richtigkeit dieser Angaben wird jedoch von von Martens (*37a*), bzw. von Hidalgo (*21*) angezweifelt. Wie dem auch sei, so kommt es mir jedenfalls wahrscheinlich vor, dass entweder *L. gracilis*, oder eine mit *gracilis* sehr nahe verwandte Species im Indopacificum lebt.

Wegen des Fehlens des jüngeren Gehäuseteiles mache ich die Bestimmung der fraglichen fossilen Schale unter Vorbehalt.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (1).

Sectio **Latirulus** Cossmann, 1889.

Ann. Soc. malacol. d. Belgique, XXIV, 1889; Mém., p. 169.

Vgl. Cossmann, Essais (*5*), IV, p. 43 (*Lathyrulus*).

Typus: *Fusus subaffinis* d'Orb.

---

129) * 1847 *Turbinella gracilis.* Reeve (*68*), IV, Turbinella, Fig. 53.
1874 *Turbinella gracilis* Reeve. Kobelt, Turbinella u. Fasciolaria (*27c*), p. 81, Taf. 19, Fig. 6, 7.
1881 *Latirus gracilis*, Reeve. Tryon, Manual (*85*), III, p. 91, Taf. 68, Fig. 141.

132. **Latirus (Latirulus) craticulatus** (Linné). Taf. XIII, Fig. 221.

1847 *Turbinella craticulata.* Reeve (*68*), IV, Turbinella, Fig. 7.

1907 *Latirus craticulatus* Lin. Schepman, Celebes (*71*), p. 171.

1925 *Latirus craticulatus* (Linné). Oostingh, Obi and Halmahera (*57*), p. 160 (das. weit. Lit.).

Die hierzu gerechnete, 32½ mm hohe Schale ist zwar stark beschädigt, jedoch sind sämtliche Windungen wenigstens teilweise erhalten. Einschliesslich des Protokonches, der konoid ist, sind 10 Windungen vorhanden. Der Gesamtform nach stimmt das Gehäuse mit den spitzeren Individuen des rezenten *Latirus craticulatus* überein. Von *L.* (*Latirulus*) *turritus* (Gmel.) unterscheidet es sich durch den längeren Kanal. In der Skulptur und in den Merkmalen der Mündung ist das Gehäuse nicht wesentlich verschieden von mir vorliegenden rezenten Schalen von *L. craticulatus,* allein sind die Schuppen an der Naht etwas stärker entwickelt. Schepmans Exemplar aus dem Quartär von Kajoeragi scheint sich in ähnlicher Weise von rezenten Individuen zu unterscheiden.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (1, Fig. 221).

Sonst. Vork.: Quartär (Celebes): Kajoeragi bei Menado.

Rezent (auf Riffen, Tiefe 2 — 11 m): Nias, Java, Kleine Soenda-Inseln, Molukken; Salomo-Inseln, Neukaledonien, Ellice-Inseln, Samoa, Cook-Inseln, Philippinen, Maldiven, Rotes Meer, Seychellen, Mauritius, Réunion.

Sectio **Lathyropsis** nov.

Typus: *Latirus* (*Lathyropsis*) *mamillifer* n. sp.

Gehäuse mässig gross, turmförmig; die Spira etwa doppelt so hoch als die Mündung (ohne den Kanal). Protokonch paucispir, globoid, mit seitwärts abgelenktem, niedrigem Nucleus. Postembryonale Windungen gewölbt, mit Querrippen und Spiralreifen verziert; sie tragen ein Nahtband, wo die Anwachsstreifen schuppig sind. Mündung elliptisch, mit hinterer Rinne und kurzem, seitwärts abgelenktem Kanal. Rechter Mundrand im Profil beinahe parallel mit der Gehäuseachse, schwach und breit eingebogen. Palatalleisten scharf ausgebildet. Columella konkav, unmittelbar hinter dem Ansatz des Kanals mit 2 (—3) Falten, die nur wenig schief sind. Innenlippe deutlich begrenzt, hinten mit einer die Hinterrinne begrenzenden Parietalfalte, am Kanal mit einem freien Rande, der eine Nabelritze mehr oder weniger freilässt. Dorsaler Ausschnitt des Kanals nur angedeutet; Siphonalfasciole mässig vorstehend.

Bei der Species, für welche die neue Section errichtet wurde, besteht der Protokonch (Fig. 224), der leicht aus dem Profil der Spira vorragt, aus 1½ Windungen, die — mit Ausnahme einiger leistenartiger Querrunzeln am Schluss — glatt sind. Die Achse der Embryonalwindungen steht auffallend schief zur Gehäuseachse; die jüngste halbe Windung des Protokonches biegt sich jedoch schliesslich so, dass ihre Drehungsachse mit der Gehäuseachse zusammenfällt.

Manche oben aufgeführte Merkmale finden sich ebenfalls bei den zur Section *Latirulus* gerechneten Arten vos *Latirus,* allein ist die Columella bei *Latirulus* nicht konkav. Der Hauptunterschied besteht jedoch im Protokonch. Dieser ist bei *Latirulus,* ebenso wie bei nahezu sämtlichen übrigen Gruppen von *Latirus* konoid und polygyr. Ein ähnlicher Protokonch wie bei meiner neuen Species findet sich in der Verwandtschaft von *Latirus* allein bei der Section *Dolicholatirus* Bellardi [130]). Abgesehen von dem Protokonch ist die neue Art jedoch fast in jeder Hinsicht von *Dolicholatirus* verschieden. Ich schlage deswegen für sie eine neue Section vor. Diese wird am natürlichsten an das Genus *Latirus* angeschlossen (abgesehen davon käme allein noch *Peristernia* in Betracht).

133. **Latirus (Lathyropsis) mamillifer** n. sp. Taf. XIII, Fig. 222—225.

Postembryonale Windungen (maximal 6) etwa doppelt so breit als hoch, ziemlich stark gewölbt und mit zwei Spiralkanten versehen. Drei primäre Spiralen; die erste zwischen dem Nahtband und der hinteren Kante, die zweite und die dritte je in einer Kante verlaufend. Jüngere Windungen mit einer 4. primären Spirale in der Vordersutur, ferner mit sekundären (stellenweise auch tertiären) Spiralen, die sehr viel schwächer bleiben als die primären. Querrippen mässig breit, wellenförmig, per Windung 6 oder 7; in den Schnittpunkten mit den primären Spiralen tragen sie (in der Spiralrichtung verlängerte) Knötchen. Anwachsstreifen dichtgedrängt, fadenförmig bis runzelig, über die Spiralen verschiedener Stärke hinweg verlaufend, dabei auf den primären Spiralen quergestellte Knötchen bildend. Auf dem Nahtband bilden die Anwachsstreifen Schuppen, wodurch es krenuliert erscheint. Schlusswindung auch vor der Nahtlinie mit alternierenden Spiralen dreierlei Stärke verziert. Nicht sehr weit vor der Nahtlinie verwischen die Querrippen, ungefähr dort, wo die Schlusswindung sich rasch in den Kanalabschnitt verschmälert.

Das krenulierte Nahtband und die 3 primären Spiralen kommen bereits am Anfang der 1. Mittelwindung vor. Die erste Spirale ist durchweg

130) Protokonch abgebildet bei Cossmann, Essais (*5*), IV, p. 23, Fig. 12.

schwächer als die zweite und die dritte. Die hintere Kante (wo die 2. Spirale verläuft) ist etwas hinter der Mitte gelegen, die vordere Kante (der die 3. Spirale entspricht) anfangs dicht an der Vordersutur; schliesslich verläuft sie in der Mitte zwischen der hinteren Kante und der Vordersutur. Sekundäre Spiralen schalten sich am Schluss der 2. Mittelwindung ein. Tertiäre Spiralen setzen erst auf der vorletzten Windung ein; sie sind auf einige Interstitien beschränkt. Die allein auf den jüngeren Windungen sichtbare vierte primäre Spirale ist ebenso stark wie die erste. Querrippen mehr oder weniger schief (antecurrent) zur Gehäuseachse, meist durchlaufende Reihen bildend. Anwachsstreifen i.a. parallel mit den Rippen, jedoch hinter der 1. Spirale in allen Fällen deutlich antecurrent. Wo tertiäre Spiralen vorkommen, bilden sie mit den Anwachsfäden ein dichtes Gitter.

Die Schlusswindung trägt vor der (der Nahtlinie entsprechenden) 4. Spirale 6 weitere primäre Spiralen. Vor der 6. Spirale ist die Windung ziemlich plötzlich stark eingeschnürt und gehen die Querrippen in starke Runzeln über. Demzufolge sind auf der 7. und der 8. Spirale Knötchen kaum entwickelt. Die 9. und die 10. primäre Spirale, die auf dem Kanalabschnitt verlaufen, sind breiter als die übrigen und wieder mit deutlichen Knötchen versehen. Die sekundären Spiralen sind hier ebenfalls breiter als gewöhnlich. Auf der Siphonalfasciole verlaufen bloss schmälere Spiralen. Die Aussenlippe trägt 12 Palatalleisten. Die Columella besitzt meistens 2 Falten; allein bei der Schale von Lok. 807 ist weiter hinten eine dritte, schwächere Falte deutlich ausgebildet.

Dimensionen des Holotyps: Höhe 14½ mm, gr. Breite 6⅞ mm, Höhe d. Mündung (mit dem Kanal) 7½ mm; Apikalwinkel ± 45°. Das grösste Exemplar (Fig. 223) ist 17¾ mm hoch und 7¾ mm breit.

Beschreibung nach dem Holotyp und den weiteren Exemplaren von Lok. 2, Tjiidjow; der älteste Gehäuseteil vor allem nach einem Jugendexemplar (Fig. 224).

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (3, Fig. 223, 224, dabei der Holotyp, Fig. 222a, b).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 807 (1, Fig. 225), Lok. 822 (1).

Genus **Peristernia** Mörch, 1852.
Genotypus: *Turbinella nassatula* Lamk.

134. **Peristernia pulchella** (Reeve).
Taf. XIII, Fig. 226.

* 1847 *Turbinella pulchella*. Reeve (*68*), IV, Turbinella, Fig. 65a, b.

1911 *Peristernia pulchella* Reeve. Schepman, Siboga (*72*), p. 298.

Eine spindelförmige, 26¼ mm hohe Schale besitzt 7 postembryonale Windungen. Vom Protokonch, der wahrscheinlich konoid und polygyr war, ist nur eine Windung erhalten. Am Schluss trägt sie einige Querrunzeln. Die postembryonalen Windungen sind mit Querrippen und Spiralreifen verziert. Per Windung anfangs 8, darauf 7 Querrippen. Diese sind breit wellenförmig; sie verlaufen schief zur Achse und bilden stellenweise durchlaufende Reihen. Die Spiralreifen sind von dreierlei Stärke. Von den 4 Hauptspiralen der jüngeren Windungen ist die zweite (von hinten gerechnet) anfangs schwächer als die übrigen. Anwachsstreifen dichtgedrängt, nahe der Hintersutur schwach schuppig. Aussenlippe mit 11 Palatalleisten. 3 Spindelfalten. Die Innenlippe lässt eine Nabelritze frei.

Insofern Reeves Figuren Einzelheiten erkennen lassen, sind keine wesentliche Unterschiede mit *P. pulchella* nachzuweisen [131]).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 1110 (1, Fig. 226).

Sonst. Vork.: Rezent (Sandgrund, Tiefe 18—34 m): Talaud-Inseln; Karachi, Oman in Arabien (*53*).

Genus **Clavilithes** Swainson, 1840.

Schlüssel zu den Species von *Clavilithes* aus Süd-Bantam.

Spira mässig stumpf; ältere Mittelwindungen nahezu flach ..... *Cl. verbeeki*

Spira spitz; ältere Mittelwindungen gewölbt ..... *Cl. tjaringinensis*

135. **Clavilithes verbeeki** (K. Martin).
Taf. XII, Fig. 217, 218.

* 1895 *Fusus (Clavella) Verbeeki* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 85, Taf. XII, Fig. 188, 188a, 188*, 189—192, 192a; Taf. XIII, Fig. 193—198.

1932 *Clavilithes verbeeki* Mart. Haanstra & Spiker, Benkoelen u. Palembang (*19*), p. 1314, 1319.

1935 *Clavilithes verbeeki* Martin var. *acutangula* var. nov. Wanner & Hahn, Rembang (*93*), p. 248, Taf. 18, Fig. 5—7.

1935 *Clavilithes verbeeki* (K. Martin). Oostingh, Boemiajoe (*63*), p. 88 (das. weit. Lit.).

Gehäuse von Tjikeusik und vom Tjimantjeuri lagen schon der Originalbeschreibung mit zu Grunde; sie wurden in Martins Figuren 197 und 198, bzw. 196 abgebildet. In Bezug auf den Apikalwinkel, die Skulptur und die Wölbung der Mittelwindungen schliessen die jetzt vorliegenden Stücke sich i.a. an die genannten Figuren an und einige, mit regelmässig gewölbter Schlusswindung, sind der Fig. 197 überhaupt sehr ähnlich. Bei der Mehrzahl der Gehäuse ist die Schlusswindung jedoch hinten stark aufgebläht und mit einer Schulterkante versehen, ungefähr wie sie bei den von Martin Fig. 188 und 194 abgebildeten Stücken von Tjiodeng vorkommt (Fig. 218). Selten findet sich jedoch bei den Schalen aus Süd-Bantam eine so stumpfe Spira wie in Fig. 188.

Der Kanalabschnitt zeigt durchweg die für *Clavilithes verbeeki* charakteristische Ausbildung; niemals ist er so lang und so gerade wie bei *Cl. tjidamarensis* (Mart.).

131) Von Martins (*41*) *Peristernia bandongensis*, wozu ich die fragliche Schale ursprünglich rechnete ((*26*), p. 35), unterscheidet sie sich allein schon in der Gesamtform.

Der Protokonch ist in einigen Fällen bewahrt. Insofern er erhalten ist, stimmt er überein mit dem von Wanner & Hahn abgebildeten von „var. *acutangula*"; auch entspricht er der Beschreibung bei Haanstra & Spiker.

Die „Varietät" *acutangula*, die von Wanner & Hahn aus den Rembangschichten beschrieben wird, unterscheide sich nach ihren Autoren von dem typischen *Cl. verbeeki* durch den kleineren Apikalwinkel (36—49° anstatt 51—68° bei der typischen Ausbildung). Bei 40 Individuen von *Cl. verbeeki* von Lok. 9, Tjikeusik variiert der Apikalwinkel jedoch von 42—60° (bei sieben Achtel der Stücke von 45—57°), mit einem Maximum bei 49°. Schalen mit einem Apikalwinkel von 43—45° sind ferner im Pliocän von Nord-Atjeh nicht selten und an einer atjehschen Schale wurde sogar 37° gemessen. Stücke, die der Fig. 6 bei Wanner & Hahn entsprechen, sind überhaupt im Pliocän nicht ungewöhnlich; nur das Fig. 5 abgebildete Exemplar ist extrem spitz. Unter diesen Umständen erscheint die Abtrennung einer „var. *acutangula*" recht künstlich. Jedenfalls ist sie ohne stratigraphische Bedeutung.

Tjikeusikterrain: Lok. 1, Tjipaäs-Tjisempoer (4), Lok. 7, Tjikeusik (7, Fig. 217), Lok. 8, Tjikeusik (5), Lok. 9, Tjikeusik (43, Fig. 218), Lok. 11, Tjikeusik (8).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 733, Tjimantjeuri (1).

Sonst. Vork.: Altmiocän (Java): G. Boetak und Soemberan in Rembang; Jungmiocän (Java): Njalindoeng, Tjilanang, Tjikao bei Poerwakarta (Tjidadapschichten) [132]), Palaboehanratoe, Tjidjarian bei Tjiodeng und Tjigadoeng bei kampong Tjibeureum (Mus. Band.) im West-Preanger; Pliocän (Java): Becken von Bentarsari [133]) und am Tjipamali (Tapakschichten), Cheribonien im Becken von Bentarsari [134]), im Boemiajoegebiet und bei Pangkah, K. Gintoenggebiet in Banjoemas [135]), Sondé, K. Drenges bei Bareng in Süd-Rembang; Jungpliocän (oder Altquartär?) (Java): nördl. v. Modjokerto. Jungmiocän (Sumatra): A. Abab — A. Penoekal; Pliocän (Sumatra): westl. Halbinsel von Süd-Sumatra, Gegend von Seloema zwischen Mana und Benkoelen (Mus. Band.), Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe, Tuffkonglomerat-Stufe, Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe). Pliocän: Timor. — Miocän (Philippinen): Luzon. Jungneogen (Mekranschichten): Belutschistan (Talar-Stufe).

136. **Clavilithes tjaringinensis** (K. Martin).

* 1895 *Fusus (Clavella) tjaringinensis* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 87, Taf. XIII, Fig. 201, 201a.

Bislang nur von Tjikeusik bekannt. Neue Funde liegen nicht vor.

132) Vgl. „Toelichting bij blad 30 (Poerwakarta) der Geol. kaart v. Java", p. 15.

133) Vgl. „Toelichting bij blad 54 (Madjenang) der Geol. kaart v. Java", p. 25.

134) Vgl. „Toelichting bij blad 54 (Madjenang)", p. 28.

135) Vgl. „Toelichting bij blad 66 (Karangkobar) der Geol. kaart v. Java", p. 19.

Tjikeusikterrain: Tjikeusik (2, Samml. Verbeek).

Genus **Fusinus** Rafinesque, 1815.

Syn.: *Fusus* (Bruguière, 1789) Lamarck, 1799, non Helbling, 1779.

Vgl. Woodring, Miocene Bowden, Jamaica (*98*), II, p. 256.

Sectio **Fusinus** Rafinesque.

Schlüssel zu den Species von *Fusinus* aus Süd-Bantam.

Windungen regelmässig gewölbt (ohne Kante); Sutur vertieft ..... *F.* (*F.*) *menengtenganus*

(Jüngere) Windungen mit stark ausgeprägter Kante; Sutur angedrückt ..... *F.* (*F.*) *verrucosus idjowensis*

137. **Fusinus (Fusinus) menengtenganus** (K. Martin).

Taf. XII, Fig. 219, 220; Taf. XIII, Fig. 227—230.

* 1895 *Fusus* (*s. str.*) *menengtenganus* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 84, Taf. XII, Fig. 187, 187a, b.

1928 *Fusus menengtenganus* K. Mart. Martin, Atjeh (*50*), p. 10, 26.

Non *Fusus menengtenganus* [non] Mart. van Es (*16a*), p. 57, 94.

Stücke in verschiedenen Altersstufen aus dem Tjikeusikterrain machen eine neue Beschreibung dieser Art erforderlich. Aus einer Vergleichung der vorliegenden Schalen geht nämlich deutlich hervor, dass das einzige bis jetzt beschriebene Gehäuse ein Jugendexemplar ist.

Gehäuse sehr gross, schlank spindelförmig, mit hoher, getürmter Spira und langem, schlankem Kanalabschnitt; mit Querrippen und Spiralreifen verziert. Spira kürzer als die Mündung mit dem Kanal, im Profil leicht konkav; der Gehäusewinkel somit mit wachsender Spira grösser werdend (anfangs 18—20°, schliesslich ± 32°). Protokonch (Fig. 220) konoid; sein älterer, glatter Teil globulos, sein jüngerer, mit dichtgestellten Querleistchen versehener Teil hoch konoid. Die Grenze zwischen den zwei Teilen diagonal verlaufend (retrocurrent). Der ältere Teil besteht aus einem niedrigen Nucleus und 1½ Windungen, der jüngere ebenfalls aus 1½ Windungen. An der Grenze gegen die Mittelwindungen 1—2 leicht antecurrente Querwülste. Postembryonale Windungen maximal über 12, stark gewölbt und durch eine scharf ausgeprägte Sutur geschieden, mit wachsendem Gewinde verhältnismässig breiter werdend. Die Windungen fast durchweg gleichmässig gewölbt, allein hart an der Hintersutur schliesslich schwach konkav. Ältere Mittelwindungen durchweg mit 6 starken Querrippen, die durchlaufende Reihen bilden, welche entweder der Achse parallel, oder leicht schraubenförmig verlaufen. Jüngere Windungen i.a. ohne Querrippen; in Ausnahmefällen (Fig. 228) tragen sie (bis zu 8 oder mehr) Rippen. Die Mittelwindungen tragen von Anfang an scharfgeschnittene Spiralreifen, die auf den Querrippen verdickt sind. Die Anzahl der primären Spiralen, die auf der 1. Mittelwindung 4 beträgt, nimmt durch das Herabsteigen der Sutur bis auf der 6. Mittelwindung

allmählich zu; die vierte Mittelwindung trägt nämlich 6, die sechste und die folgenden Windungen 7 primäre Spiralen. Sekundäre Spiralen setzen ab der 4. Mittelwindung ein; sie werden schliesslich den primären ungefähr gleich. Meistens kommen auch tertiäre Spiralen und noch feinere Spiralfäden vor. Ferner finden sich sehr feine Anwachsleistchen vor; sie sind am deutlichsten nahe der Hintersutur. Schlusswindung und Kanalabschnitt der Skulptur nach nicht von den jüngeren Mittelwindungen verschieden. Mündung breit oval; der Kanal lang und eng, gerade bis schwach gekrümmt, gegen das Ende zu leicht abgebogen. Aussenlippe mit zahlreichen (19—24) Palatalleisten. Columella leicht konkav. Innenlippe mit Querrunzeln versehen, scharf begrenzt, am Kanal mehr oder weniger frei abstehend.

Das grösste vollständige Gehäuse aus dem Tjikeusikterrain (Fig. 227), das 112 mm hoch ist, besitzt $11\frac{1}{2}$ postembryonale Windungen. Aus den Dimensionen eines isolierten Kanalabschnittes (Fig. 229) lässt sich auf eine Schale von 138 mm Höhe mit über 12 postembryonalen Windungen schliessen.

Die bei van Es l. c. als *F. menengtenganus* aufgeführten Schalen aus dem Pliocän von Sangiran und von Bareng sind zwar der genannten Species ähnlich, jedoch sind sie sicher nicht damit identisch. Der Protokonch ist nämlich sehr verschieden (viel breiter und aus insgesamt nur 2 Windungen bestehend, davon $1\frac{1}{4}$ glatt) und die Mittelwindungen, die etwas weniger stark gewölbt sind, tragen von Anfang an 7 primäre Spiralen.

Tjikeusikterrain: Lok. 3, Tjitoendoen (1), Lok. 6, Tjikarakal (7, Fig. 220, 227—229), Lok. 7, Tjikeusik (2 juv.), Lok. 9, Tjikeusik (9), Lok. 10, Tjikeusik (7, Fig. 219).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Waled (Menengteng-Schlucht). Pliocän (Sumatra): Gegend von Bintoehan in Benkoelen (Mus. Band.), Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe [136]).

138. **Fusinus (Fusinus) verrucosus idjowensis** n. subsp.

Taf. XIII, Fig. 231.

Von *F. verrucosus* (Gmelin) verschieden durch den annähernd vertikalen, durch eine seichte Furche begrenzten Nahtsaum.

Eine sehr grosse, ergänzt etwa 135 mm hohe Schale vom Tjiidjow (Fig. 231) ist i.a. gut erhalten, allein sind der rechte Mundrand und das Vorderende des Kanalabschnittes abgebrochen. Der älteste Gehäuseteil wurde bereits beim lebenden Tiere abgestossen. Das Lumen der Schale ist nämlich hinten durch ein konvexes Septum abgeschlossen. Das Gehäuse ist schlank spindelförmig, mit getürmter Spira und mässig langem Kanalabschnitt. $4\frac{1}{2}$ Windungen sind erhalten. Sie werden durch eine leicht angedrückte Sutur geschieden. Etwas hinter der Mitte besitzen sie eine i.a. stark ausgeprägte Kante; letztere ist allein auf der ältesten erhaltenen Windung weniger ausgesprochen. Die Mittelwindungen tragen Querrippen, die in der Mitte und vorne stark sind, hinten jedoch bald verwischen. Die Schlusswindung trägt anstatt Rippen lediglich Knoten, die auf die Kante beschränkt sind. Per Windung anfangs 9 und auf der vorletzten 11 Rippen; die Schlusswindung besitzt 15 Knoten. Abgesehen von dem Nahtsaum, wo allein Spiralfäden vorkommen, verlaufen überall Spiralreifen dreierlei Stärke. Anwachsstreifen dichtgestellt und runzelartig, am deutlichsten und stellenweise schwach blättrig auf dem Nahtsaum. Auf der Schlusswindung dicht vor der Nahtlinie eine nur angedeutete zweite Kante. Vor dieser Kante verjüngt sich die Windung ziemlich rasch in den Kanalabschnitt. Letzterer ist vorne mässig stark abgebogen. Auf der Stirn und auf dem Kanalabschnitt sind die Interstitien zwischen den primären Spiralen sehr breit. Palatalleisten zahlreich (etwa 40) und dichtgestellt; manche setzen erst nahe dem Mundrand ein. Innenlippe mit vielen flachen Runzeln und Knötchen.

Ein kleineres, unvollständiges Gehäuse vom Tjidjadjar besteht aus nicht ganz 3 Windungen. Sie stimmen mit den älteren der Schale vom Tjiidjow überein. Es sind bloss 17 Palatalleisten vorhanden.

Die beschriebene Form steht mehreren rezenten Species von *Fusinus* nahe, vor allem *Fusinus verrucosus* (Gmelin), der u.a. im Roten Meer vorkommt, und den zwei japanischen Species *F. nodosoplicatus* (Dunker) [137]) und *F. perplexus* (A. Adams) [138]). Es

136) Martins Angabe des Vorkommens in der Rotalia-Stufe bezieht sich auf ein nicht sicher bestimmbares Bruchstück.

137) *Fusus nodoso-plicatus* Dkr. Dunker, Novitates, Moll. mar. (*14b*), p. 99, Taf. XXXIII, Fig. 3, 4; Lischke, Japan. Meeresconch. (*35*), II, p. 27, Taf. III, Fig. 6; Kobelt, Pyrula u. Fusus (*25*), p. 190, Taf. 61, Fig. 1, 2; Grabau, Phylogeny Fusus (*17a*), p. 32, Taf. III, Fig. 5, 10; Tokunaga, Fossils fr. the env. of Tokyo (Journ. Coll. Sci. University Tokyo, XXI, 2), p. 5, Taf. I, Fig. 5; Yokoyama, Upper Musashino Tokyo (*102*), p. 412, Taf. XLVI, Fig. 14.

Fusinus nodosoplicatus (Dunker). Nomura, Tert. and quart. Moll. Taiwan (*54*), II, p. 142, Taf. VIII, Fig. 9.

Die Art findet sich im Pliocän von Formosa und im Altquartär (Ober-Musashino) von Zentraljapan. In der rezenten Fauna kommt sie vor von den Riukiu-Inseln bis zu Zentraljapan.

138) *Fusus perplexus.* A. Adams in Journ. Linn. Soc.; Zoology, VII (1864), p. 106; Kobelt, Pyrula u. Fusus (*25*), p. 195, Taf. 63, Fig. 2, 3; Tokunaga, Fossils fr. the env. of Tokyo (Journ. Coll. Sci. University Tokyo, XXI, 2), p. 6, Taf. I, Fig. 6; Yokoyama, Miura Peninsula (*100*), p. 50, Taf. II, Fig. 17.

Fusus inconstans. Lischke, Japan. Meeresconch. (*35*), I, p. 34, Taf. II, Fig. 1—6; II, p. 26, Taf. III, Fig. 1—5.

Fusinus perplexus (A. Adams). Otuka, Oti Graben (*63a*), 3, p. 872, Taf. LIV, Fig. 81.

F. perplexus findet sich im Pliocän und im Altquartär (Ober-Musashino) von Japan; rezent kommt er vor in Süd- und Nordjapan.

Zur Vergleichung mit der fraglichen Schale aus Süd-Bantam kommt besonders die „var." *nagasakii* Grabau ((*17a*), p. 33) in Betracht, wo ein starker Kiel vorkommt. Sie ist gegründet auf Lischke l.c., Taf. II, Fig. 1, 2. Von Sh. Hirase, der sie unter dem Namen „*Fusinus perplexus nagasaki* (Grabau)" abbildet (A collection of Japanese shells, 5th ed., Taf. 100, Fig. 8), wird sie offenbar als Subspecies aufgefasst.

ist nicht leicht zu entscheiden, welcher der genannten Arten die fossile Form am nächsten steht. Zwar kommt bei den Species aus Japan in manchen Fällen eine angedrückte Naht vor und mitunter sogar ein angedeuteter Nahtsaum [139]) und ist hingegen bei *F. verrucosus* die Sutur, wie es scheint, durchweg vertieft, jedoch ist der bei dieser Gruppe offenbar stark wechselnden Ausbildung der Naht meiner Meinung nach weniger Wert beizulegen als der allgemeinen Skulptur. Nach letzterer steht die Schale aus Bantam *F. verrucosus* entschieden näher als den japanischen Species. Vor allem liegen die primären Spiralen auf der Stirn und auf dem Kanalabschnitt sowohl bei *verrucosus* als bei der fraglichen Schale weit auseinander, bei *nodosoplicatus* und *perplexus* hingegen sind sie ziemlich dichtgedrängt. Ferner stimmt meine Schale in der Form des Kanalabschnittes mit *verrucosus* genau überein; *F. nodosoplicatus* besitzt meistens einen längeren Kanal. Die fossile Form aus Java erscheint somit sehr nahe verwandt mit *Fusinus verrucosus* (Gmel.) [140]). Da der Unterschied mit letzterem, angesichts der starken Variabilität bei verwandten Arten von *Fusinus*, m. E. nicht zur Aufstellung einer neuen Species genügt, fasse ich die fragliche Form als eine Subspecies von *verrucosus* auf.

Dimensionen des Holotyps vom Tjiidjow: Höhe (nicht ergänzt) 118 mm, gr. Breite 44½ mm.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (1, der Holotyp, Fig. 231).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Cheribonien vom Tjidjadjar.

Familie **Melongenidae (= Galeodidae).**

Genus **Pugilina** Schumacher, 1817.
Genotypus: *Fusus morio* (L.).

Subgenus **Hemifusus** Swainson, 1840.
Genotypus: *Fusus colosseus* Lamk.
Syn.: *Semifusus* Agassiz, 1847.

Die Auffassung Thieles (*83*), der die Gruppen *Pugilina* und *„Semifusus"* in einem Genus vereinigt, erscheint auch auf Grund der Merkmale der Schale vollkommen berechtigt. Allein soll das Genus nicht *Semifusus* oder *Hemifusus*, sondern *Pugiiina* heissen.

139. **Pugilina (Hemifusus) ternatana** (Gmelin).
1935 *Hemifusus (Hemifusus) ternatanus* (Gmelin). Oostingh, Boemiajoe (*63*), p. 86 (das. weit. Lit.).

Eine jugendliche, nur 23 mm hohe Schale weicht von Jugendexemplaren der rezenten *P. (Hemifusus) ternatana* nicht im geringsten ab. Ebenso wie bei letzterer besteht der (globoide) Protokonch aus einem verhältnismässig grossen Nucleus und einer Windung, die feine Querstreifen trägt. Die Grenze gegen die Mittelwindungen wird gebildet von einer feinen Leiste, die nahezu geradlinig und parallel mit der Achse verläuft.

Tjimantjeuriterrain: Lok. 727 (1).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Untergrund von Batavia, Cheribonien vom Tjidjoerej und im Boemiajoegebiet; Holocän (Java): Gegend von Grissee. Quartär (Celebes): Kajoeragi bei Menado. — Pliocän und Altquartär (Ober-Musashino): Japan.

Rezent (Schlammgrund, Tiefe bis zu 36 m): Banka, Java, Ternate; Philippinen, Japan, Singapore, Burma.

Familie **Buccinidae.**

Genus **Siphonalia** A. Adams, 1863.
Genotypus: *S. cassidariaeformis* (Reeve).

Subgenus **Siphonalia** A. Adams.

140. **Siphonalia (Siphonalia) tjibaliungensis** K. Martin.

Taf. XIV, Fig. 237.

* 1895 *Siphonalia tjibaliungensis* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 96, Taf. XVI, Fig. 218, 218a.

---

139) An dem Bruchstück, das von Yokoyama (*100*) Fig. 17 als *F. perplexus* abgebildet wird, scheint sogar ein wohlausgebildeter Nahtsaum vorzukommen. Im übrigen stimmt es nicht mit der Schale aus Bantam überein, abgesehen davon, dass wegen der Unvollständigkeit des Stückes sich über manche Einzelheiten nicht urteilen lässt.

140) * 1791 *Murex verrucosus*. Gmelin, Systema Naturae, ed. XIII, p. 3557 (gegründet auf Chemnitz, Conch.-Cab., IV, Fig. 1349, 1350).
1828 *Murex verrucosus*. Wood, Index test., 2nd ed., p. 126, Taf. 26, Fig. 77.
1847 *Fusus marmoratus* (pars). Reeve (*68*), IV, Fusus, Fig. 2.
1875 *Fusus tuberculatus*, Chemnitz. Tapparone Canefri, Muricidi Mar Rosso (*80*), p. 625.
1880 *Fusus verrucosus* Wood sp. (pars). Kobelt, Pyrula u. Fusus (*25*), p. 187, Taf. 60, Fig. 1, 2, 4, 5.
1885 *Fusus verrucosus*, Gmelin. Watson, Challenger Gasterop. (*93a*), p. 193.
1904 *Fusus marmoratus* [non?] Philippi. Grabau, Phylogeny Fusus (*17a*), p. 68.

Die rezente Species wird, abgesehen von dem Roten Meer, auch angegeben aus Nordaustralien. Eine sehr nahe verwandte Art, die in Brasilien lebt, wurde von einigen Autoren mit der Species aus dem Roten Meer vereinigt. Die hierdurch hervorgerufene Verwirrung in der Synonymie erscheint noch unvollständig geklärt. So wird die Species aus dem Roten Meer von manchen neueren Autoren *Fusus marmoratus* Phil. genannt, obwohl nach Boog Watson l.c. dieser Name der amerikanischen Art zukommt (Philippi (*64a*) beschrieb als *F. marmoratus* eine Schale unbekannten Fundortes). In Abweichung von Boog Watson (dessen eingehende Bemerkungen jedoch nicht genannt werden) bezeichnet Grabau l.c. die amerikanische Art mit dem neuen Namen *Fusus brasiliensis* und nennt er die Species aus dem Roten Meer *F. marmoratus* Phil.
Boog Watson rechnet nicht nur Philippis *F. marmoratus* zu der brasilianischen Art, sondern auch die drei Gehäuse, die Reeve Fig. 1a, 1b und 2 als *marmoratus* abbildet. Die Fig. 2 abgebildete Schale weicht jedoch so sehr von den übrigen ab, dass ich sie auf Grund der von Boog Watson selbst angegebenen Merkmale eher zu *verrucosus* rechnen möchte. Von den in der Synonymie von *verrucosus* zitierten Figuren ist gerade die Fig. 2 bei Reeve meiner fossilen Schale am meisten ähnlich.

Von dieser bislang allein von Tjikeusik und nur in einem Exemplar bekannten Art liegt von dort ein zweites Stück vor. Das Gehäuse ist unvollständig erhalten. Zu Bemerkungen gibt es keinen Anlass.

Tjikeusikterrain: Lok. 11, Tjikeusik (1, Fig. 237).

Subgenus **Pseudoneptunea** Kobelt, 1882.
Genotypus: *Fusus varicosus* [Anton] Kiener.

Schlüssel zu den Species von *Pseudoneptunea* aus Süd-Bantam.

Schlusswindung an der Grenze gegen den (kurzen) Kanalabschnitt plötzlich zusammengeschnürt; Querrippen auf den 3 älteren Mittelwindungen kaum stärker als die Spiralreifen ..... *S. (Ps.) bantamensis*

Schlusswindung allmählich in den (mässig langen) Kanalabschnitt verjüngt; Querrippen auf den 3 älteren Mittelwindungen deutlich stärker als die Spiralreifen ..... *S. (Ps.) praevia*

141. **Siphonalia (Pseudoneptunea) praevia n. sp.**

Taf. XIII, Fig. 232—235.

Von *Siphonalia varicosa* (Anton) verschieden in der Ausbildung der $3\frac{1}{2}$ älteren Mittelwindungen. Diese nehmen nahezu regelmässig und mit gleichem Apikalwinkel wie die jüngeren in die Breite zu, so dass sie eine annähernd konische Spitze bilden, die dem allgemeinen Profil der Spira entspricht; der Skulptur nach weichen sie von den jüngeren Windungen nicht wesentlich ab (bei *varicosa* besteht der entsprechende Abschnitt aus 3 Windungen; er ist abgestumpft konisch, der Apikalwinkel schliesslich etwas kleiner als bei den jüngeren Windungen, und unterscheidet sich von letzteren auffallend in der Skulptur).

Der Protokonch, der niedrig ist und aus einem winzigen Nucleus und einer glatten Windung besteht, ist ebenso ausgebildet wie bei *S. varicosa*. Postembryonale Windungen maximal 6. Die älteren tragen 3 Spiralen; mitunter ist in der Vordersutur eine vierte sichtbar. Ein schmaler Nahtsaum ist auf sämtlichen postembryonalen Windungen vorhanden (bei *varicosa* ist er auf den älteren Mittelwindungen nicht oder kaum ausgebildet). Querrippen durchweg hoch, mässig breit und zugerundet, auf der 1. Mittelwindung 10, darauf per Windung 8 — 9. Die jüngeren Windungen unterscheiden sich von den älteren der Skulptur nach lediglich durch das Hinzukommen von sekundären, schliesslich auch von tertiären Spiralen. Ungefähr 9 Palatalleisten; sie fehlen auf dem hinteren Teil des Gaumens.

Die beschriebenen Gehäuse [141]) stehen zwar der *Siphonalia varicosa* sehr nahe, jedoch sind die Unterschiede recht charakteristisch und konstant. Bei dem mir zur Verfügung stehenden Material der rezenten *S. varicosa* (einer grösseren Serie von Pangkalpinang auf Banka und einem Jugendexemplar von Mampawah in West-Borneo) kommen auf dem abweichenden älteren Gehäuseteil per Windung durchweg 14 — 15 Querrippen vor. Letztere sind leistenförmig und kaum stärker als die drei primären Spiralen, womit sie ein regelmässiges Gitter mit rechteckigen Maschen bilden. Etwa am Anfang der 4. Mittelwindung werden die Querrippen plötzlich breiter und höher, per Windung kommen von hier ab 8 — 9 Rippen vor und der Apikalwinkel wird ein wenig grösser [142]).

Siphonalia praevia hält gewissermassen die Mitte zwischen der rezenten *S. varicosa* und der jungmiocänen *Siphonalia (Pseudoneptunea) njalindungensis* Mart. [143]). Letztere besitzt zwei Embryonalwindungen und der Apex ist noch spitzer als bei *praevia*. Möglich wird sich nach Untersuchung eines grösseren Materials ergeben, dass die drei genannten Formen eine phylogenetische Reihe bilden. In diesem Falle wären sie als Subspecies von *S. varicosa* sensu lato aufzufassen. Nahe verwandt mit *S. praevia* ist ferner die ebenfalls im Pliocän vorkommende *S. bantamensis* Mart., die sich u.a. durch schmälere und niedrigere Querrippen unterscheidet.

Dimensionen des Holotyps: Höhe (nicht ergänzt) 18 mm, gr. Breite 10 mm; Apikalwinkel $\pm 49°$. Eine Schale von Lok. 807 (Fig. 233), wo mindestens die ganze Schlusswindung fehlt, ist $21\frac{1}{2}$ mm hoch (ursprünglich wohl nicht unter 27 mm). Die Art wird somit viel grösser als der Holotyp.

Beschreibung nach dem Holotyp von Lok. 1013, Tjikoempaj (Fig. 232a, b), hinsichtlich der Merkmale des ältesten Gehäuseteiles ergänzt durch ein Exemplar von Lok. 815 (Fig. 234).

Tjikeusikterrain: Lok. 18, Bolang-Malingping (1).
Tjimantjeuriterrain: Lok. 807 (2, Fig. 233), Lok. 815 (1, Fig. 234), Lok. 838 (1), Lok. 980 (1, Fig. 235), Lok. 1013 (1, der Holotyp, Fig. 232a, b).

142. **Siphonalia (Pseudoneptunea) bantamensis** K. Martin.

Taf. XIII, Fig. 236.

* 1895 *Siphonalia bantamensis* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 97, Taf. XVI, Fig. 218bis, 218bis a, b.

141) In „Toelichting blad Bajah" (*26*), p. 35 als „*Siphonalia (Pseudoneptunea) varicosa* (Kiener)" aufgeführt.

142) Die Gehäuse entsprechen den Figuren bei Kobelt (Pyrula u. Fusus (*25*), Taf. 46, Fig. 4, 5) und meinen Figuren (Java (*56*), Tafel, Fig. 15a, b). Hingegen weicht Reeves Figur ((*68*), III, Buccinum, Fig. 10) deutlich ab durch den Apex, der noch spitzer ist als bei *S. praevia*. Falls die Schale bei Reeve genau wiedergegeben ist, gehört sie entschieden einer anderen Form (Species oder Subspecies) an als die von Kobelt abgebildete. Ich nehme an, dass letztere der von Chemnitz gemeinten Art entspricht (Chemnitz' Figuren von *Murex varicosus* sind mir nicht zugänglich).

Als binärer Autor von *Siphonalia varicosa* wird bisweilen Kiener (*Fusus varicosus*, 1840) angenommen. Gemäss einer Angabe Pfeiffers (Kritisches Register zu Martini und Chemnitz's syst. Konchylien-Kabinet, p. 98) scheint vielmehr Anton (*Murex varicosus*, 1839) als erster binärer Autor in Betracht zu kommen.

143) Martin, Njalindungsch., Foss. v. Java (*42*), p. 458, Taf. LIX, Fig. 36, 36a, b.

Die bei Tjikeusik gefundenen Gehäuse werden bis doppelt so gross wie der ebenfalls von dort stammende Holotyp, bis jetzt das einzige bekannte Exemplar. Das nun vorliegende Material ermöglicht mehrere Ergänzungen zu Martin und macht somit eine teilweise erneute Beschreibung erforderlich.

Das Gehäuse ist oblong turmförmig, vorne sehr stark verschmälert; das Gewinde höher als die Mündung. Der sehr kleine, niedrige Protokonch (in kleinem Falle unversehrt erhalten [144]), der kaum etwas seitwärts geneigt ist, besteht aus einem winzigen, eingesenkten Nucleus und etwa einer glatten Windung [145]). Die Grenze gegen die postembryonalen Windungen ist unscharf. Letztere (maximal etwas mehr als 8) sind mit Spiralreifen und Querrippen verziert. 2 Spiralleisten sind von Anfang an vorhanden; eine dritte, hintere setzt halbwegs auf der 1. Mittelwindung ein, wo auch die Querrippen anfangen. Die hintere Spiralleiste liegt ursprünglich unmittelbar hinter der mittleren. Zwischen der mittleren und der vorderen Spirale ist der Zwischenraum etwas weniger breit als zwischen der vorderen Spirale und der Vordersutur. Die hintere Leiste entspricht alsbald dem Winkel der Umgänge. Ein Spiralfaden verläuft ferner in der Vordersutur. An der Hintersutur verläuft bereits von Anfang an ein äusserst schmaler Nahtsaum. Auf der 2. Mittelwindung bilden sich die Querrippen schärfer aus, allein hinter dem Spiralwinkel bleiben sie meistens (auch auf den jüngeren Windungen) schwach. Im Laufe der 3. Mittelwindung werden die Zwischenräume zwischen den drei Spiralleisten, bzw. der Vordersutur einander ungefähr gleich, allein der von nun ab konkave Abschnitt hinter der hinteren Leiste (die leicht abfallende Abdachung) ist doppelt so breit wie jedes der drei vorderen Interstitien. Auf der 3. Mittelwindung setzen auch sekundäre Spiralfäden ein, nämlich zuerst einer zwischen der Vordersutur und der vorderen Spiralleiste, dann einer auf dem hinteren, konkaven Abschnitt. Der (anfangs fadenförmige) Nahtsaum wird hier flacher und ein wenig breiter und deutlicher. Auf dem jüngeren Gehäuseteil verwischt er jedoch wieder. Die 4. Mittelwindung besitzt sekundäre Spiralen in sämtlichen Interstitien, auf der hinteren Abdachung bald zwei. Auf der 5. Mittelwindung wird der in der Vordersutur verlaufende Spiralfaden allmählich den primären Leisten gleich. Es kommen nun 4 Spiralleisten vor, deren Interstitien je eine sekundäre Spirale besitzen, ferner trägt die hintere Abdachung 4 solcher feinen Spiralen. In den Schnittpunkten mit den Querrippen bilden die Leisten in der Spiralrichtung verlängerte Knoten. Letztere sind im Gehäusewinkel am stärksten und bilden hier allmählich kurze Dornen. Auf der 6. Mittelwindung setzen Spiralen 3. Ordnung ein, auch auf der hinteren Abdachung. Zu gleicher Zeit werden die sekundären Spiralen den primären fast gleich. Auf der vorletzten Windung kommen sogar in manchen Interstitien Spiralfäden 4. Ordnung vor. Während die Anzahl der Spiralen fortwährend zunimmt, werden die primären und sekundären Spiralen verhältnismässig schwächer und die Bedeutung der Spiralskulptur nimmt den Querrippen gegenüber allmählich ab. Die Knoten auf den Rippen fehlen demzufolge dem jüngeren Gehäuseteil, allein die Dornen im Gehäusewinkel persistieren bis zur Mündung. Die Schlusswindung besitzt hinter der Nahtlinie nur eine verwischte Spiralskulptur, vorne hingegen sind die Spiralen weniger abgeflacht, die Interstitien besser ausgeprägt und ebenso breit wie die Spiralen. Mündung mit schwachem hinterem Ausguss, der vom Parietalkallus leicht eingeengt wird. Rechte Lippe innen mit 9 nicht sehr starken Leisten. Sie gehen nicht weit ins Innere.

Das grösste Stück zeigt Spuren einer Rosafärbung im Innern der Mündung (ebenso wie bei der rezenten *Siphonalia varicosa* (Anton)).

Dimensionen des grössten Individuums (Fig. 236): Höhe 48 mm, grösste Breite 27 mm, Höhe d. Mündung (mit dem Kanal) 24½ mm, Breite d. Mündung 10 mm.

Verwandtschaft: Martin nannte ursprünglich *Siphonalia cassidariaeformis* (Rve.) als sehr nahe verwandte rezente Art und nächstdem *S. varicosa* (Anton). Damit im Einklang rechnete Cossmann ((*5*), IV, p. 109) *S. bantamensis* zum Subgenus *Siphonalia* s. str.. Später erkannte Martin ((*42*), p. 459) die Zugehörigkeit zum Subgenus *Pseudoneptunea*. Die engen Beziehungen zu *S. varicosa* werden durch das neue Material noch mehr betont.

Tjikeusikterrain: Lok. 7, Tjikeusik (2), Lok. 9, Tjikeusik (1, Fig. 236), Lok. 11, Tjikeusik (1), Lok. 19, Bolang-Malingping (1).
Tjimantjeuriterrain: Lok. 766 (1 juv.).

Genus **Nassaria** Link, 1807.

Genotypus: *Buccinum niveum* Gmelin.
Syn.: *Hindsia* H. & A. Adams, 1850.

Schlüssel zu den untersuchten Species von *Nassaria*.

A. Interstitien der primären Spiralen glatt, meistens mit je einer sekundären Spirale (ausnahmsweise noch mit einer tertiären), die sehr viel schmäler ist als das Interstitium:

A I. Gehäuse rundeiförmig mit scharfer Spitze; Mittelwindungen mässig stark gewölbt, mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Kante nahe der Vordersutur, so dass die Naht in einer rinnenartigen Vertiefung verläuft (*N. nivea* sensu lato):
Protokonch konoid, aus einem winzigen Nucleus und 3 Windungen bestehend ..... *N. nivea affinis*
Protokonch globoid, aus einem grossen Nucleus und 1½ Windungen bestehend ..... *N. nivea nivea*

A II. Gehäuse verlängert eiförmig; Mittelwindungen stark gewölbt, mit 2 Kanten versehen; Protokonch globoid, aus einem grossen Nucleus und einer Windung bestehend ..... *N. tambacana*

B. Interstitien der primären Spiralen mit dichtgedrängten feineren Spiralen vollkommen bedeckt:

144) Aus Mittel-Bantam liegen jedoch Schalen vor mit vorzüglich erhaltenem Protokonch. Diese wurden bei der Beschreibung des älteren Gehäuseteiles mitberücksichtigt.

145) Dem Holotyp fehlt offenbar der Protokonch, denn bei den zwei von Martin als embryonal bezeichneten Windungen handelt es sich offensichtlich um die ältesten Mittelwindungen. Diese verlieren, wie mir vorliegende Stücke zeigen, bei einer weniger guten Erhaltung leicht ihre Skulptur.

B I. Mittelwindungen mit 2 Kanten, die den zwei Hauptspiralen entsprechen (*N. acuminata* sensu lato):
Windungen hinter der hinteren Kante deutlich gewölbt .....
(nicht in Süd-Bantam)
N. acuminata gendinganensis
Windungen hinter der hinteren Kante dachförmig abfallend und dort nahezu flach .....
N. acuminata atjehensis

B II. Mittelwindungen mit einer Kante, die nahe der Vordersutur verläuft und die der vordersten Hauptspirale entspricht .....
N. tjemoroënsis

143. **Nassaria nivea affinis** (O. Boettger).

* 1883 *Hindsia affinis* n. sp. O. Boettger, Tertiärf. Sumatra (*4*), II, p. 41, Taf. II, Fig. 6a, b.
1895 *Hindsia nivea* Gmel.; var. *affinis* Boettg. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 103, Taf. XVII, Fig. 230, 230a, 231, 231a, 232, 233.
1907 *Hindsia nivea* Gmel., var. *affinis* Boettg. Icke & Martin, Nias (*22*), p. 214, 234.
1928 *Hindsia nivea* Gmel. Martin, Atjeh (*50*), p. 8, 25 (pars).
1931 *Hindsia nivea* Gmel. prior *affinis* Boettg. van der Vlerk, Caenoz. Amphin., Gastr., Lamellibr. (*86*), p. 240, 288.
1932 *Hindsia nivea* Gmel. prior *affinis* Boettg. Haanstra & Spiker, Benkoelen u. Palembang (*19*), p. 1313.

Martin, der schon frühzeitig den engen Zusammenhang zwischen Boettgers *Hindsia affinis* und der rezenten *„Hindsia"* (= *Nassaria*) *nivea* (Gmel.) erkannte, fasste *affinis* auf als eine fossile Varietät (ein „prior") der rezenten *nivea*. Damit in Übereinstimmung wird *affinis* als eine stratigraphisch bedingte Subspecies von mir ternär benannt.

Sowohl aus dem Tjimantjeuriterrain als von kampong Tjikeusik wurde *„Hindsia nivea*, var. *affinis"* bereits von Martin beschrieben. Nun von Tjikeusik mehr Material vorliegt, zeigt sich, dass hier, zusammen mit der Subspecies *affinis* und davon durch den abweichenden Protokonch scharf trennbar, seltener noch eine andere Form vorkommt, die ich von der rezenten *Nassaria nivea* nicht unterscheiden kann. Zum Unterschied von der nur fossil vorkommenden *Nassaria nivea affinis* mag sie als Subspecies *N. nivea nivea* heissen. Sie wird weiter unten besprochen. Die beiden Subspecies *affinis* und *nivea* kommen auch im Pliocän von West-Banjoemas und bei Bintoehan in Benkoelen zusammen vor (im Osten von Banjoemas (K. Gintoenggebiet) und auf der westlichen Halbinsel von Süd-Sumatra wurde hingegen ausschliesslich *affinis* gefunden). Unter den von Martin als *„Hindsia" nivea* bestimmten Fossilien aus dem Neogen von Atjeh befinden sich auch die beiden Subspecies.

Der Protokonch von *N. nivea affinis* ist konoid; er besteht aus einem winzigen Nucleus und 3 Windungen und besitzt fast den gleichen Apikalwinkel wie die Spira. Bei *N. nivea nivea* hingegen ist der Protokonch globoid, aus dem Profil der Spira leicht hervorragend; er besteht aus einem verhältnismässig grossen und stumpfen Nucleus und insgesamt nur 1½ Windungen. Unterschiede in der Gesamtform des Gehäuses [146]) schliessen sich hierbei an, lassen sich jedoch bei der herrschenden starken Variabilität nicht alternativ verwenden, so dass, falls der Protokonch fehlt, die Trennung der beiden Subspecies nicht immer einwandfrei auszuführen ist.

Glücklicherweise hat weitaus die Mehrzahl der Gehäuse den Protokonch hinreichend gut bewahrt. Wenn dieser fehlt sind die Gesamtform und die weiteren Merkmale meist genügend charakteristisch, so dass nur in vereinzelten Fällen die Bestimmung Zweifel liess.

Tjikeusikterrain: Lok. 5, Tjikaloedan (93), Lok. 6, Tjikarakal (9), Lok. 7, Tjikeusik (62), Lok. 8, Tjikeusik (60), Lok. 9, Tjikeusik (35), Lok. 10, Tjikeusik (4), Lok. 11, Tjikeusik (17), Lok. 17, Sarongge-Kerta (6), Lok. 24, Boengoergede (3), Lok. 25, Kaloedan (5).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 135 (3), Lok. 727 (2), Lok. 766 (1), Lok. 806 (1), Lok. 807 (31), Lok. 817 (2), Lok. 822 (8), Lok. 980 (1), Lok. 1007 (2), Lok. 1010 (1), Lok. 1013 (3), Lok. 1028 (2), Lok. 1074 (1), Lok. 1087 (1), Lok. 1097 (18), Lok. 1110 (22), Lok. 1124 (1), Lok. 1129 (2), Lok. 1183 (2), Lok. 1224 (4), Lok. 1231 (1), Lok. 1248 (8), Lok. 1253 (1), Lok. 1314 (6), Lok. 1345 (9), Lok. 1355 (1), Lok. 1635 (1).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Waled (Menengteng-Schlucht), Sindanghadji (östl. v. Madjenang [147])) und K. Gintoenggebiet [148]) in Banjoemas. Pliocän (Nias): Dahana. Pliocän (Sumatra): westl. Halbinsel von Süd-Sumatra [149]), Gegend von Bintoehan [150]) und von Seloema in Benkoelen (Mus. Band.), Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe).

144. **Nassaria nivea nivea** (Gmelin).

* 1791 *Buccinum niveum*. Gmelin, Systema Naturae, edit. XIII, p. 3504.
1844 *Triton niveus*. Reeve (*68*), II, Triton, Fig. 75.
1859 *Nassaria nivea*, Gmel. Sowerby, Thesaurus (*79*), III, p. 87, Taf. 220, Fig. 1, 2.
1911 *Nassaria nivea* Gmelin. Schepman, Siboga (*72*), p. 310.
1928 *Hindsia nivea* Gmel. Martin, Atjeh (*50*), p. 8, 25 (pars).
1932 *Hindsia nivea* Gmel. Haanstra & Spiker, Benkoelen u. Palembang (*19*), p. 1313.

Ausser durch die schon besprochenen Unterschiede im Protokonch ist diese Subspecies von *N. nivea affinis* verschieden durch die im Profil konkave (anstatt nahezu geradlinige) Spira. Aus dem Profil der Spira ragen nämlich der stumpfe Protokonch samt der ältesten Mittelwindung leicht hervor. Im Tjikeusikterrain unterscheiden die Individuen von

146) Näheres unter *Nassaria nivea nivea*.

147) Mus. Band. Die Fundstelle ist auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 59 (Adjibarang) der Geologischen Karte gelegen.

148) Vgl. „Toelichting bij blad 66 (Karangkobar) der Geol. kaart v. Java", p. 19.

149) Vgl. „Toelichting bij blad 3 (Bengkoenat) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 22.

150) Vgl. „Toelichting bij blad 7 (Bintoehan) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 18. Ebenfalls auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 11 (Pageralam).

N. nivea nivea sich ferner gewöhnlich von *N. nivea affinis* durch das breitere und niedrigere Gehäuse, bedingt durch den grösseren Apikalwinkel der jüngeren Windungen; auch ist die Schlusswindung vorne etwas stärker zusammengeschnürt. Wenn auch dieser Unterschied in der Gesamtform bei den Schalen von Tjikeusik i.a. mit dem im Protokonch korreliert, so wechselt doch die Gesamtform bei den beiden Subspecies derart, dass die Variationsbereiche nach diesem Merkmal sich z.T. überdecken. An Gehäusen aus anderen Gegenden (z.B. aus Benkoelen) konnte der genannte Unterschied in der Gesamtform überhaupt nicht festgestellt werden. *N. nivea nivea* unterscheidet sich ferner von *affinis* durch einen i.a. stärker ausgebildeten Varix hinter dem Mundrand, womit zusammenhängt, dass die Naht dort of (jedoch nicht immer) leicht ansteigt, während dies bei *affinis* selten vorkommt.

Martin (*42*) gibt noch an, dass *affinis* sich von der rezenten *nivea* durch das seltenere Auftreten von Varices unterscheide. Beim Material von Tjikeusik fand ich in dieser Beziehung zwischen den beiden Subspecies keinen Unterschied. Einige Beispiele mögen das erläutern.

	N. nivea nivea, Anzahl Individuen mit		*N. nivea affinis*, Anzahl Individuen mit	
	mehreren Varices	1 Varix	mehreren Varices	1 Varix
Lok. 7:	4	0	54	5
Lok. 9:	4	2	34	1
Lok. 10:	26	2	4	0
Lok. 11:	2	0	14	3

Der Ausspruch Martins, dass „als wirklich durchschlagendes Trennungsmerkmal nur die Verschiedenheit beider Embryonalenden übrig" bleibt, hat sich somit bewährt.

An sämtlichen Fundstellen in Süd-Bantam, wo *N. nivea nivea* gefunden wurde, kommt sie zusammen mit *N. nivea affinis* vor und zwar fast immer in geringerer Anzahl als letztere; allein an Lok. 10 ist *N. nivea nivea* in der Mehrheit.

Tjikeusikterrain: Lok. 7, Tjikeusik (4), Lok. 8, Tjikeusik (5), Lok. 9, Tjikeusik (6), Lok. 10, Tjikeusik (28), Lok. 11, Tjikeusik (2).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Sindanghadji (östl. v. Madjenang) in Banjoemas. Pliocän (Sumatra): Gegend von Kroeï [151]) und Gegend von Bintoehan in Benkoelen (Mus. Band.), Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe, Braunkohlen-Stufe).

Rezent (Sandgrund, Tiefe 9 — 43 m): Java; China, Malakka, Koromandelküste, Karachi, Belutschistan, Persischer Golf.

151) Vgl. „Toelichting bij blad 6 (Kroeï) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 20 (als „forma *affinis*"). Das einzige mit der Schale erhaltene Exemplar gehört zu *nivea nivea*, im übrigen liegen von hier nur Steinkerne vor; die Angabe von *nivea affinis* geschah somit zu Unrecht.

145. **Nassaria tambacana** (K. Martin).

* 1884 *Tritonium tambacanum* nov. spec. K. Martin, Tiefbohr. (*41*), p. 133, pars (nur das Exemplar von „Tambak Batu"), Taf. VII, Fig. 134.

1935 *Nassaria tambacana* (K. Martin). Oostingh, Boemiajoe (*63*), p. 82 (das. weit. Lit.).

Ein nicht sehr gut erhaltenes Gehäuse von Lok. 15 stimmt in der Gesamtform, im Protokonch und in der Skulptur mit Martins Figuren von *tambacana* überein. Mit diesem Gehäuse zusammen wurde eine besser erhaltene Schale gefunden, die ich ebenfalls zu *Nassaria tambacana* rechnen muss, obwohl sie sich vom Typus der Art durch die schlankere Gesamtform ziemlich weit entfernt. Der Apikalwinkel beträgt nämlich ± 39°, hingegen beim Holotyp etwa 46° und bei Gehäusen von Padasmalang 50 — 55°. Die Windungen der abweichend schlanken Schale sind weniger umfassend als normal vorkommt, so dass die gewöhnlich in der Vordersutur verlaufende Spirale vollkommen freiliegt und eine weitere Spirale in der Naht sichtbar wird. Im Protokonch stimmt die fragliche Schale mit der typischen *tambacana* überein.

Von Lok. 1027 liegt allein die Schlusswindung eines Gehäuses vor. In der Skulptur stimmt sie mit *N. tambacana* (und nicht mit *N. nivea*) überein.

Tjikeusikterrain: Lok. 15, Soemoerbatoe-Woenibera (2).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 1027 (1).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Cheribonien im Becken von Bentarsari [152]), im Boemiajoegebiet und von Pangkah, Rantjah im Ost-Preanger, Sangiran, Sondé, Padasmalang, Doekoe Pengkol; Pliocän (oder Altquartär?) (Java): Djetis, Tambakbatoe.

Nassaria acuminata gendinganensis (K. Martin).

* 1899 *Hindsia gendinganensis* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 221, Taf. XXII, Fig. 330, 330a, b, c (non Fig. 331).

1906 *Hindsia gendinganensis* spec. nov. Martin, ebd., p. 313 (nur die „Form von Sonde").

1911 *Hindsia gendinganensis* Mart. Martin-Icke, Trinil (*52*), p. 49.

Nach Martin ist „*Hindsia*" *gendinganensis* sehr nahe verwandt mit der rezenten „*Hindsia*" *acuminata* (Rve.) [153]). Die von ihm angegebenen Unterschiede zwischen *gendinganensis* und *acuminata* beziehen sich vermutlich auf das bei Reeve abgebildete Exemplar (den Holotyp) von *acuminata*. Aus einer Vergleichung mit Sowerbys und Kobelts Figuren zeigt sich jedoch, dass die Form der Schlusswindung und der Umriss der Mündung bei der rezenten Art sehr wechseln und dass sie mitunter genau so sind wie bei *gendinganensis*. Zur Kennzeichnung der letzteren bleibt dann ledig-

152) Vgl. „Toelichting bij blad 54 (Madjenang) der Geol. kaart v. Java", p. 28.

153) *Triton acuminatus*. Reeve (*68*), II, Triton, Fig. 54a, b.
Nassaria acuminata, Reeve. Sowerby, Thesaurus (*79*), III, p. 85, Taf. 220, Fig. 10; Schepman, Siboga (*72*), p. 311.
Hindsia acuminata Reeve. Kobelt, Murex, Ranella etc. (*27b*), p. 316, Taf. 76, Fig. 7, 8.
Rezent (Sandgrund, Tiefe 69—112 m): Flores, Timor, Kei-Inseln; China, Madagaskar.

lich die dichtere, aus „mehr bandartigen" Spiralen bestehende Skulptur. Ob dieser, jedenfalls geringe Unterschied in der Skulptur zwischen *gendinganensis* und *acuminata* wirklich zutrifft, kann ich nicht beurteilen, da mir von der rezenten Species kein Material vorliegt. Die fossile Form, die Martin von Sondé beschreibt und die mir auch aus Benkoelen vorliegt, bleibe ich deshalb vorläufig als *gendinganensis* bezeichnen. Von der rezenten *Nassaria acuminata* vermag ich sie jedoch höchstens als eine Subspecies zu unterscheiden.

Vorkommen: Pliocän (Java): Sondé, Doekoe Pengkol. Pliocän (Sumatra): Gegend von Bintoehan in Benkoelen [154]).

Die eigentliche *gendinganensis*, nämlich die Form von Sondé, wurde in Süd-Bantam nicht gefunden. Hingegen kommt im Tjikeusikterrain eine abweichende Form vor. Diese wurde von Martin mit *gendinganensis* vereinigt. Ich führe sie unten als eine gesonderte Subspecies auf.

146. **Nassaria acuminata atjehensis** n. subsp. Taf. XIV, Fig. 238—240.

1906 *Hindsia gendinganensis* spec. nov. (pars). Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 313 (nur die „Varietät" von Tjikeusik), Taf. XXII, Fig. 331.
1928 *Hindsia gendinganensis* K. Mart. Martin, Atjeh (*50*), p. 8, 18, 25.

Von *N. acuminata gendinganensis* (Mart.) verschieden durch die weniger gewölbten Windungen und die schwächere axiale Skulptur (niedrigere Querrippen und schwächer entwickelte Knoten).

Eine Schale von Tjikeusik (Fig. 240) stimmt überein mit der zitierten Figur Martins, die ein ebenfalls von dort stammendes Gehäuse darstellt. Letzteres wurde von Martin ursprünglich unter Vorbehalt an seine *„Hindsia" gendinganensis* angeschlossen. Nachdem mit dem bantamschen übereinstimmende Exemplare auch in Atjeh gefunden wurden, vereinigt er die Form von Tjikeusik unbedingt mit *gendinganensis*.

Bei den Stücken aus Atjeh finde ich jedoch keine Übergänge zwischen der Tjikeusik-Form und der Sondé-Form, so dass ich die beiden als Subspecies getrennt behalte, umsomehr da sie bis jetzt nicht zusammen gefunden wurden und wahrscheinlich zeitlich mehr oder weniger gut getrennt sind. Obwohl als Holotyp der neuaufgestellten, der „Tjikeusik-Form" entsprechenden Subspecies eines der Exemplare von Tjikeusik an erster Stelle in Betracht kommen würde, wähle ich als solchen wegen der besseren Erhaltung eine Schale aus Atjeh.

Die Spira ist bei der neuen Subspecies i.a. spitzer als bei *N. ac. gendinganensis*. Bei meiner Schale von Tjikeusik beträgt der Apikalwinkel 38°, bei den Gehäusen aus Atjeh 38° — 45°. Die zwei Subspecies lassen sich jedoch nicht nach der Grösse des Apikalwinkels trennen. Bei *gendinganensis* (von Sondé und von Bintoehan) wechselt der Winkel nämlich von 41° bis 47° mit einem Maximum bei 44°. Die Anzahl der Palatalleisten ist bei den zwei Subspecies wesentlich gleich (bei meinen Stücken beträgt sie 9 — 12). Recht verschieden ist hingegen der hintere Abschnitt der Windungen. Bei *atjehensis* ist dieser nahezu flach und fällt er dachförmig ab, bei *gendinganensis* ist er deutlich gewölbt und weniger abfallend.

Dimensionen des Holotyps von Fundstelle 58, Kr. Beureugang, Landschaft Tjoenda, Nord-Atjeh (Fig. 238a, b): Höhe 27 mm, gr. Breite 14 mm; Apikalwinkel 45°.

Die Exemplare aus Atjeh wechseln nur wenig in der Gesamtform und in der Skulptur. An dem Gehäuse, das am meisten vom Holotyp abweicht (Fig. 239), verwischt die Querskulptur auf dem jüngeren Teil der Schlusswindung. Bei meiner Schale von Tjikeusik (Fig. 240) ist die Querskulptur etwas stärker entwickelt als beim Holotyp. Von der typischen *gendinganensis* ist die Schale jedoch in der Skulptur noch sehr verschieden.

Tjikeusikterrain: Lok. 9, Tjikeusik (1, Fig. 240a, b).

Sonst. Vork.: Pliocän (Sumatra): Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe).

147. **Nassaria tjemoroënsis** (K. Martin). Taf. XIV, Fig. 241.

* 1899 *Hindsia tjemoroensis* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 221, Taf. XXII, Fig. 333, 333a—c; Taf. XXIII, Fig. 334, 334a, 335.
1906 *Hindsia tjemoroensis* spec. nov. Martin, ebd., p. 316.
Non *Hindsia tjemoroensis*, [non] Martin. Cossmann, Karikal (*6*), II, p. 158, Taf. VI, Fig. 2, 3.

Stücke von Tjikeusik lagen schon der Originalbeschreibung mit zu Grunde. Die jetzt vorliegenden zeigen, dass der von Martin abgebildete älteste Schalenteil unvollständig überliefert ist, namentlich fehlt der Nucleus. Es ergibt sich nun, dass der (konoide) Protokonch (Fig. 241) aus einem leicht vorragenden Nucleus und $2\frac{1}{2}$ — 3 Windungen besteht. Letztere sind i.a. glatt, allein am Schluss befinden sich einige feine kommaförmige Querleistchen und in manchen Fällen setzen dort auch bereits 1 — 3 Spiralfäden ein. Dieser Abschnitt mit „Zwischenskulptur" vermittelt den Übergang zu den Mittelwindungen, wo Querrippen und Spiralreifen vorkommen.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (48, Fig. 241), Lok. 5, Tjikaloedan (10, meist juv.), Lok. 7, Tjikeusik (2), Lok. 17, Sarongge-Kerta (1 juv.), Lok. 25, Kaloedan (1 juv.), Lok. 27, Tjidilem (1 juv.).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 766a (1), Lok. 807 (2), Lok. 822 (2 juv.), Lok. 1013 (1), Lok. 1097 (1), Lok. 1129 (1).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Sangiran.

Da die Art nicht im Jungmiocän gefunden wurde, führe ich die Angabe eines Individuums in den altmiocänen Rembangschichten von Sedan (Pannekoek (*64*), p. 41) nur unter Vorbehalt auf.

154) Vgl. „Toelichting bij blad 7 (Bintoehan) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 18. Ebenfalls auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 11 (Pageralam).

Genus **Phos** Montfort, 1810.

Sectio **Phos** Montfort.

148. **Phos (Phos) roseatus** Hinds.

* 1844 *Phos roseatus*. Hinds, Voy. „Sulphur"; Zoology, II, p. 38, Taf. X, Fig. 9, 10.
1859 *Phos roseatus*, Hinds. Sowerby, Thesaurus (*79*), III, p. 90, Taf. 221, Fig. 1—3.
1879 *Buccinum (Phos) acuminatum* nov. spec. Martin, Tertiärsch. Java (*39*), p. 37, Taf. VII, Fig. 5, 5a, b.
1895 *Phos roseatus* Hinds. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 98, Taf. XVI, Fig. 220, 220a, b.
1906 *Phos acuminatus* Mart. Martin, ebd., p. 311, Taf. XLV, Fig. 732, 732a, b.
1911 *Phos roseatus* Hinds. Schepman, Siboga (*72*), p. 305.
1911 *Phos acuminatus* Mart. Martin, Vorläuf. Bericht (*44*), p. 45.
1915 *Phos acuminatus* K. Martin. Tesch, Timor (*82*), p. 56, Taf. LXXXI, Fig. 122a, b.
1923 *Phos acuminatus* Martin. Vredenburg, Indian tert. Fusidae etc. (*91b*), p. 69.
1928 *Phos acuminatus*. Martin, Nachlese Moll. Java (*49*), p. 111, 114, 123.
1928 *Phos roseatus* Hinds. Martin, Atjeh (*50*), p. 9, 25.
„ *Phos acuminatus* K. Mart. Martin, ebd., p. 9, 25.

Die hierzu gerechneten Schalen aus dem Tjimantjeuriterrain bestimmte ich nach einer Vergleichung mit Martins Material in Leiden als *Phos acuminatus* (Mart.). Dem Holotyp von *acuminatus* stehen sie in der Gesamtform nahe. Die grösste Schale ist ungefähr so gross wie der Holotyp; sie ist nämlich 18 mm hoch. Meine Schalen tragen 5 Hauptspiralen und nahe der Hintersutur 2 feinere Spiralen. In den Interstitien der Hauptspiralen verlaufen sekundäre und tertiäre Spiralfäden. An dem Gehäuse von Lok. 1180 sind die sekundären Spiralen sehr viel stärker als die tertiären, so dass letztere sogar u. d. L. kaum auffallen. Hingegen sind bei den zwei übrigen Stücken die sekundären Spiralen von den tertiären kaum verschieden, so dass die Interstitien durchweg fein skulpturiert erscheinen. Die beschriebenen Unterschiede in der Skulptur sind sicher ohne systematischen Wert. Manche Stücke aus anderen Gegenden vermitteln nämlich den Übergang zwischen den Extremen und noch grössere Unterschiede finden sich bisweilen an einem Individuum zwischen den jüngeren und den älteren Windungen (z.B. bei einem Gehäuse von Njalindoeng).

Das von Martin als *Phos acuminatus* bestimmte Gehäuse aus Atjeh stimmt mit der bantamschen Schale von Lok. 1180 in der Skulptur überein. Es ist 25½ mm hoch, somit etwas grösser als meine grösste Schale aus Bantam. Das genannte Gehäuse aus Atjeh, das sicher derselben Species angehört als die bantamschen Stücke, lässt sich andererseits nicht von dem rezenten *Phos roseatus* trennen. Mir vorliegende rezente Schalen von Cebu in den Philippinen, die von Sowerby als *Phos roseatus* bestimmt sind, unterscheiden sich nämlich von dem atjehschen Gehäuse lediglich durch die grösseren Dimensionen (Höhe bis zu 35 mm). Im übrigen besteht völlige Übereinstimmung, auch im Protokonch. Die genannten rezenten Schalen sind von den bei Sowerby abgebildeten durch die etwas höheren Windungen nur unbedeutend verschieden. Wir brauchen somit nicht anzunehmen, dass abgesehen von einem rezenten *roseatus* noch ein rezenter *acuminatus* vorkommen würde und *acuminatus* fällt offenbar in die Synonymie von *roseatus*.

Zu urteilen nach den Figuren bei Martin sind *acuminatus* und *roseatus* in der Gesamtform und namentlich in der relativen Höhe der Mündung sehr verschieden. Sein *roseatus* von Tjikeusik ist jedoch ein Exemplar mit extrem niedriger Mündung. Letztere nimmt nämlich ± 39% der Gesamthöhe ein [155]). Hingegen beträgt dieser Prozentsatz bei den mir vorliegenden rezenten Individuen von *roseatus* 41 — 43% und bei der von Sowerby Fig. 2 abgebildeten Schale ± 44%. In der Gesamtform und in der relativen Höhe der Mündung unterscheiden die als *Phos acuminatus* bekannten fossilen Schalen sich nur wenig von den genannten rezenten Gehäusen. Bei dem Holotyp von *acuminatus* und bei den zu dieser Species gerechneten Exemplaren von Njalindoeng und aus Atjeh nimmt nämlich die Mündung 44 — 45% der Gesamthöhe ein (bei meinen Schalen aus dem Tjimantjeuriterrain etwa 46%).

Phos roseatus erscheint somit sowohl in der Gesamtform als in der Skulptur sehr variabel. Am meisten abweichend vom Typus ist vielleicht die bei Tesch abgebildete Schale aus Timor. Ob diese unbedingt zu *roseatus* gerechnet werden kann, vermag ich aus der Figur allein nicht zu beurteilen.

Tjikeusikterrain: Tjikeusik (1, Samml. Verbeek).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 1097 (1), Lok. 1110 (1), Lok. 1180 (1).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Njalindoeng, Tjilanang, Tjadasngampar; Pliocän (Java): Sindanghadji (östl. v. Madjenang) [156]). Pliocän (Sumatra): Gegend von Bintoehan in Benkoelen [157]), Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe). Pliocän: Timor. — Miocän: Burma (Kama-Etage).

Rezent (Sandgrund und Schlammgrund, Tiefe 3 — 94 m): weit verbreitet im Indischen Archipel; Torres-Strasse, Philippinen, Burma, Andamanen, Maldiven, Oman in Arabien, Aden.

Genus **Babylonia** F. Schlüter, 1838.

Vgl. Oostingh, Boemiajoe (*63*), p. 82.

Schlüssel zu den Species von *Babylonia* aus Süd-Bantam.

155) Bei der von Martin als *Phos roseatus* bestimmten Schale aus Atjeh ist die Mündung ebenfalls extrem niedrig.

156) Mus. Band. Die Fundstelle ist auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 59 (Adjibarang) der Geologischen Karte gelegen.

157) Vgl. „Toelichting bij blad 7 (Bintoehan) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 18 („*Phos acuminatus*") und p. 20 („*Phos roseatus*"). Ebenfalls auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 11 (Pageralam).

Mittelwindungen schwach gewölbt, Schlusswindung hinter der Nahtlinie meistens abgeflacht; Nahtrinne breit; Siphonalfasciole konvex bis schwach konkav, ohne Rinne; Parietalleiste stark entwickelt ..... *B. canaliculata*

Mittelwindungen mässig stark gewölbt, Schlusswindung nirgends abgeflacht; Nahtrinne verhältnismässig eng; Siphonalfasciole mit einer Rinne; Parietalleiste ziemlich schwach ausgebildet..... *B. pangkaënsis*

149. **Babylonia pangkaënsis** (K. Martin).

* 1895 *Dipsaccus pangkaënsis* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 102, Taf. XVI, Fig. 228, 228a.

1935 *Babylonia pangkaënsis* (K. Martin). Oostingh, Boemiajoe (*63*), p. 82, Taf. VII, Fig. 83, 84 (das. weit. Lit.).

Non *Dipsaccus pankaensis* [sic] [non] Mart. van Es (*16a*), p. 115 (= *B. canaliculata* (Schum.)).

Die Stücke stimmen überein mit dem Holotyp aus der Menengteng-Schlucht. Ihre Gesamtform wechselt nur unbedeutend; solche schlanke Gehäuse, wie ich sie vom Tjipamali im Boemiajoegebiet abbildete, kommen nicht vor. Zu Martins ursprünglichen Beschreibung wurden übrigens schon einige Gehäuse von Tjikeusik mitberücksichtigt.

Der Protokonch wurde bis jetzt noch nicht beschrieben. Dieser geht ohne bestimmte Grenze in die ebenfalls glatten Mittelwindungen über, wovon er sich abhebt durch die gewölbteren und etwas stärker glänzenden Windungen und durch das Fehlen der Nahtrinne. Er ist kalottenförmig und besteht aus einem ziemlich grossen flachen Nucleus und etwa einer Windung.

Tjikeusikterrain: Lok. 1, Tjipaäs-Tjisempoer (5), Lok. 3, Tjitoendoen (1 juv.), Lok. 5, Tjikaloedan (7), Lok. 7, Tjikeusik (12), Lok. 8, Tjikeusik (6), Lok. 9, Tjikeusik (13), Lok. 10, Tjikeusik (4), Lok. 17, Sarongge-Kerta (4), Lok. 25, Kaloedan (1).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 807 (3).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Njalindoeng; Pliocän (Java): Tjisoebah (südl. v. Krawang) [158]), Waled (Menengteng-Schlucht), Tjihowe (Nebenfluss d. Tjidjangkèlok) in Cheribon, Becken von Bentarsari (Tapakschichten) [159]), Cheribonien vom Tjipamali und von Pangkah, Sangiran, Tondomoelo und Gebiet Ngambon — Toeri — Pelem in Süd-Rembang.

150. **Babylonia canaliculata** (Schumacher).

* 1817 *Nassa canaliculata*. Schumacher, Essai d'un nouv. syst., p. 224.

1859 *Eburna canaliculata*, Schum. Sowerby, Thesaurus (*79*), III, p. 69, Taf. 215, Fig. 2, 3.

1883 *Eburna canaliculata* Schum. var. *Valentiana* [non] Swains. O. Boettger, Tertiärf. Sumatra (*4*), II, p. 40, Taf. II, Fig. 4a, b, 5a, b.

1895 *Dipsaccus canaliculatus* Schum. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 101, Taf. XVI, Fig. 224, 225, 225a, 226, 227.

1903 *Latrunculus canaliculatus* Schum. Cossmann, Karikal (*6*), II, p. 136, Taf. V, Fig. 24.

1919 *Dipsaccus canaliculatus* Schum. Martin, Palaeozool. Kenntn. Java (*47*), p. 83, 123, 125, 126, 128, 132.

1923 *Latrunculus canaliculatus* Schumacher sp. Oostingh, Java (*56*), p. 115 (das. weit. Lit.).

1923 *Eburna spirata* Lamarck. Vredenburg, Indian tert. Fusidae etc. (*91b*), p. 73.

1925 *Eburna spirata* [non] Linn. Vredenburg, Post-Eocene N. W. India (*92*), p. 203.

1928 *Dipsaccus canaliculatus* Schum. Martin, Atjeh (*50*), p. 9, 19, 25.

1929 *Dipsaccus canaliculatus* Schum. Siemon, Jungtert. Moll. Nied.-O.-Ind. (*75*), p. 52, 54.

1931 *Dipsaccus canaliculatus* Schum. van Es (*16a*), p. 115.

„ *Dipsaccus pankaensis* [sic!] [non] Mart. van Es, ebd., p. 115.

1932 *Dipsaccus canaliculatus* Schum. Haanstra & Spiker, Benkoelen u. Palembang (*19*), p. 1313.

1935 *Latrunculus canaliculatus* (Schumacher). Nomura, Tert. and quart. Moll. Taiwan (*54*), II, p. 148, Taf. VIII, Fig. 8.

Die Exemplare aus Süd-Bantam sind ungefähr so ausgebildet wie die fossilen Gehäuse von *B. canaliculata*, die mir von manchen weiteren Fundstellen im jüngeren Neogen von Java und Sumatra vorliegen. Von rezenten Individuen von *canaliculata* sind sie in manchen Fällen einigermassen verschieden durch die an den jüngeren Mittelwindungen stumpfere Nahtkante. Auch ist die Gesamtform im Mittel gedrungener als bei rezenten Gehäusen. Die fossilen Exemplare sind jedoch noch weit entfernt von der fast kugeligen rezenten *Babylonia valentiana* (Swainson) [160]), die sich ferner durch den frühzeitig bedeckten Nabel unterscheidet und die ich bis auf Weiteres nicht mit *B. canaliculata* vereinigen möchte [161]). Wie sich *B. valentiana* zu *canaliculata* verhält kann hier übrigens ausser Betracht bleiben, da die in Rede stehenden fossilen Schalen, einschliesslich der von Boettger aus Benkoelen abgebildeten, m. E. nicht *B. valentiana*, sondern zweifellos *B. canaliculata* anzuschliessen sind. Es ist mir nicht einmal möglich, sie von letzterer als fossile Subspecies zu trennen. Der Variationsbereich der Individuen aus dem Neogen scheint zwar nicht genau dem der rezenten Art zu entsprechen, jedoch können alternative Unterscheidungsmerkmale nicht angegeben werden.

Im Protokonch unterscheidet sich (die fossile) *canaliculata* von *Babylonia pangkaënsis* durch den kleineren Nucleus.

Tjikeusikterrain: Lok. 3, Tjitoendoen (4), Lok. 7, Tjikeusik (1), Lok. 8, Tjikeusik (2), Lok. 16, Tjilangkap-Paroengkadongdong (1), Lok. 25, Kaloedan (1).

Tjimandiriterrain: Lok. 2262 (1), Lok. 2263 (1), Lok. 2264 (8), Lok. 2264a (1).

158) Vgl. „Toelichting bij blad 30 (Poerwakarta) der Geol. kaart v. Java", p. 19.

159) Vgl. „Toelichting bij blad 54 (Madjenang) der Geol. kaart v. Java", p. 25.

160) Reeve (*68*), V, Eburna, Fig. 9; Sowerby, Thesaurus (*79*), III, p. 69, Taf. 215, Fig. 1 (*molliana*). *B. valentiana* ist bekannt aus dem Roten Meer und vom Persischen Golf bis nach Karachi.

161) Im Gegensatz zu von Martens (Conchyl. aus Vorderasien, p. 92). Melvill & Standen ((*53*), p. 417) hingegen führen „*Latrunculus*" *valentianus* (Swains.) als gesonderte Art neben „*L. spiratus* (Lam.)" (= *Babylonia canaliculata* (Schum.)) auf.

Tjimantjeuriterrain: Lok. 748 (1), Lok. 807 (2), Lok. 1031 (1), Lok. 1180 (1), Lok. 1314 (1 juv.), Lok. 1318 (1).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Tjilanang, Tjidjarian bei Tjiodeng und Palaboehanratoe im West-Preanger; Neogen (Java): Tjipoetat (Nebenfluss d. Tjidjoelang) im Ost-Preanger; Pliocän (Java): Cheribonien vom Tjidjadjar, Tjihondje im Ost-Preanger, Sindanghadji (östl. v. Madjenang) [162]) und K. Gintoenggebiet in Banjoemas [163]); Jungpliocän (oder Altquartär?) (Java): Soemberringin [164]). Pliocän (Sumatra): westl. Halbinsel von Süd-Sumatra [165]), Gegend von Bintoehan [166]) und Gegend von Seloema in Benkoelen, Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe, Tuffkonglomerat-Stufe, Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe). — Pliocän: Formosa (Byorituschichten). Pliocän (Vorderindien): Karikal. Jungneogen (Mekranschichten): Belutschistan (Talar-Stufe).

Rezent (Schlammgrund, in untiefem Wasser bis zu 7 m Tiefe): Java, Sumatra, Timor; Philippinen, Burma, Bengalen, Ceylon, von Goa bis zu Karachi.

Genus **Euthria** Gray, 1850.

Genotypus: *Murex corneus* L.

Vgl. Cossmann, Essais (5), IV, p. 118.

151. **Euthria bantamensis** n. sp.

Taf. XIV, Fig. 242a, b.

Gehäuse spindelförmig, annähernd bikonisch. Sutur angedrückt. Windungen mit flachen Spiralleisten verziert. Diese sind auf dem vorderen, konvexen Abschnitt der Mittelwindungen mässig stark, hingegen auf dem hinteren, konkaven Teil schwach entwickelt. Der konvexe Abschnitt trägt i.a. 3 Spiralleisten; auf den jüngeren Mittelwindungen werden durch das Herabsteigen der Sutur vorne weitere, etwas schwächere sichtbar, so dass am Schluss der vorletzten Windung auf dem gewölbten Teil 7 Leisten verlaufen (dabei eine zwischengeschaltete). Der konkave Abschnitt der Windungen trägt anfangs allein vorne eine (schwach ausgebildete) Spirale. Diese wird auf dem jüngeren Gehäuseteil fast ebenso stark als die weiter vorne verlaufenden Spiralleisten und hinter ihr setzt eine zweite (primäre) Spirale ein, ferner sekundäre Spiralfäden. Ähnliche Spiralfäden setzen allmählich weiter hinten bis an die Sutur ein. Anwachsstreifen dichtgedrängt und i.a. sehr fein, allein nahe der Sutur gröber; ab und zu ist einer runzelartig und bis an die Vordersutur stärker ausgeprägt. Die Anwachsstreifen verlaufen schwach sigmoid. Auf dem hinteren, konkaven Abschnitt sind sie antecurrent, nur sehr schwach oralwärts konvex gebogen; weiter vorne biegen sie sich in entgegengesetzter Richtung um, so dass sie ± senkrecht zur Vordersutur verlaufen. Schlusswindung an der Peripherie stark konvex, weiter vorne allmählich in den Kanalabschnitt verjüngt. Hinter der Nahtlinie entspricht ihre Skulptur derjenigen der jüngsten Mittelwindung, so dass an der Peripherie 3 stärkere Spiralleisten vorkommen und weiter vorne solche, die nur wenig schwächer sind. Ebensolche Leisten finden sich auch vor der Nahtlinie. Sekundäre Spiralen kommen dort nicht vor. Bis an die Grenze des Kanalabschnittes stehen die Spiralleisten ziemlich gedrängt; ihre Interstitien sind hier etwa 1½ mal so breit als sie selbst. Auf dem Kanalabschnitt, vor allem auf seinem hinteren Teil, sind die Spiralen weiter auseinander gelegen. Falte der Columella schwach entwickelt.

Das einzige Exemplar ist leider ziemlich stark beschädigt; namentlich fehlt der rechte Mundrand. Der Protokonch ist abgestossen und das Lumen der Schale durch ein Septum abgeschlossen. Das Gehäuse besteht aus 7½ Windungen. Die älteste (ungünstig erhalten) zeigt Spuren von Querrippen. Die Mündung ist vorne und hinten zugespitzt; der Kanal ist eng, stark gedreht, ein wenig nach seitwärts abgelenkt, vorne abgeschrägt, ohne Ausschnitt. Zu urteilen nach dem Verlauf der Anwachsstreifen war die Aussenlippe im Profil nur wenig schief zur Gehäuseachse und besass sie eine sehr breite, jedoch untiefe Einbuchtung. Columella hinten konkav, vorne stark gedreht, an der Grenze des konkaven Teiles mit einer Falte versehen. Innenlippe kallos und glatt, ohne scharfe Begrenzung, ausgenommen auf dem Kanalabschnitt. Siphonalfasciole (ungünstig erhalten) schwach vorstehend.

Dimensionen: Höhe 44 mm, gr. Breite 18 mm; Apikalwinkel ± 53°.

Sämtliche aufgeführten Merkmale entsprechen dem Genus *Euthria*. Allein ist es nicht möglich festzustellen, ob ursprünglich Palatalleisten vorhanden waren; auf dem erhaltenen Teil des Gaumens sind solche nicht erkennbar. Das mit *Euthria* verwandte Genus *Pisania* Bivona (einschliesslich der japanischen Gruppe *Japeuthria* Iredale) kommt wegen seines kurzen und breiten Kanals nicht in Betracht. Bei *Euthriofusus* Cossm., womit meine Schale eine ent-

162) Mus. Band. Die Fundstellen sind auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 59 (Adjibarang) der Geologischen Karte gelegen.

163) Vgl. „Toelichting bij blad 66 (Karangkobar) der Geol. kaart v. Java", p. 19.

164) Nicht allein in den Schichten 2 und 3 von van Es, sondern ebenfalls in Schicht 1. Letztere entspricht nach van Es l. c., p. 118 den Sondéschichten.

165) Vgl. „Toelichting bij blad 3 (Bengkoenat) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 24.

166) Vgl. „Toelichting bij blad 7 (Bintoehan) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 20. Ebenfalls auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 11 (Pageralam).

fernte Ähnlichkeit bezitzt, ist der Kanal ebenfalls sehr verschieden, nämlich lang und gerade. Meiner Meinung nach kommt somit für die fragliche Schale allein das Genus *Euthria* in Betracht.

Die rezenten Species von *Euthria* leben zum Teil im Mittelmeer bis Südafrika, zum anderen Teil bei Neuseeland und Tasmanien. Mit der tasmanischen Gruppe scheint das beschriebene Fossil überhaupt nicht nahe verwandt zu sein. Ferner steht es den Arten aus Neuseeland näher als der mediterranen *Euthria cornea* (L.), dem Genotyp von *Euthria*. Jedenfalls gehört die fragliche Schale wegen ihrer wohlentwickelten Spiralskulptur nicht zur Section *Euthria* s. str. Ich wage es jedoch nicht, das unvollständig erhaltene Stück an eine der weiteren bei *Euthria* unterschiedenen Sectionen anzuschliessen. Die beschriebene Schale stimmt mit keiner mir bekannten rezenten Art überein.

Das Genus *Euthria*, das nicht in der rezenten indopazifischen Fauna vertreten ist, war bis jetzt ebensowenig im Neogen von Niederl.-Indien bekannt. Auch aus dem Neogen von Burma und von Vorderindien wird es nicht angegeben. Allein aus dem Eocän von Java ist eine Species (*Euthria djocdjocartae*) von Martin beschrieben worden. Der Fund einer *Euthria* im Pliocän von Bantam ist somit von allgemeinerem Interesse. Das Genus bildet im Neogen Javas einen ebenso altertümlichen und (vom Standpunkt der heutigen Fauna) fremdartigen Bestandteil wie *Cominella* und *Clavilithes*.

Tjikeusikterrain: Lok. 18, Bolang-Malingping (1, der Holotyp, Fig. 242a, b).

Genus **Cantharus** (Bolten) Röding, 1798.

Vgl. Woodring, Miocene Bowden, Jamaica (*98*), II, p. 268.

Sectio **Pollia** Sowerby, 1834.

Vgl. Woodring l. c.

Schlüssel zu den Species von *Pollia* aus Süd-Bantam.

Windungen schwach bis mässig stark gewölbt, ohne hintere Abflachung; Mittelwindungen mit 4 Hauptspiralen; Querrippen von wechselnder Breite (breiter oder schmäler als ihre Zwischenräume) ..... *C. (P.) fumosus*

Windungen stark gewölbt, nahe der Hintersutur mehr oder weniger abgeflacht; Mittelwindungen mit 3 Hauptspiralen; Querrippen schmäler bis ebenso breit als ihre Zwischenräume ..... *C. (P.) bucklandi*

152. **Cantharus (Pollia) fumosus** ((Solander MS.) Dillwyn).

Taf. XIV, Fig. 243, 244.

* 1817 *Buccinum fumosum* Solander. Dillwyn, Descript. Catalogue of recent shells, II, p. 629.

1833 *Buccinum undosum* [non L.]. Quoy & Gaimard, Voy. de l'Astrolabe (*67a*), II, p. 411, Taf. 30, Fig. 1—4.

1846 *Buccinum rubiginosum*. Reeve (*68*), III, Buccinum, Fig. 47.

„ *Buccinum Proteus*. Reeve, ebd., Fig. 51a—c.

1881 *Cantharus fumosus*, Dillw. und var. *rubiginosus*, Reeve. Tryon, Manual (*85*), III, p. 155, Taf. 73, Fig. 247—251 (tantum).

1895 *Tritonidea proteus* Reeve. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 100, Taf. XVI, Fig. 223, 223a.

1907 *Tritonidea fumosa* Dillw. Schepman, Celebes (*71*), p. 173.

1908 *Pollia fumosa* Dillw. var. O. Boettger in Molukkenverslag (*4a*), p. 674.

1911 *Tritonidea fumosa* Dillwyn. Schepman, Siboga (*72*), p. 303.

1928 *Tritonidea* spec. 1. Martin, Atjeh (*50*), p. 9.

1935 *Peristernia scabrosa* [non] (Reeve). Oostingh, Boemiajoe (*63*), p. 88 (mit Ausschluss der Synonymie).

1938 *Cantharus (Pollia) fumosus* (Dillwyn 1819). Adam & Leloup, Prosobranch. et Opisthobr., Voy. Ind. or. néerl. Prince Léopold de Belgique, p. 180.

Die Schalen vom Tjiidjow (Fig. 243, 244) stimmen überein mit Reeves *Buccinum rubiginosum*. Sie sind von dem typischen *C. fumosus* (= *proteus* (Rve.)) lediglich verschieden durch etwas schlankere Gesamtform und weniger gewölbte Windungen. Ebenfalls zu der *C. rubiginosus* genannten Form gehört das von Martin abgebildete Gehäuse aus der Gegend von Njalindoeng, sowie ein mir von dort vorliegendes, von Martin (als *C. proteus*) bestimmtes Stück. Bei dem aus dem Tjimantjeuriterrain vorliegenden (ebenfalls schlanken) Gehäuse sind die Windungen etwas gewölbter. Das Stück ist übrigens stark abgerieben und nur mit einem gewissen Vorbehalt bestimmbar.

An einigen Jugendexemplaren vom Tjiidjow ist der Protokonch bewahrt. Er ist konoid und besteht aus einem kleinen, eingesenkten Nucleus und 2 — 2½ glatten Windungen. Die Grenze gegen die Mittelwindungen ist sehr scharf; sie wird gebildet von einer einzigen feinen Leiste, die oralwärts konkav gekrümmt ist.

Angesichts der wechselnden Gesamtform von *C. fumosus* erscheinen die Unterschiede mit *C. rubiginosus* unwichtig, vor allem da letzterer in der rezenten Fauna nicht auf das Rote Meer beschränkt ist, sondern ebenfalls im Verbreitungsgebiet von *fumosus* (z.B. bei Indochina) vorkommt. Ich vermag deswegen *rubiginosus* nicht als eine selbständige Species aufzufassen.

Die von Martin als *Tritonidea* spec. 1 aus Atjeh aufgeführte Schale stimmt mit meinen Gehäusen vom Tjiidjow überein. Sie gehört somit ebenfalls zu *C. fumosus*.

Eine unvollständig erhaltene Schale aus dem Boemiajoegebiet wurde von mir fälschlich als *Peristernia scabrosa* bestimmt wegen einer oberflächlichen Ähnlichkeit mit den Figuren der letzteren, welche die Skulptur nicht genügend gut erkennen lassen. Die Spiralreifen sind an diesem Stück nicht schwach, sondern nur angedeutet schuppig. Nach einer Vergleichung mit dem jetzt vorliegenden Material muss ich das fragliche Gehäuse unbedingt zu *Cantharus fumosus* rechnen.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (18, Fig. 243, 244), Lok. 27, Tjidilem (1 juv.).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 1345 (1).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Njalindoeng; Pliocän (Java): Cheribonien vom Tjipamali im Boe-

miajoegebiet, Sindanghadji (östl. v. Madjenang) [167]). Pliocän (Sumatra): Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe). Quartär (Celebes): Kajoeragi bei Menado. Neogen: Saonek-besar bei Neuguinea. — Quartär: Madagaskar (*12a*).

Rezent (auf Riffen und auf Sandgrund, Tiefe 13—36 m): Indischer Archipel; weit verbreitet im Indopazifischen Gebiet von Polynesien bis nach Südjapan und Madagaskar.

153. **Cantharus (Pollia) bucklandi** (d'Archiac). Taf. XIV, Fig. 245—248.

* 1850 *Fusus Bucklandi.* d'Archiac, Hist. des progrès d. l. Géol., III, p. 292.

1854 *Fusus? Bucklandi,* d'Arch. d'Archiac & Haime, An. foss. de l'Inde (*2*), p. 308, Taf. XXIX, Fig. 13, 13a.

1883 *Buccinum (Pollia) ventriosum* nov. spec. Martin, Nachtr. z. d. Tertiärsch. (*40*), p. 204, Taf. IX, Fig. 7.

1884 *Pollia ventriosa* Mart. Martin, Tiefbohr. (*41*), p. 105.

1895 *Tritonidea ventriosa* Mart. Martin, Foss. v. Java (*42*), p. 99.

1913 *Tritonidea (Pollia) ventriosa* K. Mart. W. D. Smith, Foss. fauna Philippines (*77*), p. 258, Taf. IV, Fig. 16.

1919 *Tritonidea ventriosa* Mart. Martin, Palaeozool. Kenntn. Java (*47*), p. 82, 126, 128, 130.

1923 *Tritonidea (Cantharus) Bucklandi* (d'Archiac). Vredenburg, Indian tert. Fusidae etc. (*91b*), p. 72, Taf. 2, Fig. 9a, b, 10a, b.

1925 *Tritonidea (Cantharus) bucklandi* (d'Archiac). Vredenburg, Post-Eocene N. W. India (*92*), p. 197.

1928 *Tritonidea ventriosa* K. Martin. Martin, Atjeh (*50*), p. 9, 18, 25.

Die Schalen aus Süd-Bantam stimmen überein mit mir vorliegenden Gehäusen aus Atjeh, die Martin als „*Tritonidea ventriosa*" bestimmte. Von dem Holotyp von *ventriosa* Mart. unterscheiden sie sich allein durch geringere Grösse (das grösste Stück aus Süd-Bantam (Fig. 246) ist 18 mm breit). Meine Stücke stimmen jedoch ebenfalls überein mit den Figuren von „*Tritonidea*" *bucklandi* d'Arch. bei Vredenburg, namentlich mit der Figur 10. Ferner ist eine jugendliche Schale von Lok. 18 der ursprünglichen Figur von *bucklandi* sehr ähnlich. Diese Schale besitzt per Windung 8 — 9 Querrippen. Im allgemeinen beträgt bei den mir vorliegenden Exemplaren von „*ventriosa*" die Anzahl der Querrippen per Windung anfangs 9 — 10 und auf dem jüngeren Gehäuseteil 9 — 7.

Da bei *bucklandi* angegeben wird, dass jede Windung 8 Querrippen trägt, ergibt sich, dass *ventriosa* nicht auf Grund der abweichenden Anzahl der Rippen von *bucklandi* getrennt werden kann. Nach Martin besitze *bucklandi* ferner stärker gewölbte Windungen als *ventriosa*. Dieser Unterschied trifft jedoch allein zu für den Holotyp von „*Buccinum ventriosum*". Bei dem später gefundenen Material befinden sich nämlich mehrere Stücke, die ebenso stark gewölbt sind als *bucklandi*. Da ferner Vredenburgs (*92*) ausführliche Beschreibung von *bucklandi* nahezu wörtlich für die als *ventriosa* bestimmten Schalen zutrifft, lässt sich *ventriosa* unmöglich als selbständige Species aufrechterhalten; sie ist mit *bucklandi* unbedingt zu vereinigen.

An einigen Gehäusen aus Atjeh und aus Süd-Bantam ist der Protokonch erhalten; er ist konoid und besteht aus etwas mehr als zwei Windungen. Diese sind i.a. glatt; allein am Schluss tragen sie einige Querrunzeln. Das grösste Gehäuse aus Atjeh (Fig. 248), das noch bedeutend kleiner ist als der Holotyp von *Bucc. ventriosum,* entspricht in seinen Dimensionen und in der Anzahl der Mittelwindungen ($5\frac{1}{2}$) ungefähr dem grössten Exemplar von *bucklandi* aus Burma.

Die Gesamtform der Schalen aus Süd-Bantam ist ebenso gedrungen wie bei dem Holotyp von *ventriosum,* bei den Stücken aus dem Pliocän von Atjeh und von Süd-Rembang und bei den Gehäusen von *bucklandi* aus Burma. Während ein Gehäuse vom Tjilanang ebenso bauchig ist wie die genannten Stücke (wo die Breite 60 — 62% der Höhe beträgt), sind von Martin bestimmte Schalen von Njalindoeng, ebenso wie die Exemplare aus dem Pliocän von Bentarsari deutlich schlanker (Breite 52 — 55% der Höhe). Diese schlankeren Stücke weichen im übrigen, namentlich in der Skulptur, nicht vom Typus ab. Ihre Fundstellen sind dem geologischen Alter nach so verteilt, dass den Unterschieden in der Gesamtform keine stratigraphische Bedeutung beigemessen werden kann.

Die von W. D. Smith l. c. gegebene Abbildung einer kleinen, offenbar jugendlichen Schale von Mindanao ist zwar nicht sehr charakteristisch, jedoch lässt sie keine Unterschiede mit den schlankeren Exemplaren von *C. bucklandi* erkennen.

Vergleichung mit weiteren Arten. Vredenburg (*91b*) führt als fragliches Synonym von *bucklandi* Martins *Pollia luliana* auf. Letztere ist jedoch durch ihre Gesamtform und durch die schuppigen Spiralreifen so sehr von *bucklandi* verschieden, dass diese Angabe mir unverständlich ist. Andererseits gibt Vredenburg an, dass seine „*Tritonidea*" *speciosa* [168]) möglich identisch sei mit „*Tritonidea ventriosa* Martin" und in diesem Falle mag er recht haben. Da mir jedoch keine Stücke vorliegen, die dem Holotyp von *speciosa* entsprechen, muss ich diese Frage vorläufig offen lassen.

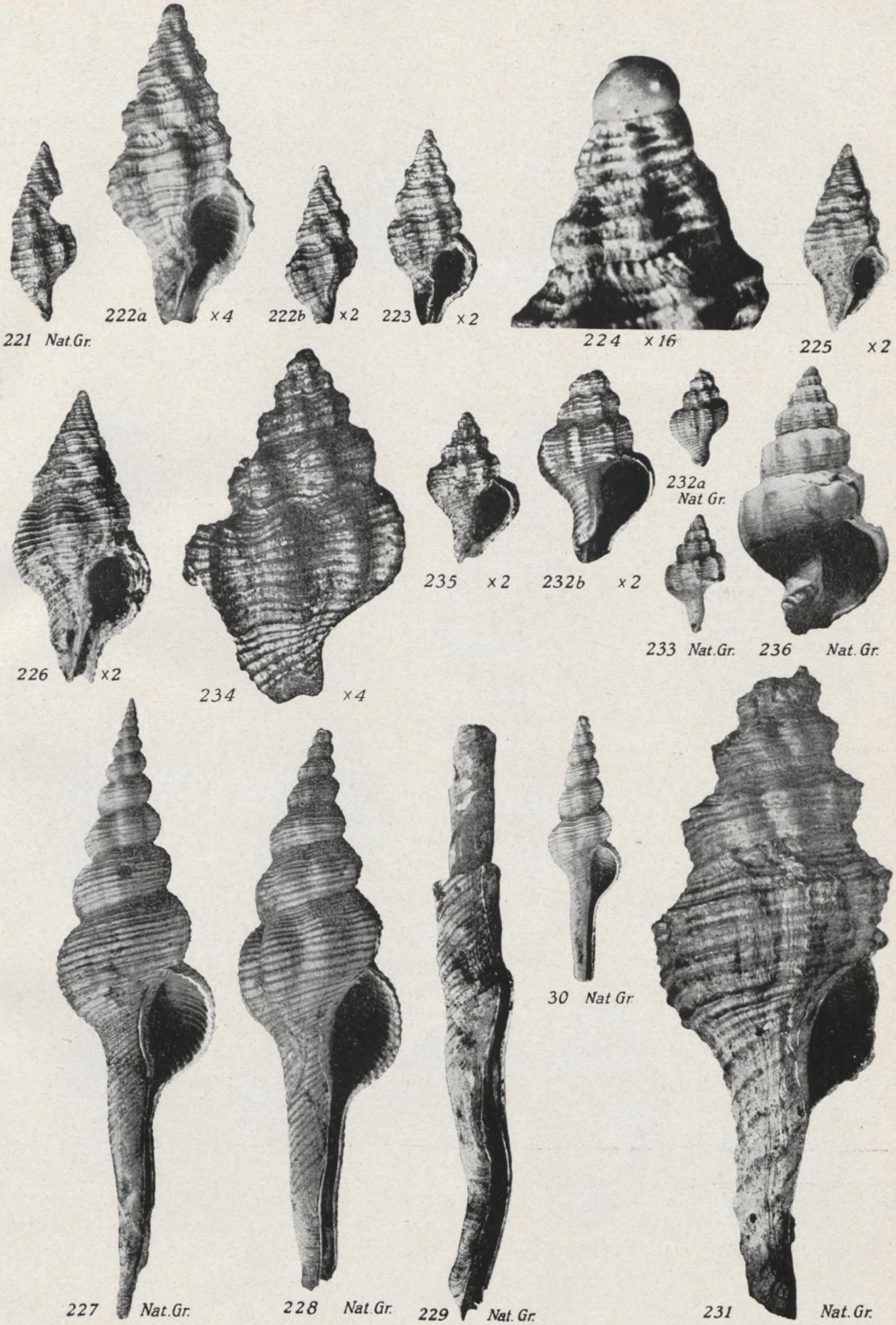
Der rezente *Cantharus tranquebaricus* (Gmel.) [169]), der sowohl von Vredenburg als von Martin als nahe Verwandter von *bucklandi* (bzw. *ventriosum*) aufgeführt wird, ist letzterem zwar im Habitus ähnlich, jedoch davon durch den kurzen Kanal wesentlich verschieden. Auf Grund der Unterschiede im Kanal gehört *bucklandi* m. E. sogar einer anderen Section an als *tranquebaricus* (der als Genotyp von *Cantharus* zur Section *Cantharus* s. str. gehört), nämlich zu *Pollia.*

Nach Vredenburg (*92*) lässt „*Tritonidea*" *bucklandi* sich von der rezenten „*Tritonidea*" *erythro-*

167) Mus. Band. Die Fundstelle ist auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 59 (Adjibarang) der Geologischen Karte gelegen.

168) *Tritonidea (Cantharus) speciosa* n. sp. Vredenburg, Indian tert. Fusidae etc. (*91b*), p. 72, Taf. 2, Fig. 6a, b. Miocän (Kama-Etage) von Burma.

169) Reeve (*68*), III, Buccinum, Fig. 17. Rezent: Niederl.-Indien; Burma, Koromandelküste.


221 Nat.Gr.
222a x4
222b x2
223 x2
224 x16
225 x2
226 x2
234 x4
235 x2
232b x2
232a Nat.Gr.
233 Nat.Gr.
236 Nat.Gr.
227 Nat.Gr.
228 Nat.Gr.
229 Nat.Gr.
30 Nat.Gr.
231 Nat.Gr.

237 x 2

238b x 2

240b x 2

239 x 2

238a Nat. Gr.

240a Nat. Gr.

242a x 2

242b

243 x 2

244 x 2

245 x 2

246 x 2

249 x 6

250 x 6

241 x 6

247 x 2

248 Nat. Gr.

stoma Lamk. [170]) lediglich trennen durch geringe Unterschiede in der Skulptur. Meiner Meinung nach wird sich wahrscheinlich später zeigen, dass *bucklandi* als fossile Subspecies (Vorläufer) an *erythrostoma* anzuschliessen ist.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (2, Fig. 245, 246), Lok. 18, Bolang-Malingping (1).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 980 (1, Fig. 247).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Njalindoeng, Tjilanang, Tjadasngampar und Paroengponteng; Pliocän (Java): Becken von Bentarsari (Tapakschichten) [171]), K. Drenges und K. Poentjoe bei Bareng in Süd-Rembang (Mus. Band.). Pliocän (Sumatra): Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe, Hauptfossilien-Stufe). — Pliocän (Philippinen): Mindanao (Agusanschichten). Miocän: Burma (Kama-Etage). Miocän (Vorderindien): Sind und Kachh (Gáj-Gruppe).

(Fortsetzung folgt.)

170) Reeve (*68*), III, Buccinum, Fig. 14. Rezent: Ceylon.

171) Vgl. „Toelichting bij blad 54 (Madjenang) der Geol. kaart v. Java", p. 25 („*Cantharus ventriosus*").

Erklärung zu den Tafeln.

TAFEL XIII.

Fig. 221. *Latirus (Latirulus) craticulatus* (L.), Exemplar von Lok. 2, Tjiidjow. Nat. Gr. p. 104

Fig. 222-225. *Latirus (Lathyropsis) mamillifer* n. sp. ..... p. 104

Fig. 222a, b. Holotyp von Lok. 2, Tjiidjow. Fig. 222a × 4; Fig. 222b × 2.

Fig. 223. Grösstes vorliegendes Exemplar, von Lok. 2. × 2.

Fig. 224. Ältester Gehäuseteil eines weiteren Exemplares von Lok. 2. Am Protokonch ist der seitwärts abgelenkte Nucleus zu sehen. × 16.

Fig. 225. Exemplar von Lok. 807, Tjikiroeh. × 2.

Fig. 226. *Peristernia pulchella* (Rve.), Exemplar von Lok. 1110, Tjiseël-besar. × 2. ..... p. 105

Fig. 227-230. *Fusinus (Fusinus) menengtenganus* (Mart.) ..... p. 106

Fig. 227-228. Exemplare von Lok. 6, Tjikarakal. Bei dem Fig. 228 abgebildeten Exemplar persistiert die Querskulptur (ausnahmsweise) bis auf der Schlusswindung. Nat. Gr.

Fig. 229. Isolierter Kanalabschnitt, der auf ein sehr grosses Individuum schliessen lässt, von Lok. 6. Nat. Gr.

Fig. 230. Jugendexemplar, von Fundstelle 507, Al. Ibeuh, Landschaft Peudada, Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe). Nat. Gr.

Fig. 231. *Fusinus (Fusinus) verrucosus idjowensis* n. subsp., Holotyp von Lok. 2, Tjiidjow. Nat. Gr. ..... p. 107

Fig. 232-235. *Siphonalia (Pseudoneptunea) praevia* n. sp. ..... p. 109

Fig. 232a, b. Holotyp von Lok. 1013, Tjikoempaj. Fig. 232a Nat. Gr.; Fig. 232b × 2.

Fig. 233. Grösstes vorliegendes Exemplar (unvollständig erhalten), von Lok. 807, Tjikiroeh. Nat. Gr.

Fig. 234. Exemplar von Lok. 815, Tjikiroeh. Die Figur zeigt den flachen Protokonch. × 4.

Fig. 235. Exemplar von Lok. 980, Tjirantjabeureum. Der Nucleus des Protokonches ist zu sehen; am Schluss des Protokonches kommt ein Kiel vor. × 2.

Fig. 236. *Siphonalia (Pseudoneptunea) bantamensis* Mart., grösstes vorliegendes Exemplar, von Lok. 9, Tjikeusik. Nat. Gr. ..... p. 109

TAFEL XIV.

Fig. 237. *Siphonalia (Siphonalia) tjibaliungensis* Mart., Exemplar von Lok. 11, Tjikeusik. × 2. ..... p. 108

Fig. 238-240. *Nassaria acuminata atjehensis* n. subsp. ..... p. 113

Fig. 238a, b. Holotyp von Fundstelle 58, Kr. Beureugang, Landschaft Tjoenda, Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe). Fig. 238a Nat. Gr.; Fig. 238b × 2.

Fig. 239. Exemplar, bei dem die Skulptur auf dem jüngeren Teil der Schlusswindung verwischt, von Fundstelle 124, Kr. Blang Koembang, Landschaft Tjoenda, Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe). × 2.

Fig. 240a, b. Exemplar, an dem die Querskulptur etwas stärker entwickelt ist als beim Holotyp, von Lok. 9, Tjikeusik. Fig. 240a Nat. Gr.; Fig. 240b × 2.

Fig. 241. *Nassaria tjemoroënsis* (Mart.), ältester Gehäuseteil eines Exemplares von Lok. 2, Tjiidjow. Die feinen kommaförmigen Querleistchen am Schluss des Protokonches sind zu sehen. × 6. ..... p. 113

Fig. 242a, b. *Euthria bantamensis* n. sp., Holotyp von Lok. 18, Bolang-Malingping. × 2. p. 116

Fig. 243-244. *Cantharus (Pollia) fumosus* (Dillw.), Exemplare von Lok. 2, Tjiidjow. Fig. 243 genau von der Ventralseite; in Fig. 244 ist die rechte Lippe etwas nach vorne gedreht, so dass die Runzeln der Innenlippe zu sehen sind. × 2. ..... p. 117

Fig. 245-248. *Cantharus (Pollia) bucklandi* (d'Arch.) ..... p. 118

Fig. 245-246. Exemplare von Lok. 2, Tjiidjow. An dem Fig. 245 abgebildeten Exemplar ist der Protokonch erhalten. × 2.

Fig. 247. Exemplar von Lok. 980, Tjirantjabeureum × 2.

Fig. 248. Exemplar mit erhaltenem Protokonch (grösstes aus Atjeh vorliegendes Gehäuse), von Fundstelle 170, A. Teureukoi, Landschaft Peusangan, Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe). Nat. Gr.

Fig. 249-250. *Nassarius (Alectrion) bantamensis* Oostingh., verhältnismässig schlanke Exemplare mit hoher Spira, von Lok. 8, Tjikeusik. × 6. ..... (G hören zur 8. Fortsetzung)

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productie-cijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1939		1938	
	Juni	t/m Juni	Juni	t/m Juni
Java en Madoera	65 877,4	408 828,9	82 798,1	509 390,1
Noord-Sumatra	82 826,5	484 330,8	72 716,1	453 547,1
Palembang	263 791,9	1 518 132,5	232 642,4	1 334 637,8
Djambi	101 222,9	595 143,9	83 078,9	475 329,4
Oost-Borneo	83 710,9	489 542,7	78 587,4	494 317,2
Tarakan	64 073,4	381 670,2	57 407,4	362 352,6
Ceram	9 896,8	54 681,1 [1])	6 693,7	41 213,6
Nederlandsch-Indië	671 399,8	3 932 330,1	613 924,-	3 670 787,8

[1]) Werkelijke productie Mei 1939 11 518,8 kgton.

Productie-cijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1939		1938	
	Juni	t/m Juni	Juni	t/m Juni
Gouvernementsbedrijven	101 546	551 718	83 792	478 408
Steenkolen Mij. „Parapattan"	27 500	144 210	22 850	144 900
Oost-Borneo Maatschappij	11 736	70 699	11 400	59 652
Loa-Boekit kolenmijnen	3 916	24 487	2 414	13 643
Loa-Teboe kolenmijnen	2 542	10 723	756	3 851
Toeajan	400 [2])	3 186	134	1 854

[2]) Geschat.

Mijnbouw Maatschappij Moeara Sipongi.

Gedurende de maand Juni 1939 werden:

3 094 tons erts vermalen van { 5,3 g goud per ton. gemiddeld { 5,— g zilver „ „

Geëxtraheerd werden ca. 13 938 g goud en ca. 7 156 g zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 27 000,—.

De bedrijfskosten over Juni 1939 bedroegen ± *f* 27 000,—.

Verschenen is het „Verslag over het derde boekjaar loopende van 1 Januari tot 31 December 1938".

Mijnbouw Maatschappij Redjang Lebong.

Gedurende de maand Juni 1939 werden:

8 000 metr. tons erts vermalen { 4,06 g goud per ton. van gemiddeld { 23,9 g zilver „ „

2 540 metr. „ sands en

5 440 metr. „ slimes behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 31 168 g goud en ca. 185 953 g zilver ter gezamenlijk waarde van ± *f* 67 000,—.

De bedrijfskosten over Juni 1939 bedroegen ± *f* 49 500,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand Juni 1939 werden:

7 550 tons erts vermalen van { 9,1 dwts goud per ton. gemiddeld { 108,— dwts zilver „ „

2 750 „ sands,

4 509 „ slimes en

267 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 273 ozs goud en ca. 39 080 ozs zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 235 000,—.

De bedrijfskosten over Juni 1939 bedroegen ± *f* 109 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± *f* 1 000,— en voor prospecteeren der nieuwe vergunningsterreinen ± *f* 2 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Zuid-Bantam.

Verschenen is het „Verslag over het vierde boekjaar loopende van 1 Januari tot 31 December 1938."

PERSONALIA.

Ir. Th. Nelissen, ambtenaar van buitenlandsch verlof teruggekeerd, is met ingang van 1 Augustus j.l. herbenoemd tot ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw.