

Zink- en aanverwante werken, benevens het hoe en de wijze waarop,

door B. Hakkeling, Ing.
oud-hoofdwaterbouwkundige van de Rijkswaterstaat

Inhoud

| | | | |
|--|----|--|----|
| Inleiding | 1 | e. Kraagstukken bij de stuwen van de Rijn- kanalisatie | 55 |
| A. Beschrijving van een aantal met behulp van rijshoutconstructies uitgevoerde, dan wel verdedigde of te verdedigen werken | 1 | f. Kraagstukken langs de Afsluitdijk van de Lauwerszee | 55 |
| 1. De bouw van de „oude” havenhoofden van IJmuiden | 1 | g. Taludverdedigingen langs Noord-Beve- land en het Zijpe | 56 |
| Opmerking 1 | 6 | h. Kraagstukken in de havens van het Eu- ropoortgebied | 60 |
| Opmerking 2 | 6 | i. Oeververdedigingen langs de IJssel | 61 |
| 2. De bouw van havendammen nabij Hoek van Holland | 6 | B. Beschrijving van materialen voor deze werken | |
| 3. De afdamming van het Sloe | 9 | 1. Rijshout | 63 |
| 4. Afschuiving en oevervallen in o.a. Zeeland | 11 | 2. Riet | 67 |
| 5. De kust van Noord-Holland | 14 | 3. Diverse andere materialen | 69 |
| a. De Helderse Zeewering | 14 | a. Basalt | 69 |
| b. De zuid-oost punt van Texel | 14 | b. Kalkgesteente | 70 |
| c. Elders op Texel | 14 | c. Porfiergesteente | 71 |
| 6. Strandhoofden en kribben | 14 | d. Petit-Graniet | 72 |
| a. Strandhoofden | 14 | e. Grauwacke | 72 |
| b. Kribben | 17 | f. Graniet en Noriet | 72 |
| 7. De nieuwe havenhoofden van IJmuiden | 18 | g. Mijnssteen | 73 |
| a. Het primaire voorontwerp | 18 | h. Loodslakken | 73 |
| Opmerking 3 | 24 | i. Fosforslakken | 73 |
| b. Het uitgevoerde ontwerp | 24 | j. Koperslakken | 74 |
| 8. De te bouwen nieuwe havendammen bij Hoek van Holland | 24 | k. Geprefabriceerde glooiingmaterialen van beton | |
| 9. De werken tot afsluiting van het Volkerak | 25 | 1. De zeskante zuil | 74 |
| 10. De werken tot afsluiting van het Brouwers- havense Gat | 26 | 2. Het diaboolblok | 75 |
| 11. Het sluitgat in de Afsluitdijk van de Lau- werszee | 28 | 3. Het Kant-blok | 75 |
| 12. Het bouwen van een strekdam in de Schelde tegenover de ingang van de Zandvlietsluis te Antwerpen | 33 | 4. De Beverkop | 75 |
| 13. De havenhoofden van Scheveningen | 36 | 5. Het P.I.T.-blok | 75 |
| a. De bestaande hoofden | 36 | 6. Het Haringman-blok | 76 |
| Opmerking 4 | 38 | 7. Elementen van andere omvang | 76 |
| b. De nieuwe havenhoofden | 39 | 8. Onderwatersperringen | 76 |
| 14. De afsluiting van het Haringvliet | 40 | l. Perkoenpalen | 76 |
| 15. Stortbedden | 40 | m. Azobé-hout | 77 |
| a. Spuisluis Haringvliet | 40 | n. Kunststofweefsels | 78 |
| b. Gemaal „De Blocq van Kuffler” aan het Oostvaardersdiep | 45 | o. Kunststofweefsels met rietprodukten | 79 |
| c. De uitwateringssluis in de afsluitdijk van de Lauwerszee | 45 | p. Bitumen | 79 |
| d. Stroomduikers | 48 | C. Zink- en kraagstukken in uitvoering | |
| 16. Kraagstukken | 50 | 1. De samenstelling van rijshouten zinkstuk- ken | 80 |
| a. Kraagstukken in Buitenkanalen te IJ- muiden | 50 | 2. Het aanbrengen van zinkstukken | |
| b. Kraagstukken langs de Rotterdamsche Waterweg | 52 | a. Verdediging Helderse zeewering | 83 |
| c. Kraagstukken langs het Noordzeekanaal | 53 | Opmerking 5 | 91 |
| d. Kraagstukken voor de polderdijken van de Zuiderzeewerken | 54 | b. Verdediging van taluds bij de Zuiderzee- werken | 91 |
| | | c. Verdediging van een schaaroever van de Rotterdamsche Waterweg | 92 |
| | | d. Verdediging van de zate, ontworpen ten behoefte van het voorontwerp van de ver- lenging van de havenhoofden van IJmui- den | 93 |
| | | e. Uitvoering van de bodemverdediging van de havenhoofden te IJmuiden | 95 |

| | | | | |
|-----|--|-----|--|--|
| D. | Studie betreffende zinkstukconstructies en een efficiënte wijze van het aanbrengen daarvan | | | |
| a. | Inleiding | 97 | | |
| 1. | Het inventariseren van de, in de laatste decennia vóór 1964, uitgevoerde bodembeschermingen | 98 | | |
| 2. | Het inventariseren van de al of niet nadelige gevolgen van de paalworm | 100 | | |
| 3. | De aankoop en de opslag van het rijshout | 104 | | |
| 4. | Het zoeken van een constructie geschikt voor het langs mechanische weg maken van wiepen | 104 | | |
| a. | De wiepspinmachine | 105 | | |
| b. | De sterkte van de mechanisch gebonden wiep | 105 | | |
| 5. | Het maken van stukken op kunstmatige zaten | | | |
| a. | Inleiding | 106 | | |
| b. | De kunstmatige zate | 108 | | |
| 1. | Een hellingzate te IJmuiden | 108 | | |
| 2. | De kettingzate | 109 | | |
| 3. | Hellingzate bij Bruinisse | 111 | | |
| 4. | Hellingzate te Den Osse ten behoeve van de zinkwerken in het Brouwershavense Gat | 111 | | |
| 5. | Hellingzate bij de afdamming van het Haringvliet, en een idem bij de Lauwerszeewerken | 112 | | |
| 6. | Hellingzate te Scheveningen | 113 | | |
| 7. | Zinkwerken ten behoeve van de Volkerakswerken | 114 | | |
| 8. | Zinkwerken nabij Huisduinen | 114 | | |
| 9. | De beweegbare, niet verplaatsbare zate | 115 | | |
| 10. | De klepzate | 115 | | |
| 6. | Het aanbrengen van steenbestortingen | | | |
| a. | Inleiding | 116 | | |
| b. | De rolstorter | 118 | | |
| e. | De schuifstorter | 118 | | |
| d. | De vibratiestorter (klepstorter) | 120 | | |
| c. | D kettingstorter | 121 | | |
| 7. | Proefnemingen | | | |
| a. | De ankerkrachten en de sterkte van de proppen | 122 | | |
| b. | Sterkte van de proppen op een klassiek stuk | 126 | | |
| c. | Het aanbrengen van zinkstukken op stroom ofwel het zg. „Zinken op stroom” | 127 | | |
| E. | Kunststofvezels | | | |
| a. | Inleiding | 131 | | |
| b. | Het materiaal kunststof | 131 | | |
| F. | Het zinken op stroom in de praktijk | | | |
| a. | Inleiding | 135 | | |
| b. | Systeem West-Nederland N.V. | 135 | | |
| c. | Systeem Dekker | 138 | | |
| d. | Systeem Aannemers Combinatie Zinkwerken | 139 | | |
| e. | Systeem Zinkcon N.V. | 146 | | |
| g. | Bodembescherming door een asfaltmastieklaag | 150 | | |
| h. | Zoolstukken (Aanvulling) | 153 | | |
| i. | Slotopmerkingen | 154 | | |

Inleiding

In een reeks artikelen zal worden getracht een overzicht te geven van o.m. belangrijke objecten, waarbij het „rijshout” en ook andere dan wel aanverwante materialen een zeer voorname rol zouden kunnen hebben gespeeld, thans spelen óf nog gaan spelen bij de eeuwige strijd tegen het gevaar van aantastingen van de kust, van de vele oevers, van de bodems en/of drempels, van boorden etc. en voorts bij het sluiten van gaten in dijken, enz., één en ander als gevolg van min of meer grote bewegingen van het water.

Tevens zal op de constructie en hoedanigheid van bedoelde materialen worden ingegaan, **en op het waarom, plus de wijze van waarop.**

De veelal weinig samenhangende gronden van onze oevers, waterkeringen, e.d. geven een te geringe weerstand tegen het onophoudelijk wrijven dan wel schuren of botsen van de waterbewegingen daarlangs of daar tegen. Bij het raken van dergelijke waterbewegingen zal de hoek, waaronder zulks plaats vindt, veelal een grote invloed kunnen hebben en bepaald, wanneer de snelheid van bedoelde bewegingen in grootte sterk toeneemt.

Ons land heeft steeds met de strijd tegen het water te maken gehad, zodat de kunst van de verdediging daartegen op eeuwenlange ervaring kan bogen. Deze leerde dat de bescherming door constructies, bestaande uit samenbundelingen van twijgen en zwaarder hout, niet alleen de meest effectieve, doch tevens de eenvoudigste en voordeligste was en voorts naar ik meen veelal onontbeerlijk.

Wellicht vóór de 18e eeuw kende men reeds dergelijke constructies in een vorm zoals ze thans nog in toepassing zijn. In een antwoord b.v. van B. Goudriaan, geadmitteerde landmeter, op in 1757 en 1758 door de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen gestelde vragen over het stoppen van een dijkbreuk, bleek n.l. al dat een sluitgat in die tijd tot 2 à 3 voet onder L.W. werd opgezonken met — wat hij noemde — zinkstukken. (zie Otar, juli 1961 „De zeedijk van zijn ontstaan tot het jaar 1730”, door W. Barentsen, ing.).

Deze stukken bestonden uit een onderroosterwerk van wiepen, waarop 4 à 5 lagen rijs, hierboven weer wiepen en vastgemaakt door palen, welke ook door de onderste wiepen heengrepen. Uit deze omschrijving blijkt niet, dat de roosterwerken onderling nog op een andere wijze werden verbonden. De stukken werden bij laagwaterkering gezonken door het ballasten met vette kloetaarde en met steen. Goudriaan schrijft er voorts bij, dat „het onnodig is om een verdere beschrijving te geven van de wijze, waarop deze zinkstukken worden gemaakt, omdat ze reeds bij alle dijk- en zinkbazen bekend zijn”!

In Duitsland kende men vóór 1730 zinkstukken voor de bouw van dijken of voor de verdediging van een oever voor de dijk nog niet, althans dr. ing. Kreuter schrijft in zijn boek: F. Kreuter, Der Wasserbau, III Teil des Handbuches der Ingenieurwissenschaften. Sechste Band. Der Flusbau, Funften Auflage. Leipzig 1921, dat de bouw van zinkstukken uit Nederland stamt en dat ze zijn uitgevonden door Ir. F. W. Conrad. Dit moet evenwel niet als juist zijnde worden beschouwd, aangezien Ir. Conrad pas in 1769 werd geboren, terwijl bekend is, dat in 1736 — zie voornoemd nummer van Otar — reeds zinkstukken werden gemaakt.

Het zinkstuk is sindsdien een uitermate belangrijke rol in onze waterbouw blijven uitoefenen. Bij vrijwel elke verdediging tegen de erosie van onze oevers, bodems, etc. door water, werd steeds dankbaar gebruik gemaakt van het materiaal rijs- (en/of bos) hout. Ook thans nog bij de in uitvoering zijnde en geplande werken van kleine tot zeer grote omvang, vormen de

„rijshoutconstructies” nagenoeg steeds een bijzonder belangrijke rol. Wel worden hardnekkige pogingen in het werk gesteld deze — hoewel sterk afgenomen — toch nog enigszins arbeidsintensieve constructies te vervangen door samenstellingen van — wellicht evenveel arbeid, doch waarschijnlijk meer geïnvesteerde kapitaal vergende — „moderne” produkten. Tot afdoende en goedkopere resultaten heeft het thans begin 1968 echter nog niet geleid. Naar ik meen mag dan ook worden gezegd, dat een efficiënte en doeltreffende vervanging van het rijshouten zinkstuk voorhands **nog niet geheel is te verwachten.** De produktie-capaciteit is nu nog voldoende, althans zeker te realiseren.

A. Beschrijving van een aantal met behulp van rijshoutconstructies uitgevoerde, dan wel verdedigde of te verdedigen werken.

Hierna wordt beknopt een aantal werken beschreven, waarbij rijshoutconstructies etc. zijn toegepast en/of waarbij ze zouden zijn toe te passen.

Sommige punten worden mogelijk wel enigszins kritisch gezien. Uitdrukkelijk zij evenwel vermeld, dat dergelijke beschouwingen beslist in opbouwende zin zijn bedoeld, terwijl verder daaromtrent in dit orgaan zeer gaarne gedachtewisselingen tegemoet worden gezien. Dergelijke beschouwingen immers kunnen de — in de huidige tijd — alom naar voren gebrachte wens van „open- en duidelijkheid” zeker bevorderen!

1. De bouw van de „oude” havenhoofden van IJmuiden.

Bij de wet van 23 januari 1863 (Staatsblad nr. 4), waarbij ook goedkeuring werd verleend tot het nabij „de Hoek van Holland” maken van een waterweg naar zee, werd voorts de concessie bekrachtigd tot het graven van het Noordzeekanaal, c.a. De uitvoering hiervan was niet in handen van de Staat.

De concessiehouderster — voor de tijd van 99 jaar — de „Amsterdamsche Kanaal Maatschappij” liet het ontwerp voor de in zee uit te bouwen havenhoofden maken door Engelse ingenieurs, aangezien deze — naar haar mening — op veel ervaring aanspraak mochten maken, althans aan de Engelse oostkust hadden zij daarvan blijk gegeven. De „A.K.M.” werd in haar besluiten door Nederlandse ingenieurs geadviseerd!

Het ontwerp van de buitenhaven te IJmuiden was afkomstig van Sir John Hawkshaw, na 1869 vertegenwoordigd door Ir. J. A. Waldorp. De werken werden uitgevoerd onder leiding van Ir. J. Dirks, bijgestaan door de ingenieurs N. H. Henket (tot 1866) en J. C. van Gendt (tot 1873). Sir John Hawkshaw ontwierp te voren o.a. de havenhoofden van Dover.

De hoofden zouden tot de lijn van 8.00 m — L.W. lopen en daarmee een lengte verkrijgen van 1545 m. (de uitgevoerde lengte bedraagt 1528 m).

Gerekend werd op een rustige ligplaats voor schepen, deze zouden gelijk te Dover in de buitenhaven tegen de hoofden dienen te meren. Dientengevolge werden de hoofden opgetrokken tot een hoogte van N.A.P. + 4,00 m en zelfs worden voorzien van meerpalen, kaapstanders, ringen en landingsplaatsen! De hoofden waren van een gelijksoortige constructie als die van meerdere Engelse havens, ze zouden bestaan uit een massieve muur van blokken beton en **zonder meer in de zeebodem worden ingekast.**

Bij wijze van proef werd in maart 1867 de eerste 50 m lengte op het natte strand aangelegd. De eerstkomende stormvloed evenwel „spoelde” onder de onderste blokken „zand weg” en deed het geheel ineen zakken. ¹⁾

¹⁾ Ontleend aan „Geschiedenis en beschrijving van het Noordzeekanaal”, in 1909 uitgegeven door het Departement van Waterstaat.

Ook een gedeelte — middels transportsteigers — aangelegd in de branding onderging vrijwel eenzelfde lot, waarschijnlijk sneller.

Het volgende jaar (1868) ging men — eveneens zonder succes — over tot het aanleggen van een bredere onderlaag van blokken beton, fig. 1, totdat in 1869 definitief werd overgegaan tot het vooraf storten van een 1,00 m dikke grondlaag van basaltstukken. Deze laag moest op grond van daartoe inmiddels opgedane ervaringen telkens worden verbreed, zulks aangezien de buitenste stukken basalt steeds wegzakten in de losgepakte fijnkorrelige zandige bodem, één en ander mede als gevolg van de langsschurende stromingen en het — naderhand te bespreken — op de basaltlaag gestorte en daarna door deze laag uitredende water.

Men begon — blijkbaar inbegrepen de Nederlandse ingenieurs — pas toen in te zien, dat de Nederlandse zeebodem evenals de uitwerking van de branding geenszins waren te vergelijken met de omstandigheden aan de krijtachtige Engelse oostkust. Langs de basaltlaag onder die blokkenmuur traden vervolgens hier en daar al geulvormingen op met diepten van zelfs 3 à 4 m.

Men meende vervolgens goed te doen een bescherming van de hoofden aan te brengen in de vorm van een golfbreker, bestaande uit blokken van beton met een stukgewicht, beneden het peil van N.A.P., van 10 ton en daar boven tot N.A.P. + 2,50 m van 20 ton, fig. 2. Het beton van deze blokken was van een minder goede kwaliteit — n.l. één deel portlandcement, vier delen duinzand en vijf delen grind — met resultaat dat, als gevolg van de door de zware golfaanvalen teweeggebrachte schommelingen en wentelingen, meerdere daarvan min of meer vergruisden. Deze vergruizing werd mede bevorderd door het in sterke mate roesten van de, in het niet waterdichte beton ingebetonnerde, hijsshaken.

Bedoelde wijze van verdediging van de blokkenmuur werd voortgezet, ja noodgedwongen — tot zelfs omstreeks 1960 — de aanvang van de bouw van de nieuwe havenhoofden. De kwaliteit van het beton was inmiddels verbeterd, terwijl het soortelijk gewicht de laatste jaren (in 1956) door toepassing van loodslakken werd opgevoerd tot zelfs $\pm 2,85$. De blokken kregen daardoor een vaste ligging.

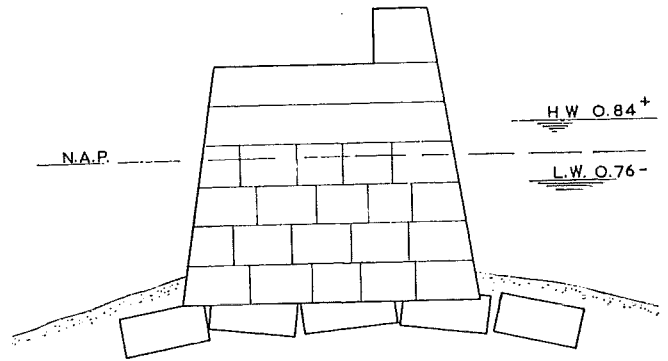


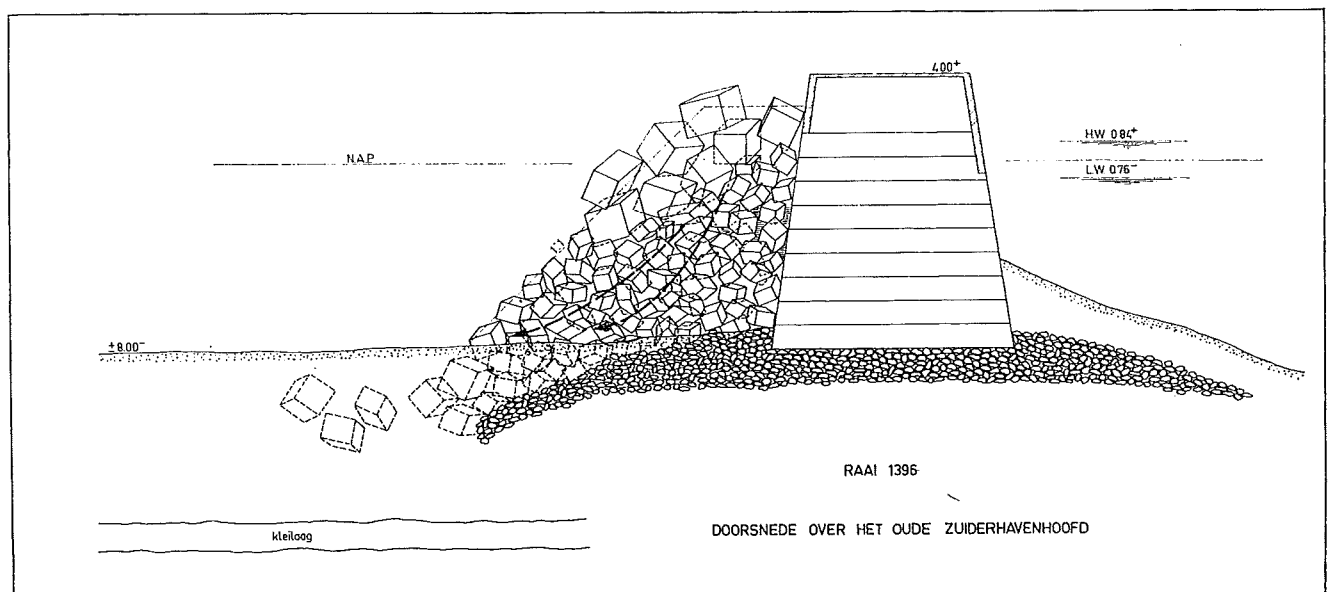
Fig. 1. Doorsnede over havenhoofd, samengesteld uit blokken beton. Na het aanbrengen van een verbrede onderlaag werd deze aan de bovenzijde vlak bewerkt. Het buitenste „alleen”liggende blok zal spoedig zijn weggezakt.

Inmiddels had deze golfbrekerconstructie jaarlijks tonnen geld gekost. Op meerdere plaatsen was — waarschijnlijk — een doorsnede ontstaan volgens fig. 3 z.o.z.

Tijdens het bijstorten van de blokken, en zeker ook door het „wegspoelen” van de blokken met een geringer soortelijk gewicht, waren vele daarvan buiten de „geplande” teen gerold, zoals b.v. enkelen gestippeld in de twee laatstgenoemde figuren aangegeven.

Dergelijke blokken werden omspoeld door stromingen langs de golfbreker en zakten vrij snel in de bodem weg. Dit was echter niet alleen het geval geweest met voorbedoelde, afgedwaalde ofwel verstrooid liggende, blokken; met de aan of in de teen liggende geheel in het „talud” passende blokken had zulks zich eveneens voorgedaan. Ook deze moesten wegzakken. Hiervan waren niet alleen de weinig — tegen de vertikale „puntbelastingen” — weerstand biedende fijnkorrelige zandlagen en de langsschurende stromingen de oorzaak. Ook de krachtige waterbewegingen in de golfbreker hadden daarin een groot aandeel. Immers, de enorme watermassa's geworpen dan wel geperst tegen en op de golfbreker „zakten” daarin

Fig. 2. Doorsnede over havenhoofd van IJmuiden met golfbreker van beperkte doorsnede. De mogelijke waterbewegingen in deze golfbreker zijn door „gepijld” streeplijnen aangegeven.



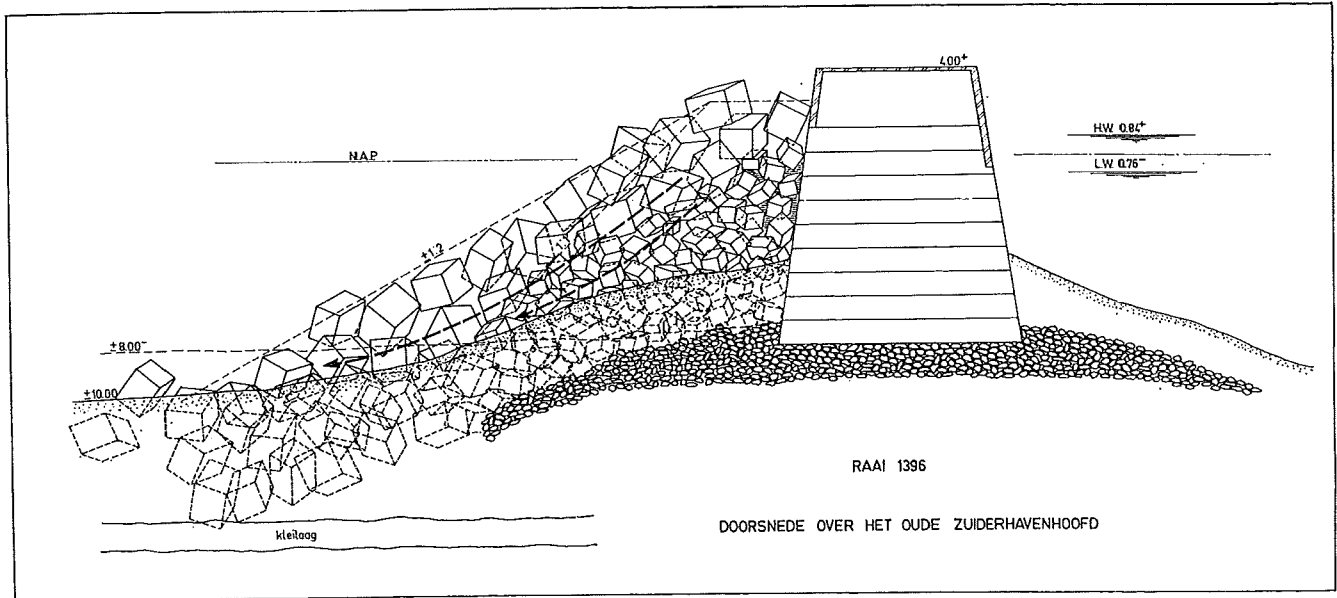


Fig. 3. Doornede over havenhoofd van IJmuiden, zoals deze omstreeks 1955 vermoedelijk zal zijn geweest. De mogelijke waterbewegingen in de golfbreker zijn door gepijlde streeplijnen aangegeven.

met min of meer grote snelheden naar beneden tot dat ze zijwaarts minder weerstand ondervonden dan in benedenwaartse richting. De reeds vermelde vergruizing van betonblokken deed enige verdichting ontstaan en bevorderde het eerder uittreden.

Bij het nabij de zeebodem zijwaarts uittreden was het onvermijdelijk, dat hoeveelheden zand van beduidende omvang werden meegenomen en de zich daar bevindende blokken mede gingen zakken, fig. 2. Bij kalme zeeën echter zandden de golfbrekers weer aan.

Als gevolg van de langsschurende stromingen kwamen bij een gemiddelde bodemdpte van N.A.P. - 7,00 à 8,00 m ter plaatse of nabij het gebogen gedeelte van een hoofd geulvormingen tot zelfs N.A.P. 10,00 m voor, fig. 4, en aan de kop van het zuiderhoofd — dat op het peil van N.A.P. - 8,40 m was aangelegd — diepten tot N.A.P. - 12,00 m.

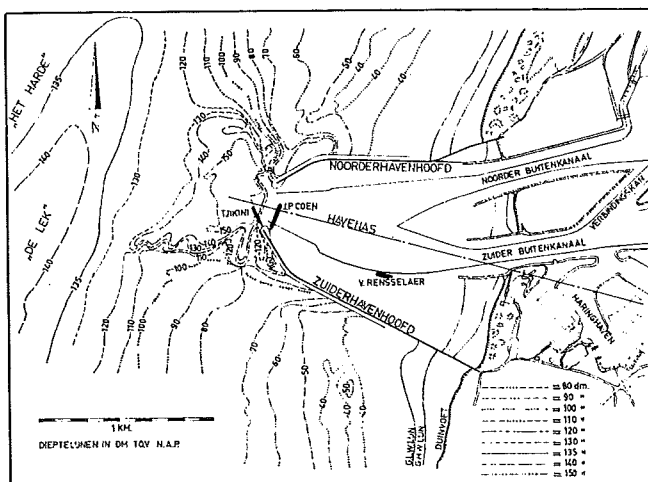
De grote invloed van de voorbedoelde krachtige „vertikale en daarna uittredende stromingen” in de

golfbrekers kon voorts worden afgeleid uit het feit, dat delen van een golfbreker **onmiddellijk langs** het opgaande werk van het hoofd in een paar jaar tijds **vertikaal** soms 0,20 à 0,40 m zakten.

Ondanks de naar vorengebrachte moeilijkheden dient volledigheidshalve te worden opgemerkt dat, dank zij de drainerende basaltlaag, met de aanleg van de uit betonblokken bestaande hoofden een bijzondere prestatie werd geleverd. Er traden daarna generlei verzakkingen in de hoofden meer op.

Het wegzakken van objecten van zeer uiteenlopende aard in de slecht gepakte, fijnkorrelige zandbodem langs onze kust, is veelal geenszins een gevolg van ondermijning, e.d. Als voorbeelden daarvan zijn o.a. te noemen de vele gezonken schepen zoals bijvoorbeeld het alom bekende goudschip „Renate Leonard” en de in de laatste oorlogsjaren voor en in de haven van IJmuiden en in de Rotterdamse Waterweg tot zinken gebrachte vaartuigen en voorts vrijwel **alle niet aaneengesloten en de niet omsloten liggende gesteenten.**

Fig. 4. Geulvormingen langs de golfbreker van het zuiderhoofd tot ± N.A.P.-10,00 m en aan de kop tot ± N.A.P.-12,00 meter



Van de voorbedoelde schepen zijn o.a. te noemen de „Van Rensselaar” in de buitenhaven van IJmuiden en, in de Rotterdamse Waterweg, de „IJsselmonde” tussen Hoek van Holland en Maassluis, benevens de „Dinteldijk” even bovenstrooms van Maassluis.

De „Van Rensselaar” liep dd. 13 mei 1940 op een magnetische mijn, ze werd even buiten de vaargeul op een diepte van ± N.A.P. - 9,00 m aan de grond gezet, fig. 4.

Het wrak werd naderhand gesloopt tot bovenkant schroefastunnel, doch zakte toen inmiddels tot circa N.A.P. - 15,00 m in de bodem weg. Het vaartuig met een horizontale doorsnede van ± 109,00 m x 14,50 m had ledig een diepgang van omstreeks 4,50 m zodat — rekening houdende met een enigszins kleinere bodemvlak — een belasting op de zanderige bodem werd uitgeoefend van ± 0,5 kg/cm². Het wrak lag, behoudens bij zeer ruw weer, in nagenoeg „stil” water.

De „IJsselmonde” lag in de rivier eveneens buiten de vaargeul, maar in enig stromend water. De bodem daar zandde evenwel meer aan dan dat hij afnam. Hier zal de belasting op de rivierbodem misschien 0,35 kg/cm² hebben bedragen. Het wrak zakte tot nagenoeg op de kleilaag van ± N.A.P. - 16,00 m weg.

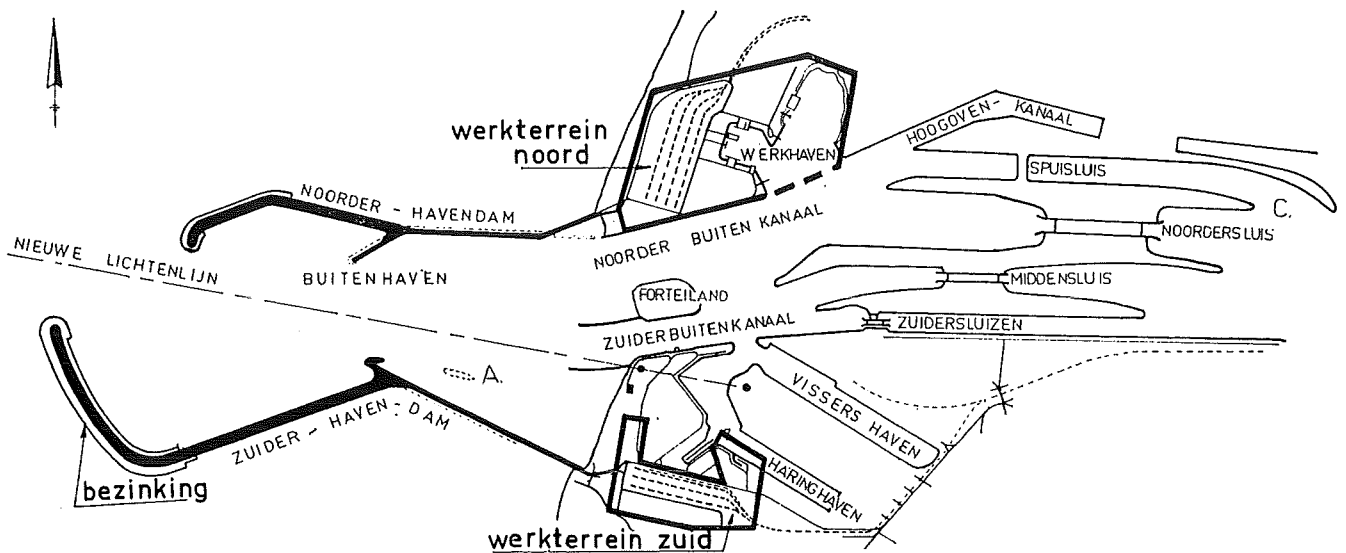


Fig. 5. Situatie voor de nieuwe buitenhaven van IJmuiden, waarin bij A de in 1940 tot zinken gebrachte „Van Rensselaer”.

De „Dinteldijk” — groot ± 11000 B.R.T. — werd direct na de z.g. „dolle dinsdag”, vrijwel dwars in de rivier liggende, tot zinken gebracht; het wrak lag ter halve lengte in de vaar- of stroomgeul. Het rivierwaarts liggende achtereinde van het wrak zakte vrij snel tot op voorgenoemde kleilaag weg, terwijl het in zeer ondiep water liggende en niet omspoelde voor-einde ook meters wegzakte.

Het achtereind was ongeveer een jaar later door de harde kleilaag, dik $\pm 1,50$ m, heengegaan. Hier had evenwel de sterke stroom met snelheden van 1,50 à 1,75 m per seconde meegespoeld.

Een geheel ander geval betrof indertijd de staven goud uit een in de meidagen van 1940 in de Waterweg bij Vlaardingen tot zinken gebrachte loodsboot; deze boot zou honderden van dergelijke staven afvoeren naar Engeland.

Door de bezetter werden daarna spoedig vele staven uit het gehavende schip opgehaald, van de door de ontploffing weggeslingerde exemplaren echter zeer weinig, althans er bleven nog velen zoek.

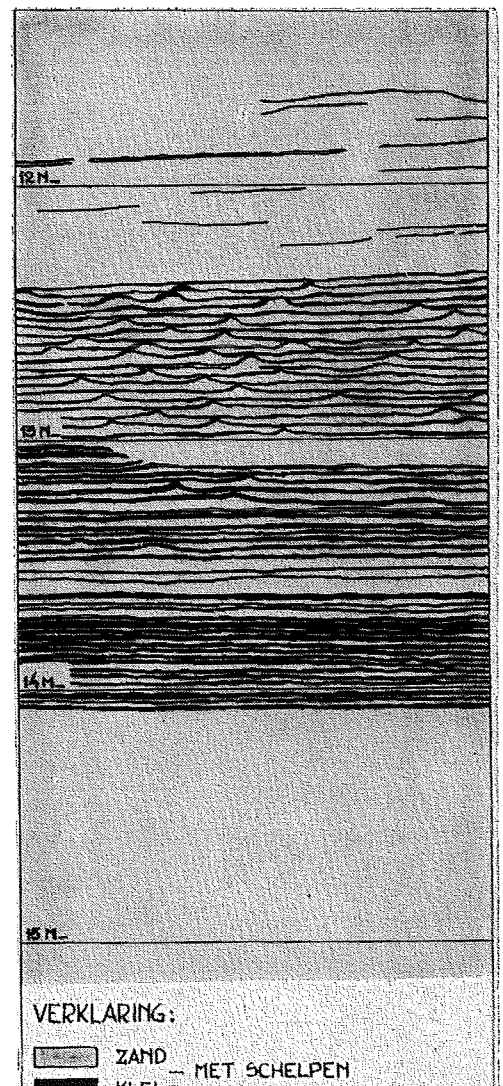
In 1946 werd — in opdracht van de Nederlandse Bank — door middel van baggeren naar de nog resterende goudstaven gezocht; slechts enkele staven kwamen boven. De rivierbodem varieerde ter plaatse van \pm N.A.P. -10,00 m à 11,00 m, terwijl gebaggerd was tot $\pm 0,40$ m in de op N.A.P. - 16,00 m gelegen harde kleilaag.

Genoemde Bank wilde daarmee stoppen. Op grond echter van de theorie dan wel het feit, dat de bij het laagsgewijze baggeren gevonden enkele staven deze toch ook reeds in de kleilaag werden gevonden, voerde de Bank nogmaals geld om het zoeken voort te zetten.

Ditmaal was het succes volledig, alle nog vermiste 111 (honderd elf) staven werden boven gebracht, ze zaten tot zelfs op $\pm 1,20$ m diepte in de $\pm 1,50$ m dikke harde en taale kleilaag.

Het betrof hier materiaal met een extreem hoog soortelijk gewicht, de staven veroorzaakten evenwel op de rivierbodem slechts een belasting van plm. $0,1 \text{ kg/cm}^2$. Deze belasting was blijkbaar toch voldoende om de weerstand in de sterk slihouddende fijnkorrelige zandbodem te overwinnen. Bij het zakken zal de belasting echter in grootte zijn toegenomen, daar de — bij het zakken van een staaf — daar boven tot stand ge-

Fig. 6. Duinzandbodem met sliblaagjes, die elkaar op korte afstanden telkens ontmoeten.



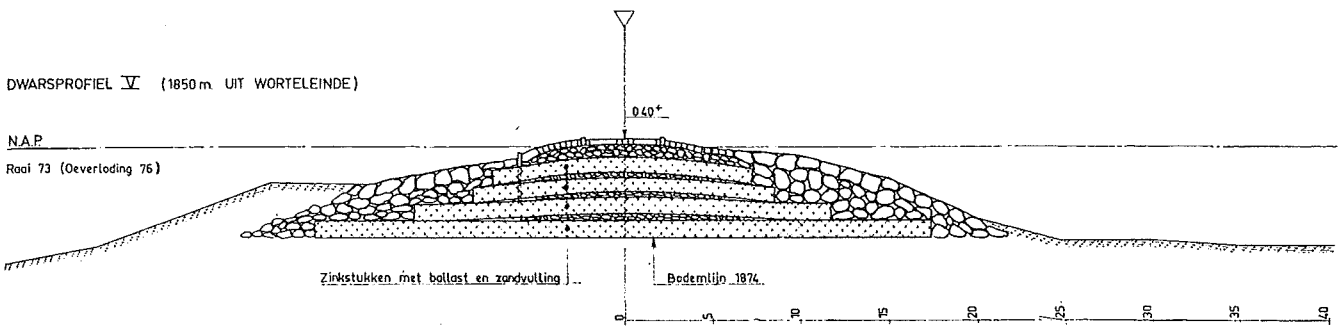


Fig. 7. Doarsnede over de noorderdam te Hoek van Holland op plm. 150 m vanaf de kop.

komen „holle kolom” onmiddellijk zal zijn dicht gevloeid. Bij het bereiken van de kleilaag zal de belasting daarop dan ook wellicht $0,1 + 5 \times \pm 0,9 = \pm 0,55$ kg/cm² hebben bedragen, terwijl bij het verder zakken de zandbelasting nog verder mee ging tellen. Een dergelijke „druk” deed aldus zelfs het genoemde kleimateriaal „wijken”.

Dat het zeer sterk met water verzadigde fijnkorrelige zand een dergelijke, op een kleine oppervlakte uitgeoefende, druk niet kan weerstaan is wellicht begrijpelijk, doch hoe staat het ten aanzien van een grote oppervlakte als die van de bodem van een zeeschip? In vergelijking daarmee zou een muur, bestaande uit beton met een s.g. van b.v. 2,2 bij een bodemdpte van b.v. 3,00 m en een hoogte boven water van 2,00 m ofwel met een druk op de bodem uitgeoefend van $\pm 0,8$ kg/cm² reeds vrij snel moeten wegzakken. Mij zijn evenwel — behalve de reeds genoemde uit losse blokken bestaande delen van het zuiderhoofd — geen dergelijke muren bekend die zonder meer op een bodem als voorbedoeld zijn opgetrokken.

De oorzaak van het wegzakken van de blokken werd toen geheel gezocht in de water- en/of golfbewegingen aan de voet van de muur. Zouden hier de voegen tussen de blokken de nodige gelegenheid tot het uitwijken van het „spanningswater” hebben gegeven, met gevolg dat de toen gezochte oorzaak toch alleen de juiste was?

Naderhand bleven, zoals vermeld, de havenhoofdmuren op de aangelegde hoogte staan, geen enkele verzakking kwam voor. De muren rustten nu echter op een waterdoorlatende meervoudige laag van basalt. Het door de belasting onder spanning gebrachte water kon hier vertikaal uittreden en vervolgens zijde-

lings afvloeien. Bij de door een wrak veroorzaakte druk is evenwel een afvoer naar boven niet mogelijk, terwijl zulks evenmin zijwaarts het geval zal zijn wegens het ontbreken van daartoe horizontaal voldoende doorlatende lagen.

Bij een dergelijke situatie zal het losgepakte, fijnkorrelige zand in een labiele drijfzandformatie worden omgezet. De waterspanningen in de bodem kunnen immers dan zodanig worden verhoogd en de wrijving tussen de korrels van het bodemmateriaal dermate worden verminderd, dat de zanddeeltjes zich kunnen gaan gedragen als of ze zich in vrij water bewegen. Een dergelijke specie bezit generlei weerstand tegen een verticale belasting en zal zich — zo het niet daartegen is opgesloten — zijdelings verplaatsen.

In verband met het vorenstaande zij opmerkt dat de zich onder water bevindende duinzandformaties soms doorspekt zijn met dunne tot zeer dunne kleilaagjes of filmpjes, die niet zonder meer water doorlaten.

Deze kleilaagjes lopen veelal, zoals indertijd bij de bouw van de Noordersluis te IJmuiden bleek, niet zonder enige onderlinge verbinding evenwijdig door, zoals uit fig. 6 moge blijken (overgenomen uit een artikel van Ir. J. A. Ringers in de Ingenieur van 1924, nrs. 39 en 40). Blijkens deze figuratie — in den droge opgenomen in een z.g. proefkuip — schijnt het water lensvormig te zijn opgesloten. Dergelijke lagen komen behalve op diepten van \pm N.A.P. - 13,00 m en lager ook op hoger liggende niveaus voor.

De aanwezigheid van deze gekoppelde laagjes is zeer moeilijk te constateren, zelfs bij z.g. ongeroerde boormonsters zullen ze soms niet zijn waar te nemen. De gevonden boormonsters worden dan ook veelal betiteld met: „fijn zand met weinig slib”.

Fig. 8. De huidige situatie van de havendammen (of hoofden).

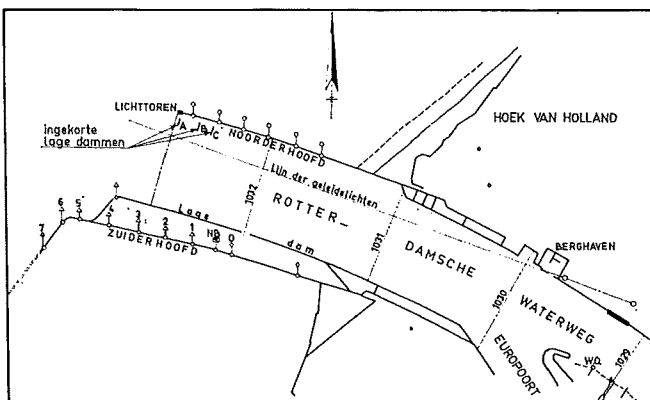
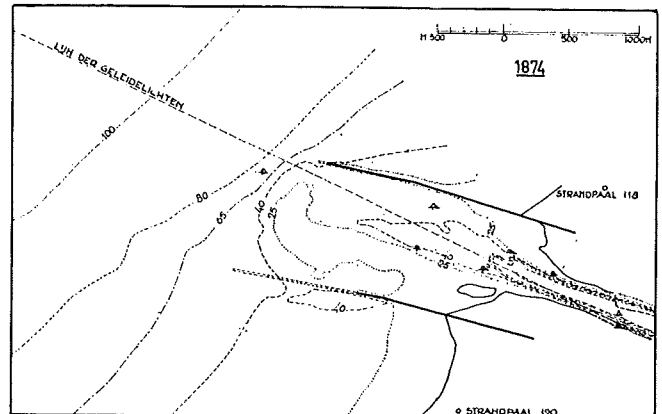


Fig. 9. Dieptelijnen, aanwezig in 1874.



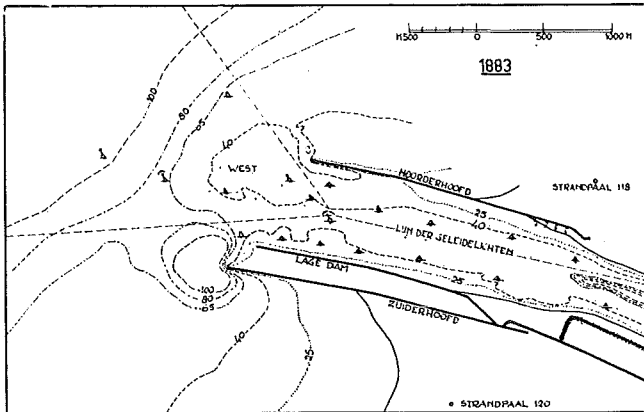


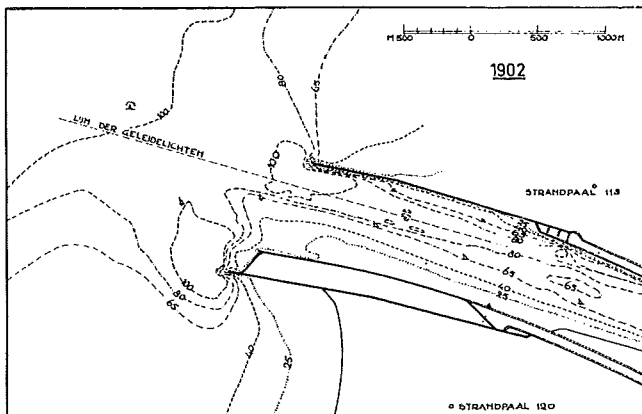
Fig. 10. Dieptelijnen, aanwezig in 1883.

Aangaande het wegzakken van kleinere objecten — zoals stenen en blokken — is te veronderstellen dat zich — indien deze, niet aaneengesloten liggende in meerdere lagen, een z.g. niet „zanddichte” laag vormen — onder elk object afzonderlijk een soortgelijk proces voordoet en ook daardoor het, vanwege de klei- of slibfilmen, moeilijk uittreden van water drijfzandformaties worden gevormd. Men zou hierna kunnen opmerken, dat bij het wegzakken van zo'n klein object de sliblagen worden doorbroken en een volgend object daar ter plaatse niet meer met soortgelijke lagen te maken zou hebben. Ik meen evenwel dat het gat, gevormd door zo'n „langzaam” weggezakt voorwerp, weer in een soortgelijk tempo wordt aangevuld met slibhoudend zand, waarvan de slibdelen zich in laagjes kunnen dan wel zullen gaan afzetten en aldus wederom „waterdichte” filmpjes kunnen worden gevormd.

In grover zand, b.v. weinig slibhoudend rivierzand, zal — althans bij afwezigheid van stromingen of op andere wijze turbulerend water — een b.v. zware steen dan ook niet wegzakken.

OPMERKING 1. Teneinde verzakkingen te voorkomen is op grond van het hiervoor vermelde te stellen, dat het wenselijk is te achten onder de — op beneden water liggende — uit fijnkorrelige, losgepakt zand bestaande ongeroerde bodems te plaatsen, objecten een in alle richtingen zanddichte en waterdoorlatende laag aan te brengen, althans indien bedoeld object zelf daaruit niet is samengesteld.

Fig. 11. Dieptelijnen, aanwezig in 1902.



OPMERKING 2. Golfbrekers, los gesteente e.d. zijn — behalve op grond van het gestelde in „Opmerking 1” — niet zonder meer op een niet tegen uitspoelen verdedigde grondslag aan te leggen. De dóór de golfbrekers evenals de om of langs het „gesteente” gaande waterbewegingen kunnen dermate krachtig zijn, dat aan bedoelde verdedigingsconstructie de eis van een solide opbouw of fundatie is te stellen.

2. De bouw van havendammen nabij Hoek van Holland.

De waterweg langs Rotterdam naar zee diende te worden verbeterd, waarbij de riviermond in zee zou worden gevormd door uit te brengen dammen. Zoals gewoonlijk ontmoette de uitvoering van een dergelijk „veel geld kostende” werk zeer vele bezwaren bij de Staten-Generaal. De minister-president — de grote Thorbecke — betoogde echter o.m.: „Onze kust worde voor de grote scheepvaart van onze tijd toegankelijk”. Hij vergeleek Nederland met: „een trechter, waardoor de wereldhandel zich in verbinding kan stellen met half Europa, met alle landen, die achter en naast ons liggen; . . . hoe wijder men de trechter van die opening maakt, hoe meer er door zal gaan . . .”

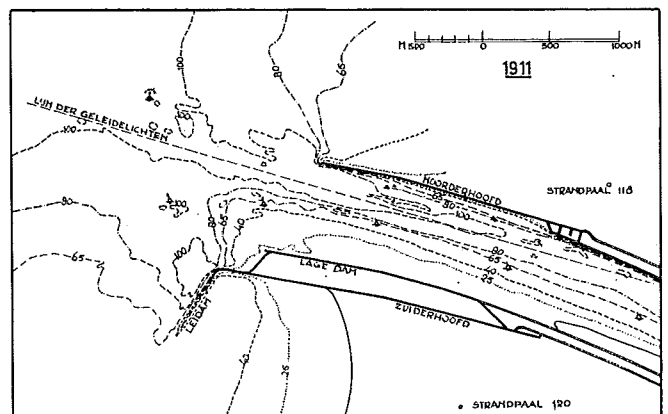
De minister verheelde niet, dat het een gewaagd werk zou zijn, doch concludeerde: „het is een werk, dat wij moeten wagen”. Deze man van formaat zegevierde met gevolg dat de betreffende wet — zoals reeds vermeld — op 23 januari 1863 tot stand kwam en Rotterdam er groot door werd.

De bouw in zee van dammen baarde veel zorgen, de hoop was evenwel gevestigd op het aloude — zo beproefde — zinkstuk. Het betrof het door de — volgens Winkler Prins vermaarde — Nederlandse waterbouwkundige ingenieur Pieter Caland (1826-1902) in 1856 ingediende ontwerp, dat enigszins gewijzigd op 21 augustus 1858 opnieuw werd aangeboden.

Na de wetsaanneming bleef ingenieur Caland tot 1 oktober 1877 met de dienst van bedoelde werken, aanvankelijk direct doch later indirect belast. Wijlen-collega J. Lokken Jzn. had eveneens een bijzonder verdienstelijke taak bij de aanleg van deze hoofden. Het ontwerp betreffende de dammen ging tot de dieptelijn van N.A.P. - 8,00 m, liggende op 2000 m uit de kust.

Na de aanbesteding op 23 maart 1864 van het land- of worteleinde van de Zuidelijke dam in zee, ter lengte van 400 m, kwam dit hetzelfde jaar reeds gereed; daarna werden nog drie verlengingen van 200 m uitgevoerd met gevolg, dat de dam in 1866 tot 1000 m in zee was uitgebouwd. In dit laatstgenoemde jaar ver-

Fig. 12. Dieptelijnen, aanwezig in 1911.



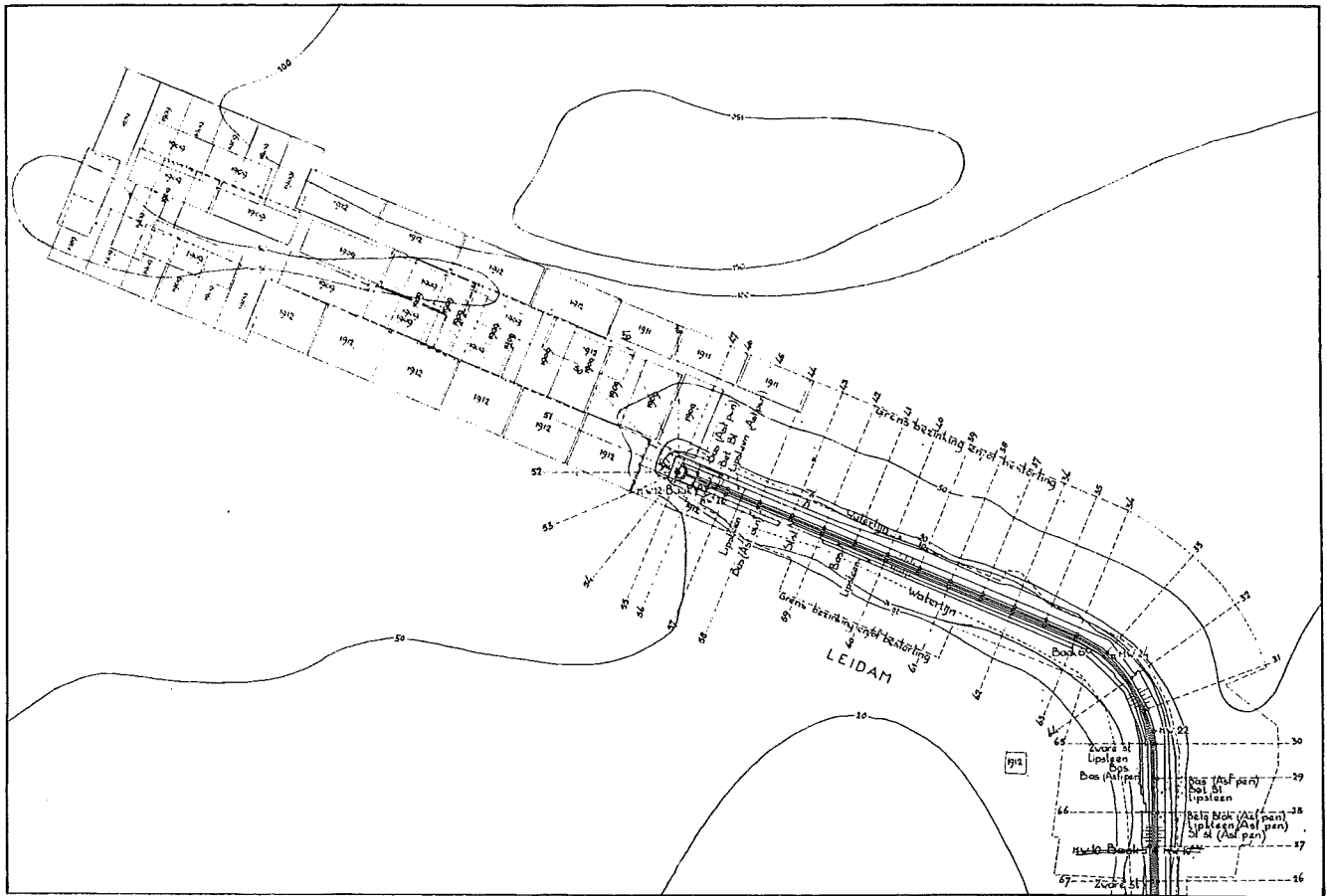


Fig. 13. Situatie van de leidam in 1960.

kreeg de noorderdam een lengte van 500 m, waarmee beide dammen tot een bodemdiepte van L.W. - 3,50 m kwamen.

Ondanks zeer ongunstige weersgesteldheden, waarbij de flood veelvuldig tot meer dan H.W. + 1,50 m, steeg, gelukte het in 1867 de zuiderdam tot 1150 m uit te bouwen. Het voorgenomen werk aan de noorderdam moest echter dat jaar worden gestaakt. Het daarop volgende jaar — 1868 — vorderde de lengte van de noorderdam tot 800 m, in 1870 tot 1000 m, in 1871 tot 1100 m in 1872 tot 1460 m, in 1874 tot 1960 m, terwijl in 1875 de voorgenomen lengte van 2000 m gereed kwam.²⁾

De zuiderdam kreeg in dat jaar een lengte van 1850 m en in 1876 — ofwel 12 jaar na de aanvang — de beoogde lengte van 2300 m, waarmee de uiteinden van beide dammen kwamen te liggen in een lijn van grote diepte langs de kust.

Het uitbrengen van de dammen in zee was **boven de verwachting van zeer velen** uitmuntend geslaagd. Het gebruik van zwaardere steen, dan waarop men bij het ontwerp van de dammen had gerekend, droeg veel tot het slagen bij.

Van de noorderdam kreeg de eerste 230 m, vanaf de duinvoet een kruinbreedte van 7,00 m en werd samengesteld uit rijslagen met vlechtuinen en een puinvulling, waarop een bezetting van Doornikse bloksteen. Van hier tot de kop van de dam werd, tussen een dubbele palenrij en ter breedte van 9,00 m, Doornikse lipsteen van 100 tot 1000 kg per stuk aangebracht op rijslagen met puinvulling. Wederzijds

²⁾ Ontleend aan het gedenkboek: „1866-1916. De Waterweg langs Rotterdam naar Zee”.

werd deze constructie gesteund door met steen bezette bermen, breed 1,00 à 2,00 m, en afgesloten door eveneens paalrijen.

Het geheel rustte op een stapeling van zinkstukken met belopen van 1 : 1 tot 1,25 : 1; vóór de kop lag een beloop van 1 : 10 waarop evenals op de voorliggende zeebodem een bestorting van steen zwaar 500 tot 1500 kg per stuk.

De dam ligt over ongeveer de buitenste 1000 m, lengte met de bovenkant **op slechts N.A.P. + 0,40 m**.

Van de zuiderdam werd over de buitenste 1150 m, lengte de bovenkant op N.A.P. + 0,85 à 0,93 m, aangelegd; met deze enigszins hogere ligging wilde men voorkomen, dat niet met elk hoogwater hoeveelheden water over de dam zouden lopen ten behoeve van het vullen van de rivier, terwijl daarop het bezwaar van het overvloeien van zandmassa's, die door de flood langs de kust werden getransporteerd, ook invloed had. De afdekking van de dammen werd na de tweede wereldoorlog gewijzigd, een asfalt penetratie werd toegepast.

De dammen werden, zoals reeds opgemerkt, middels zinkstukken opgetrokken; fig. 7 geeft een doorsnede van de noorderdam op plm. 150 m vanaf de kop, terwijl fig. 8 de situatie van de dammen in 1968 weergeeft.

In de loop der jaren bleek bij de noorderdam het grondstuk (onderste zinkstuk) veel te smal te zijn, vooral de langs de noordzijde gestorte steen was reeds in de eerste jaren zakkende, dan wel verdwenen.

De laag liggende kruin wordt tweemaal per etmaal door de vloedstroom, gelijk bij een overlaat, overspoeld, terwijl er bij noordwestelijke stormen voornamelijk over deze dam bijzonder grote watermassa's heen lopen.

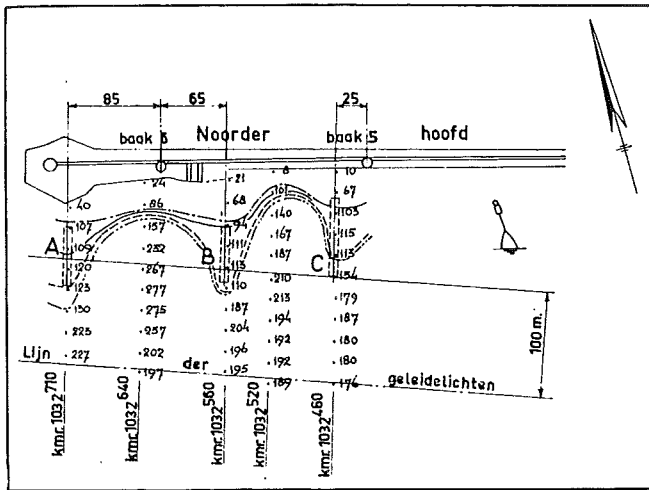


Fig. 15. Dieptelijnen in 1960 bij het drietal lage dammen.

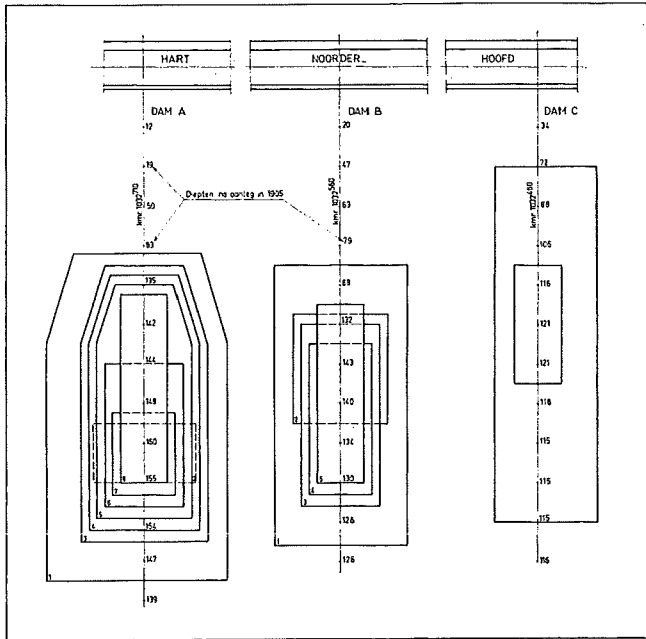
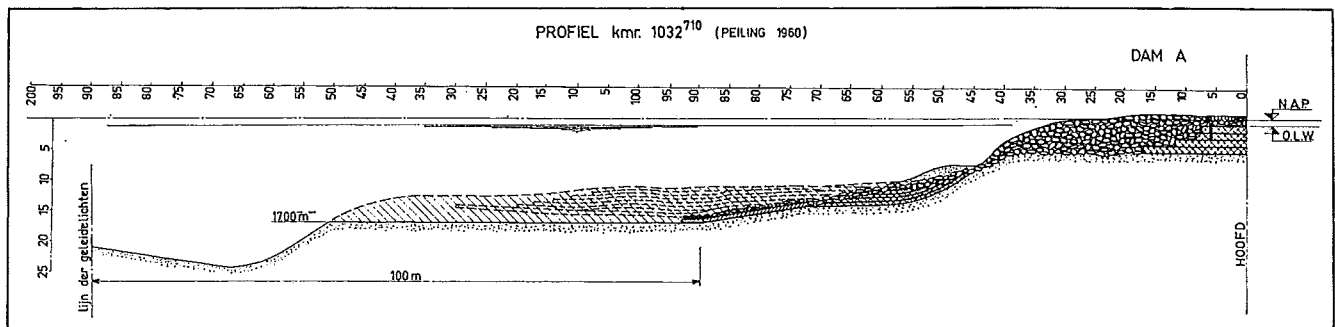


Fig. 16. Constructie van de lage dammen met de, bij de aanleg in 1905, aanwezige diepten.

Fig. 17. Doorsnede over „rivier“-oever langs de noorderdam na het opruimen van de lage dammen.



Aan de rivierzijde werd voorts een drietal lage dammen aangebracht, zoals uit fig. 15 moge blijken; deze situatie werd omstreeks 1960 opgenomen. Vóór de aanleg daarvan, in 1905, werden diepten gemeten als in fig. 16 vermeld.

De verdediging van de kop van deze dam bleef moeilijk, jaarlijks moesten grote hoeveelheden steen, gemiddeld 1000 ton per jaar, met een stukgewicht van 300 tot 3000 kg, worden aangebracht.

Het in de fig. 15 en 16 getoonde drietal lage dammen moest naderhand, mede als gevolg van de steeds in grootte toenemende vaartuigen en een daarbij gepaard gaande diepere en bredere geul, worden opgeruimd. Een bodembreedte van 200 m ter hoogte van N.A.P. - 17.00 m diende als een minimum te worden beschouwd.

Na de uitvoering van het bedoelde baggerwerk werd het talud ter plaatse van de dammen bekleed met zinkstukken waarop een zware bestorting. Daarboven en tussen de dammen op dezelfde hoogteligging, behoefde zulks niet plaats te vinden vanwege de in de loop der jaren neergeworpen hoeveelheden steen vanaf de noordzijde van de dam; fig. 17 geeft een doorsnede ter plaatse van een merendeels weggebaggerde dam en de daarboven liggende steenlagen.

Ten slotte zij betrekkelijk deze werken nog opgemerkt, dat aan alleen de verlengde leidam rond 380.000 m² zinkstuk, 250.000 ton zink- en stortsteen, benevens 800.000 m³ zand moest worden verwerkt. De uitvoering daarvan vond plaats in de jaren 1911-1914, ondanks dat tijdens de — voor Hoek van Holland — geweldige stormvloed van 30 september 1911 buitengewoon veel schade werd geleden.

Ik meen, dat voor die tijd de genoemde verwerkte hoeveelheden toch geenszins onbelangrijk zijn te noemen en wel in het bijzonder de oppervlakte aan zinkstukken!

Hoewel van een te geringe breedte, speelde het zinkstuk bij de bouw van deze, in zee en langs de diepe stroomgeul liggende, dammen een grote en effectieve rol.

3. De afdamming van het Sloe.

Omstreeks in de tijd van de bouw van de havenhoofden te IJmuiden en Hoek van Holland werd de diepe geul tussen Zuid-Beveland en Walcheren — het Sloe — afgedamd. De afdamming vond plaats met behulp van een rijzendam, een en ander volgens een plan van de Staatsspoorwegen van 1871. Tevoren was daartoe ook een plan opgesteld door de inspecteur der zeewerken A. Schraver, zulks op last van Napoleon tijdens zijn bezoek in 1810 aan Walcheren.

Schraver ontwierp een tweetal parallel lopende dammen, zowel een aan de noordkant als een aan de zuidkant. Een dergelijk systeem was destijds gebrui-

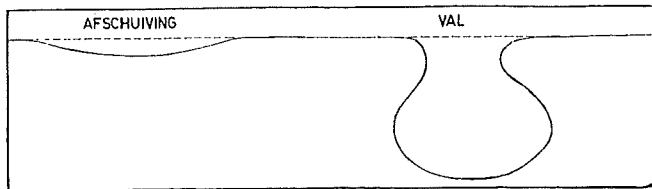


Fig. 20. Boveenaanzichten van een val en van een afschuiving.

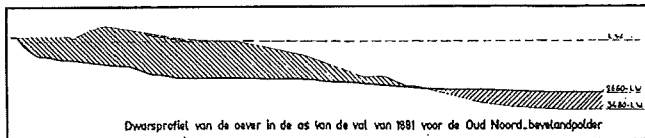


Fig. 21. Dwarsprofiel van de oever in de as van de val van 1881 voor de Oud-Noordbevelandpolder.

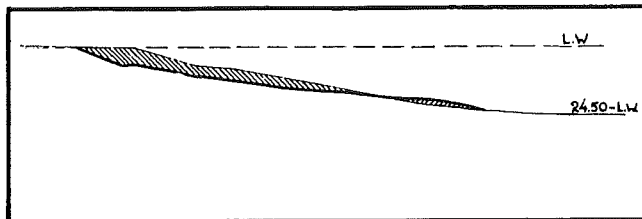


Fig. 22. Dwarsprofiel van de oever ter plaatse van de afschuiving van 1889 voor de Anna Frisopolder.

Fig. 23. Situatie Noord-Beveland met de val van 1966.

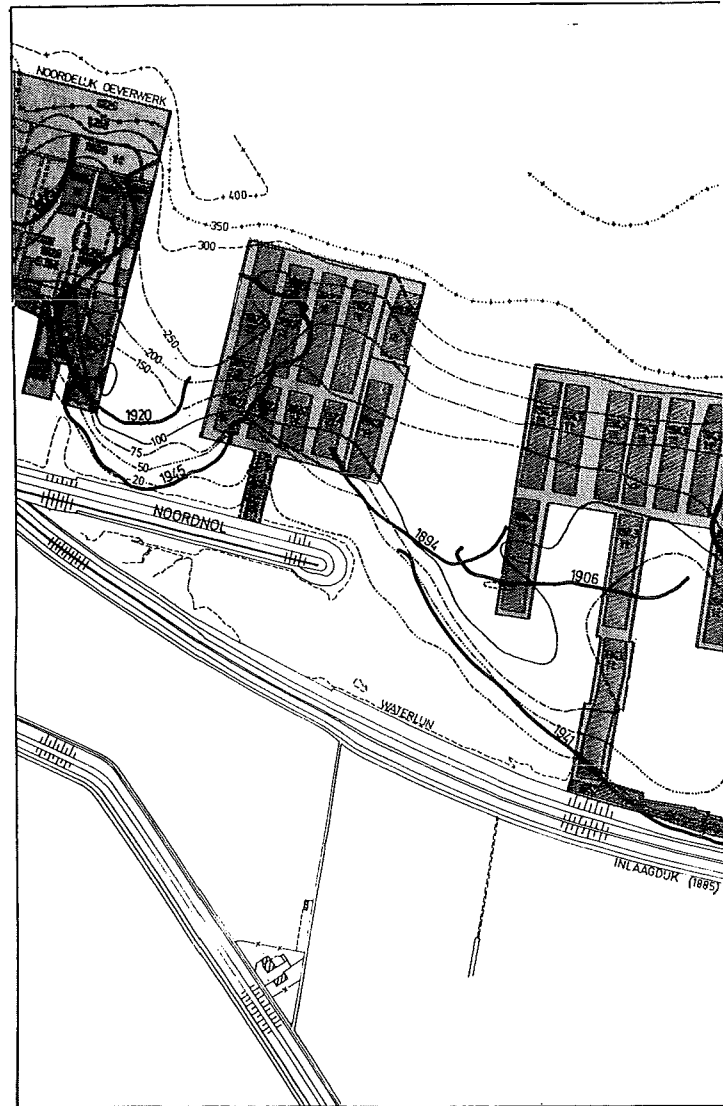
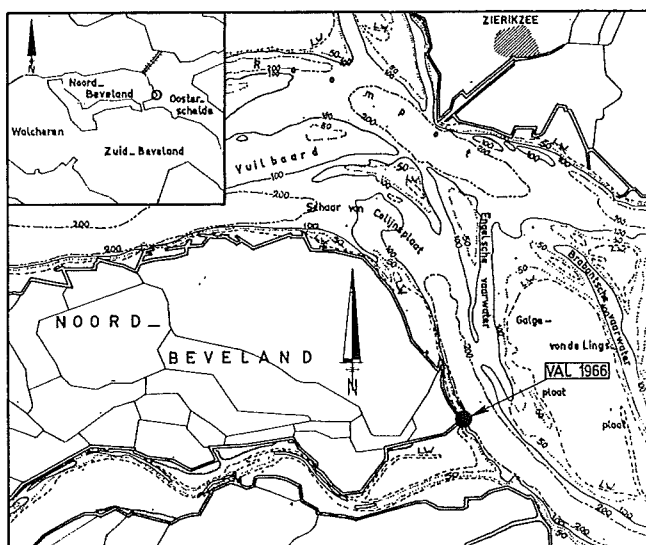


Fig. 24. Situatie vallen met verdedigingen voor de Leendert Abrahampolder.

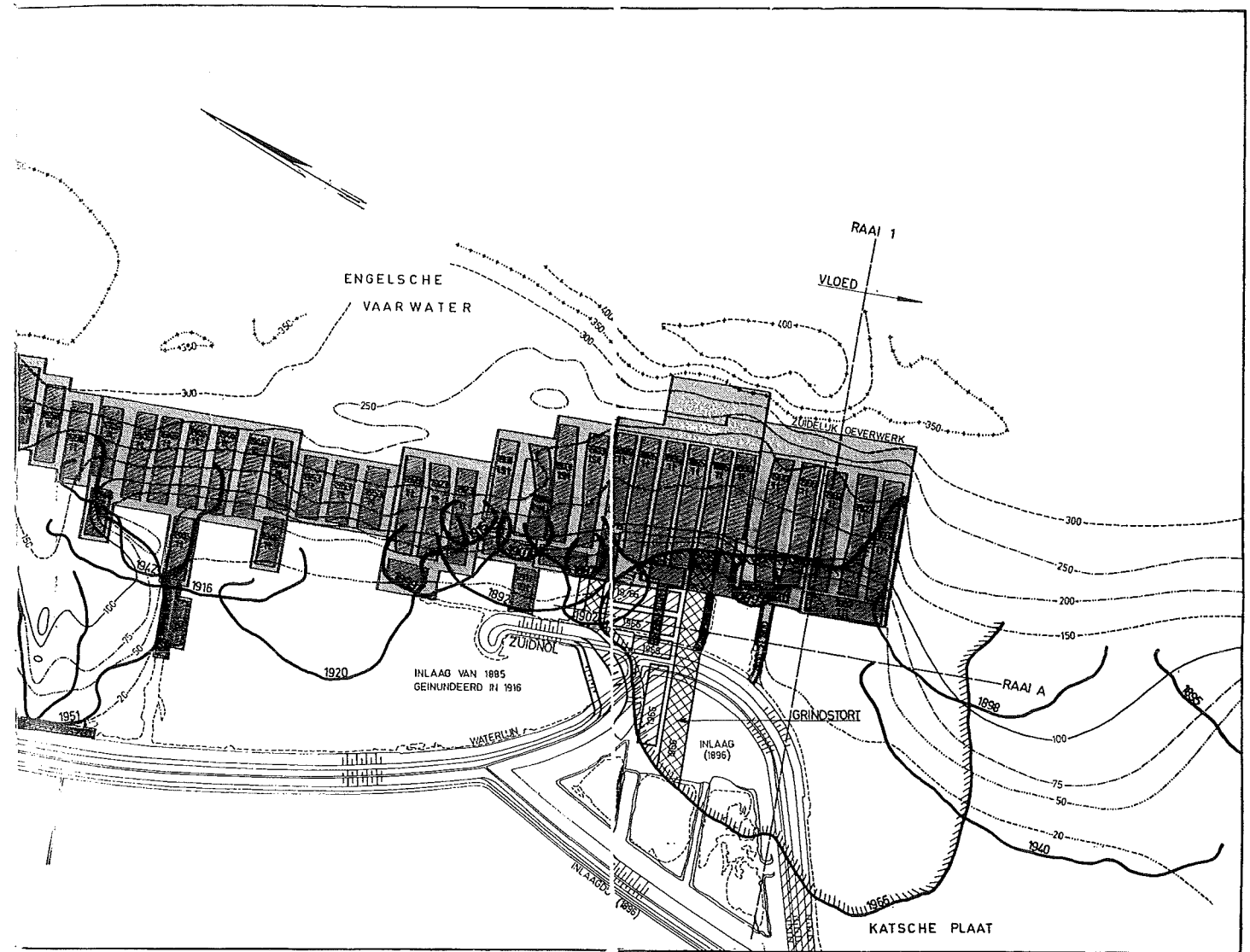
kelijk. Dit plan werd evenwel — na bedoeld tijdperk van overheersing — uitgesteld.

De uitgevoerde dam ligt op het toenmalige nauwste gedeelte van ongeveer 1000 m breedte. Hiervan lag 370 m op het schor, 230 m op het natte strand en 365 m in diep water ofwel in het voormalige vaarwater.

De doorsnede van de dam is aangegeven in fig. 18, zie pag. 12³⁾.

Het ontwerp van de dam voorzag — terecht — in een zeer breed grondstuk. Hierop werd vanaf \pm N.A.P. - 10,00 m, met een basisbreedte van 33,50 m, de dam opgetrokken tot de breedte van 18,50 m, op een hoogte van N.A.P. - 1,00 m, zijnde het peil waarop het getij kenterde. Daarboven werd aan de zuidzijde een 11,00 m breed „pakwerk” aangebracht tot \pm H.W. 1,00 m ofwel \pm N.A.P. + 1,60 m. De pakwerkconstructie bestond uit schorklei, omsloten door rijswerk en met steen als ballast. Zodra het werk droog viel, werden telkens de wederzijdse taluds van het pakwerk gevormd door twee koplagen van rijshout, dat met zwaarten tuinen werd bevestigd.

³⁾ Ontleend aan het artikel: „De afdamming van de bedijking van het Sloe”, door P. W. Kolkwijk, in Otter, augustus 1964, blz. 1.



In het midden tussen de rijshoutstapelwerken werd de grondvulling steeds tonrondtevormig 0,60 à 0,70 m hoger gehouden, zodat de kanten beter tegen de stroom waren beschermd. De aanvulling van schorkloeten werd laagsgewijze afgedekt met een rijslaag van 0,10 à 0,15 m dikte en bevlid met Doornikse steen. Aan de dam werd, behalve een grote oppervlakte aan zinkstuk, verwerkt: voor het inwassen van de stukken rond 44.000 m³ plaatszand; voor ophoging per **kruiwagen** 105.000 m³ steekhoudend zand, en voor de afdekking, enz. per locomotief getrokken karren 208.000 m³ grond.⁴⁾

Met het zinken van het eerste grondstuk werd op 7 maart 1871 aangevangen, op 12 juli d.a.v. was het Sloe tot boven H.W. afgedamd, terwijl op 21 december van het zelfde jaar het gehele werk was voltooid. Voorgenoemde zeer omvangrijke hoeveelheden konden derhalve **ook toen** in een korte tijd worden verzet!

Van één van de wel extreme snelheden van de ter plaatse tijdens de uitvoering gaande Zuid-Noord gerichte vloedstroom geeft fig. 19, zie pag. 12, een duidelijk beeld. (Zie overigens het artikel „De zeedijken van 1730-1900”, door W. Barentsen, ing. in Otar, september 1962, pagina's 66 en 67).

⁴⁾ B. F. Plasschaert. „Leerboek der bouwkunde, deel II. Waterbouwkunde.

4. Afschuivingen en oevervallen in o.a. Zeeland.

In de provincie Zeeland, in het bijzonder, treden afschuivingen in de oevers en dijken op. Ir. Hogerwaard, zie het laatstgenoemde artikel in het novembernummer 1962, pag. 109 en 110, onderscheidt de twee, volgens hem zeer uiteenlopende, vormen van grondverlies. Onder val verstaat hij het verschijnsel, waarbij door de een of andere oorzaak de grondmassa op een zeker punt van de onderzeese oever zich in nagenoeg horizontale richting zeewaarts verplaatst, zodat tengevolge daarvan binnenwaarts, over zekere uitgestrektheid, een aanzienlijke verdieping ontstaat.

De aldus gevormde kuil heeft gewoonlijk een zich naar binnen verbredende schelpvorm, welke min of meer door locale omstandigheden wordt beheerst, fig. 20. In de as van de val is de bodem nagenoeg horizontaal, flauw hellend naar zee fig. 21, terwijl de aansluiting met de in stand gebleven oever door een meer steil staand talud wordt begrensd. Het verschijnsel, dat men afschuiving noemt, is volgens ir. Hogerwaard niets dan het herstel onder natuurlijk talud, fig. 22.

Sinds het jaar 1800 zijn in Zeeland omstreeks 1000 stuks ernstige aantastingen geregistreerd. De thans laatste val kwam voor op 20 maart 1966 bij de Calamiteuze Leendert Abrahamspolder; deze polder ligt nabij

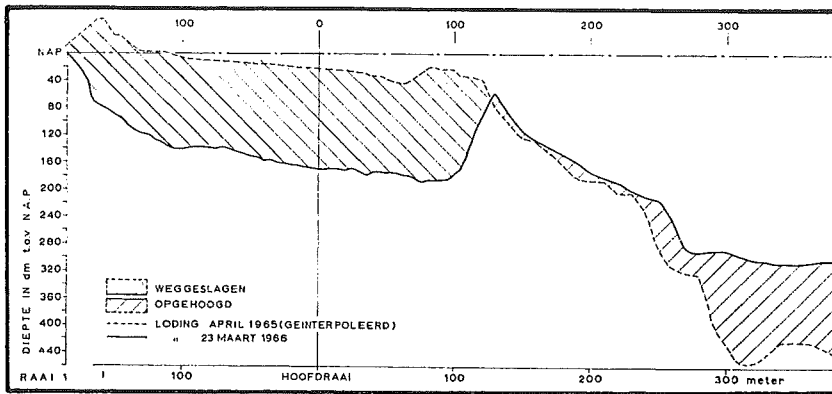


Fig. 25.
Doorsnede in raai 1 van fig. 24.
(gebroken schaal).

De laatste val van 20 maart 1966 had de grootste omvang met rond 1.160.000 m³. Hij nam de hoogwaterkering en een deel van de uit 1896 daterende inlaag mede. De situatie van deze val is zeer eigenaardig, het achterste deel van het zuidelijk oeverwerk ging n.l. eveneens schuiven; het geheel schoot in de in 1898 ontstane diepte.

Zeer opmerkelijk is, dat zowel de val van 1945 als deze laatstgenoemde van 1966 schepvormig achter de respectievelijke oeverwerken tastten.

Fig. 25 toont doorsneden in raai 1 van fig. 23 vóór en na de val; de gebroken schaal doet de eigenaardige vorm van de afschuiving beter uitkomen.

In de as van de schelpvormige val heeft het bovenste deel van het talud een cirkelachtige vorm, terwijl de z.g. „wang” op plm. 115 m vanaf het boveinde in deze figuur voorkomt in het vernauwende gedeelte in de situatie van de schelp van fig. 20. De gehele grondmassa verschoof tot een diepte van zelfs ± N.A.P. - 18,00 m over een onverdedigde rug — wang — van N.A.P. - 5,00 m langs de vallen van 1898 en 1940 weg.

Het bovenste deel van het „talud” van de val van 1966 werd naderhand voorzien van vijf stukken, waarboven drie kraagstukken teneinde de nieuwe dijksluiting te beschermen. Om achterloopsheid te ontgaan werd het laatste stukje van de Zuidnol verbonden door een tot L.W. aangebrachte „dam”. Aan de „voet” van de vijf zinkstukken werd een 25 m brede grindsoort van 1000 kg/m² gebracht, fig. 25A. De stukken werden bestort met 900 kg steen per m².

Omtrent het ontstaan van de vallen is nog weinig met zekerheid bekend. Soms lijkt het of de uitschuringen daaraan grote schuld hebben, doch bij de laatste gaat dat niet helemaal op. De hydrostatische druk kon weleens meer invloed hebben uitgeoefend.

De doorlaatbaarheid van het fijne losgepakte zand werd in 1890 reeds onderzocht middels een in de L.A.-polder geplaatste 3” standpijp, reikende tot op ± 10,00 m in het middelgrijze fijne zand.

De waterbeweging in deze pijp ging wel met het getij op en neer, doch bleef sterk achter; het grootste verschil bedroeg zelfs 2,18 m.

Bij de jongste val aan deze polder was het hoogwater te 13,55 uur bij een stand van + 2,11 m en laagwater met - 2,10 m. De volgende dag ofwel 18 uren later was een verschil van 4,21 m, aanwezig. Normaal is dit ± 3,19 m, het verschil is derhalve niet bepaald groot te noemen en zou dus niet zo direct als veroorzaker zijn aan te duiden.

Opmerkelijk is evenwel, dat de meeste vallen plaats vonden in de natte wintermaanden, wanneer een groot deel van de neerslag in de vertikaal moeilijk doorlaatbare bodem is blijven hangen. Bij de „natte” „Inlaag van 1896” zal zulks met de val van 1966 hoogstwaarschijnlijk ook wel het geval zijn geweest. De mogelijkheid is immers groot, dat de uit de „waterverzadiging” voortgevloede belasting het evenwicht in de waarschijnlijk met sliblaagjes doorspekte losgepakte fijne zandlagen heeft verstoord. (Misschien zouden vertikale draineringen — in de praktijk wel zandpalen genoemd — dergelijke situaties kunnen verbeteren.)

Uit een tweetal in de nabijheid verrichte boringen bleek, dat de bodem op de onderwerpelijke diepten voornamelijk bestaat uit „middelfijn zand (U 80) met weinig slib”.

Zou dit ook niet op het in fig. 6 aangegeven type sliblaagjes kunnen duiden?

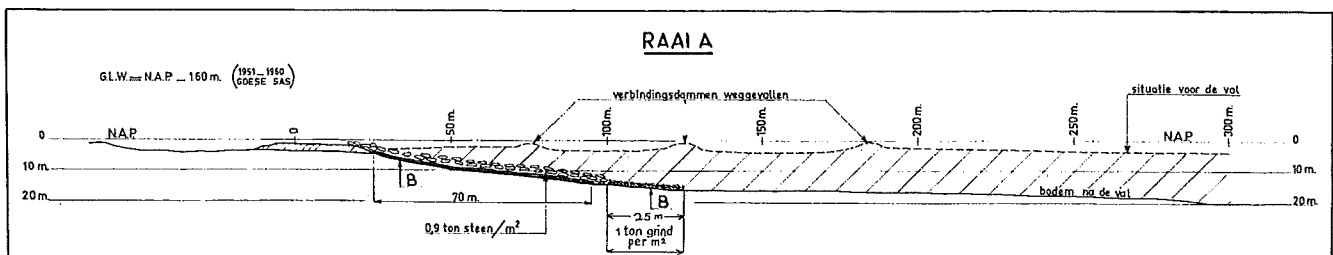
Ter verdediging van dergelijke vallen worden enorme oppervlakten met zinkstukken bekleed.

Betreffende de niet aaneengesloten liggende bestortingen van steen, tot een hoeveelheid van 350 kg/m², op de taluds van de sterk „bergachtige” oever is de vraag te stellen, zakken deze stenen niet afzonderlijk weg, gaat daarmee niet het verdedigende karakter verloren óf vormen dergelijke op verschillende niveau’s liggende stenen z.g. „deuvels” in de glijdvakken?

Voorts rijst de vraag zou het betrekkelijk weinig meer kostende geheel bezinken van een zodanige oever het gevaar van aantasten niet beduidend kleiner maken? In dit verband wordt o.m. verwezen naar de dieptelijnen van o.a. 350 en 400 dm bij het noordelijk oeverwerk.

Voorts werden meerdere gegevens ontleend aan het artikel „Rond de oever- en dijkvallen bij Kats” door de heer W. M. Wilderom, ing. in Otter, febr. 1967, nr. 37).

Fig. 25-A. Doorsnede in raai A van fig. 24.



5. DE KUST VAN NOORD-HOLLAND ⁵⁾

a. De Helderse Zeewering.

De onderzeese oever voor de Helderse Zeewering is sinds jaren onderhevig aan zodanige stroomaantastingen, dat — over een gedeelte van de lengte — een steil talud ontstond als in de figuren 26 en 27 ingetekend. Hellingen van 1 : 1½ komen daarbij zelfs over hoogten van ± 18.00 m voor. De voorliggende bodem ligt daar op ± N.A.P. -35.00 m.

Als gevolg van de destijds in uitvoering zijnde afsluiting van de Zuiderzee werd een grotere stroomsnelheid in het Marsdiep verwacht. Men achtte het hierom noodzakelijk enkele vakken van de onderzeese oever te voorzien van een „aaneengesloten” bezinking met steenbestorting.

Aangevangen werd met het aanbrengen van zinkstukken met de lange zijden daarvan evenwijdig aan de laagwaterlijn, zulks in verband met de richting van de stroom. Uit de opgenomen, in fig. 26 ingetekende, ligging blijkt echter wel, dat ze niet op de plaats van bestemming terecht kwamen. Met de vervolgens met de lange zijden loodrecht op de laagwaterlijn aangebrachte stukken was zulks aanvankelijk evenmin het geval. Voorts bleek, dat de eerstbedoelde stukken, waarvan de lange zijden evenwijdig aan de laagwaterlijn, bijzonder moeilijk vlak op de oever konden worden gezonken, fig. 26.

De stukken hadden een onderling afwijkende grootte van 12 m x 30 m tot 32 x 50 m, terwijl er ook stukken van 20 m x 80 m voorkwamen. De open gebleven tussenruimten (gewoonlijk groter dan 4 m) werden naderhand hier en daar overlast.

De hiervoor geschetste moeilijkheden betroffen in het bijzonder de eerste stukken; de uitvoering ging vervolgens wel wat beter, doch ze bleef zorg baren, zoals b.v. uit fig. 27 is waar te nemen. De in de bocht aangebrachte stukken kwamen zelfs „kris-kras” verspreid te liggen.

Op de eigenaardige volgorde van zinken — waarvan de aangebrachte nummering wel een beeld geeft — wordt nader teruggekomen.

(De situaties, waarop de figuren 26 en 27 betrekking hebben, liggen circa 500 m uit elkaar).

Direct na de bevrijding moest veel zinkwerk aan de onderwerpelijke zeewering worden uitgevoerd. Waarschijnlijk had de paalworm veel verwoestingen aangebracht. In de periode 1960-1966 diende rond 47000 m² te worden verwerkt.

b. De zuid-oost punt van Texel.

Het Buitenveldje bij het Horntje werd na een plaats gevonden val sterk bedreigd, waarom een verdediging van drie grote zinkstukken, benevens één van kleinere afmetingen werden aangebracht, fig. 28. De afmetingen van de grote stukken zijn 20 m x 130 m. Deze grote lengte werd gekozen, niet alleen om de gehele „diepte” van het gehavende talud te kunnen bestrijken of „aaneen te koppelen”, doch mede om zo spoedig mogelijk — en wel op de ondiepe lijn van omstreeks 25 dm. — een vast punt te kunnen verkrijgen. De figuur geeft de ingemeten situatie weer.

Op het aanbrengen van de aangehaalde zinkstukken wordt nader teruggekomen.

⁵⁾ De gegevens werden merendeels ontleend aan het artikel „Zinkwerken en Steenbestortingen”, door W. Barentsen ing. in Otter, juni 1957.

c. Elders op Texel.

Op andere plaatsen werden steil staande oevers bestort met dikke — of wel uit meerdere lagen bestaande — „matten” van zware steen.

Aan de teen rusten deze massa's echter of op een kleilaag, of op vooraf aangebrachte zinkstukken, teneinde geulvorming aan — dan wel vernieling van — de teen te voorkomen.

6. STRANDHOOFDEN EN KRIBBEN ⁶⁾

a. Strandhoofden.

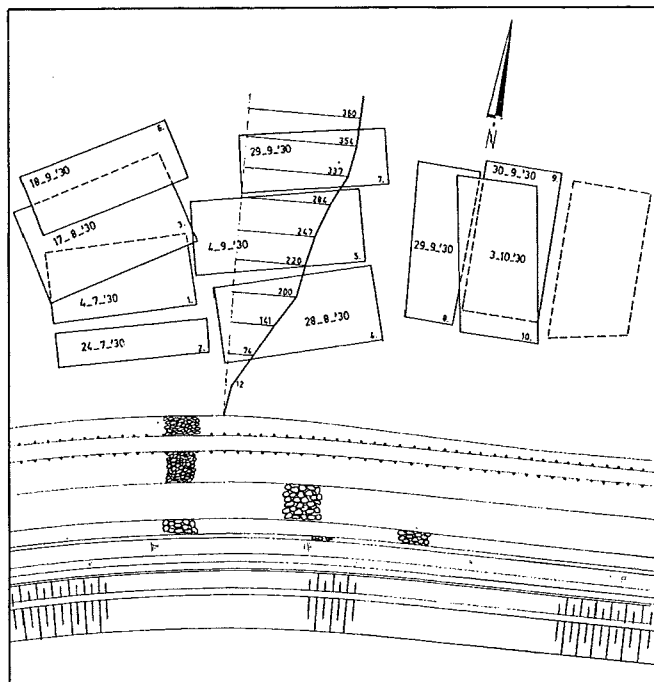
Als gevolg van een wisselend zandtransport langs de kust, kunnen onze stranden niet zonder meer op langere termijn in evenwicht blijven. Een plotselinge verandering door een zware stormvloed wordt in de regel weer hersteld als gevolg van de normaal werkende invloeden, t.w. het z.g. zandtransport.

Dergelijke transporten voeden — dan wel onderhouden — meestal onze natuurlijke kust-verdediging. Is evenwel een langdurige constante afname aanwezig, dan zal een verdediging op kunstmatige basis zijn toe te passen. Zo'n bescherming kan bestaan uit een doorgaande verdediging of uit het aanbrengen van omvangrijke, puntsgewijze aangebrachte, verdedigings- of stroomgeleidende werken, de z.g. strandhoofden. Ze hebben tot taak het verder landwaarts opdringen van de ebstream tegen te gaan. Een strandhoofd dient nl.

⁶⁾ Ten behoeve van het hierna vermelde werden meerdere gegevens ontleend aan de artikelenserie „De (r)evolutie in de weg- en waterbouwkunde gedurende de laatste 50 jaar” in Otter, maart 1967, met o.a. bijdragen van de collega's H. Breimer ing. en M. A. Jansen ing.

Fig. 26. Situatie van enige evenwijdig aan de oever tot zinken gebrachte stukken, vervolgens enkele loodrechte daarop aangebrachte.

Betreffende de grootte wordt opgemerkt, dat stuk nr. 7 een lengte heeft van 50 m, doch in de situatie slechts 47 m. Direct na het zinken lag een gedeelte van het stuk met een „rug” 5 m boven de bodem.



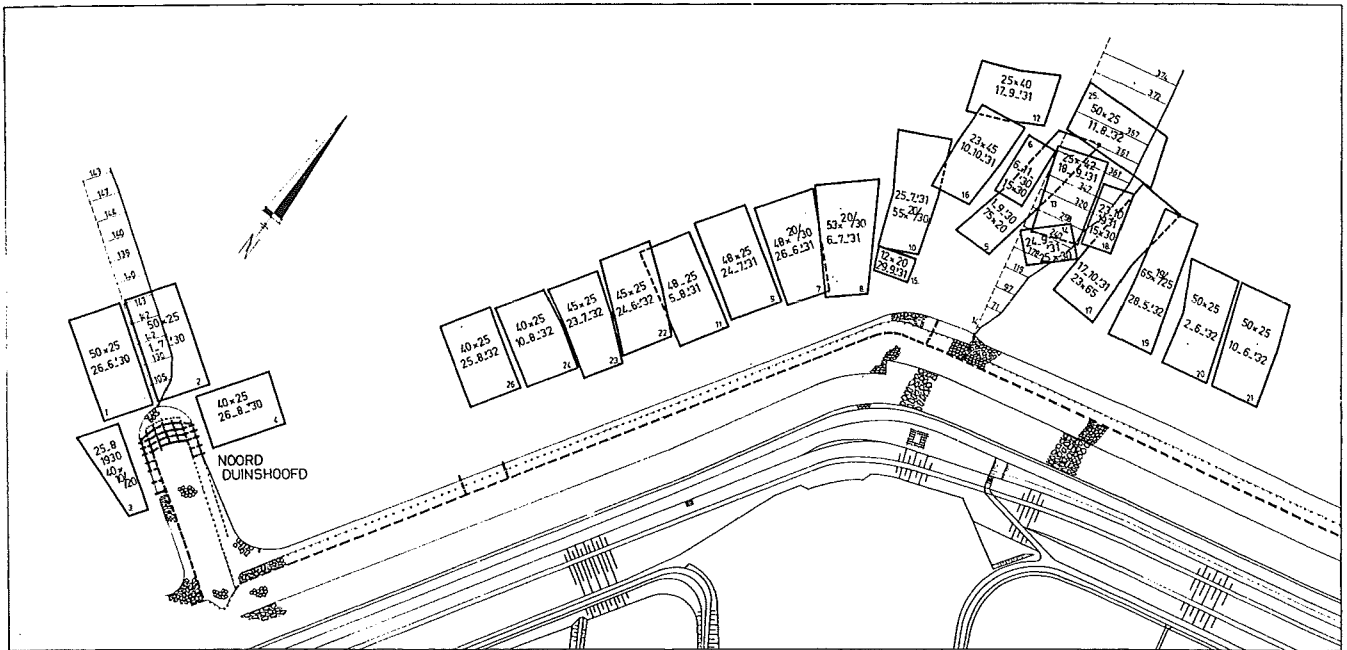


Fig. 27. Situatie van in een bolle bocht van de oever aangebrachte stukken. De nummering geeft de volgorde aan.

de L.W. lijn „vast te houden”. Een doorgaande verdediging zou zeer kostbaar zijn en vooral de mogelijkheid tot het op natuurlijke wijze op peil houden van de stranden ontnemen.

De bouw van strandhoofden vordert minder grote kosten, althans indien de voorliggende zeebodem niet diep is. Men maakte ze dan ook op afnemende stranden, zoals o.m. aan de Noordzeekust tussen Huisduinen en Petten. Ze worden voorts aangebracht ten behoeve van de Hondsbosse zeewering.

In de hoogteligging van de strandhoofden is de laatste decennia enige verandering gebracht. Zij is nl. sterk van invloed op het transport van zand en dient daarop te worden aangepast.

Bij een afnemend strand stelt men vast wat moet worden vastgelegd, eerst de lijn van inschering, dan de duinvoet en vervolgens de koppenlijn. De omstandigheid of de maximale stroomsterkte die bij hoog- dan wel bij laagwater op treedt heeft hierin wel een beduidende betekenis. In het eerste geval is nl. het transport van zand over de hoofden aanzienlijk groter dan in het andere geval. Het verband tussen de hoogte en de lengte van de hoofden zou daarvan afhankelijk zijn te stellen.

Het profiel van een hoofd is voorts afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden, waarom geenszins van een bepaald standaardprofiel is te spreken. Voorts heeft het inzicht van de ontwerper grote invloed op de ligging en het profiel van de hoofden.

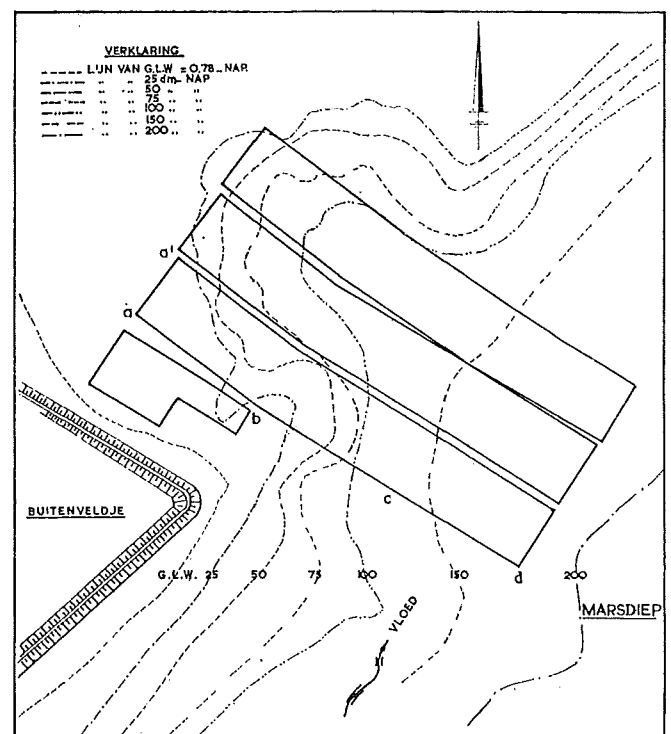
Op Vlieland b.v. wordt tegenwoordig veelal een lengte- en een dwarsprofiel aangehouden als in fig. 29 afgebeeld. In tegenstelling tot vroeger is het bovenvlak in lengterichting horizontaal. Deze vorm werd gekozen aangezien — bij een afnemende kust — een landwaartse verlenging van de in lengterichting oplopende hoofden deze een te grote hoogte zouden verkrijgen. De hoogteligging wordt evenwel mede bepaald met de mogelijkheid tot uitvoering van de kap in den droge.

De bezinkingen rond de koppen van de strandhoofden namen in het algemeen in de loop der jaren in omvang sterk toe.

Doordat de strandafname na de aanleg van de hoofden veelal verder voortgang had, kwamen de koppen van deze hoofden geleidelijk verder in zee te liggen en werden ze daardoor steeds aan zwaardere aanvallen blootgesteld. Fig. 30 geeft een beeld van de omvang van bedoelde bezinking rond de koppen.

Zoals daaruit blijkt was de grootte aanvankelijk gering. Op grond van de daaruit voortgevloede grote onderhoudskosten ging men echter inzien, dat een ver-

Fig. 28. Bezinking van een oeverval.



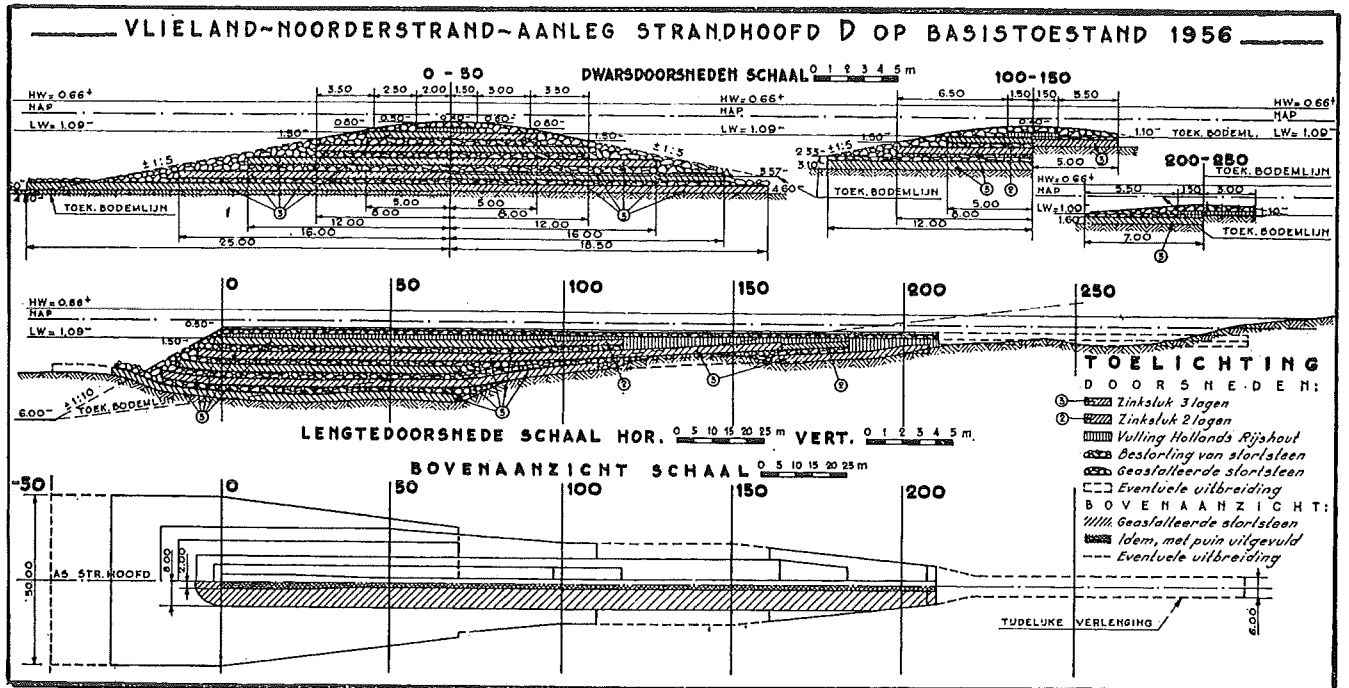


Fig. 29. Strandhoofd op Vlieland. (Het hoofd ligt hier in een geul. Wellicht heeft men niet kunnen wachten op het aanzanden daarvan).

groting noodzakelijk was; het had een radicale verbetering tot gevolg.

In navolging van Delfland werden de afmetingen opgevoerd tot, gemeten zeewaarts uit de koppen, een lengte van 40 m. en een breedte van 50 m.

In 1950 aangebrachte bezinkingen — uit zuinigheids-overweging — tot slechts 30 m voor de koppen, hadden uitgebreide stormschaden tot gevolg.

Bij de te voren toegepaste **grotere** afmetingen vonden deze schaden daarentegen niet plaats!

Bij de genoemde grote afmetingen kon aan de steenbestortingen voor de koppen een helling worden gegeven van 1 : 10, wat blijkens praktische ervaringen een vereiste is om te voorkomen, dat de steen al te vlug door de zee wordt weggeslagen. Het stukgewicht van de stortsteen werd opgevoerd tot 1000 kg.

Deze verbeteringen bleken een grote vooruitgang te betekenen⁷⁾.

De stroombanen, die bij de strandhoofden naar elkaar toe worden geperst, met gevolg grotere snelheden van het water langs de hoofden, veroorzaken — althans bij de Hondsbosse zeekering — bij vloed aan de **zuidzijde** verdiepingen en een zandtransport langs de koppen. De stroom buigt zich — als gevolg van het ontbreken van de weerstand van de bestorting — om en wordt minder sterk, waardoor tussen de hoofden zand neerslaat. Bij ebstroom heeft zulks plaats van noord naar zuid. De ebstroom is evenwel zwakker dan de vloedstroom, zodat bij vloed meer zand wordt ver-

⁷⁾ Ontleend aan het artikel „De Noordzeekust van Vlieland”, door J. C. Visser in Otter van mei 1953.

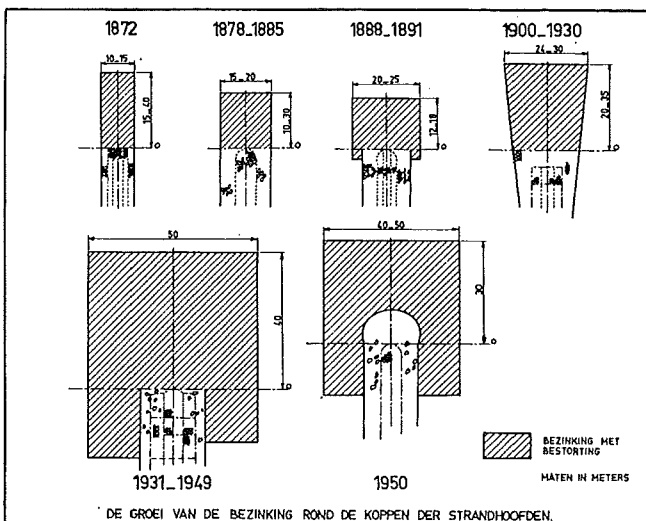
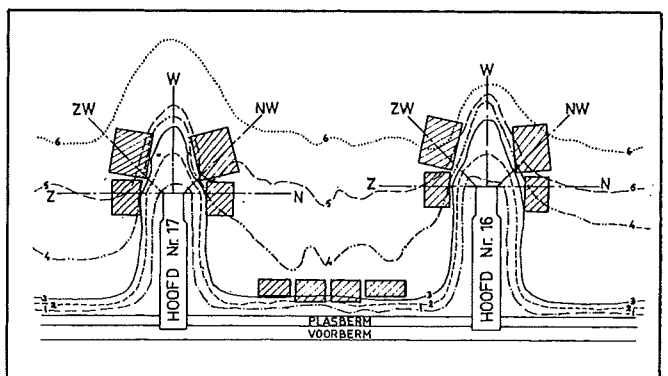


Fig. 30. De groei van de bezinking rond de koppen der strandhoofden.

Fig. 31. Bezinking om de kop van de hoofden voor de Hondsbosse zeekering, plus de dieptelijnen.



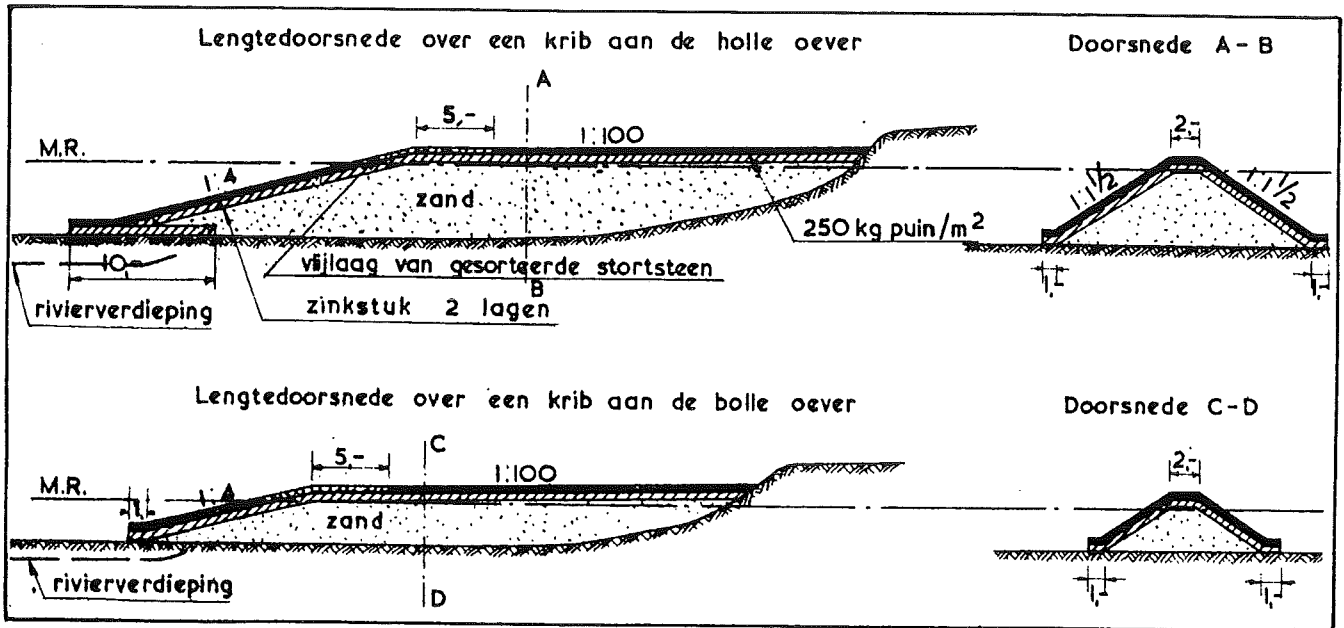


Fig. 32. Lengte- en dwarsdoorsneden van een krib aan een holle- en aan een bolle oever.

plaatst dan bij eb, waardoor de zandvoorraad niet in evenwicht kan blijven en een vermagering van de onderzeese oever zal gaan intreden indien door de wind en de golven van elders geen zand wordt aangevoerd.

Mede als gevolg van stormvloedten volgden bij voorgenomde zeewering sterke afnamen tussen de hoofden, hetgeen een verdediging volgens fig. 31 tot gevolg had. ⁸⁾ Per m² zinkstuk werd circa 2 ton stortsteen nodig geacht.

De voornaamste bestanddelen van de constructie van de hoofden zijn rijswerken die — behoudens ten aanzien van de periodiek droogliggende delen — nog niet door andere zijn te vervangen.

⁸⁾ De benodigde gegevens worden ontleend aan het artikel „Beschouwingen over de onderzeese oever voor en langs de hoofden van de Hondsbosse zeewering”, door B. Zuidweg ing. in P.T. 9-3-1962.

Teneinde van de omvang van deze werken een beeld te geven zij opgemerkt, dat ten behoeve van de Hondsbosse zeewering in de jaren 1956-1959, ongeveer 26.000 m² zinkstuk en plm. 50.000 ton stortsteen werd verwerkt.

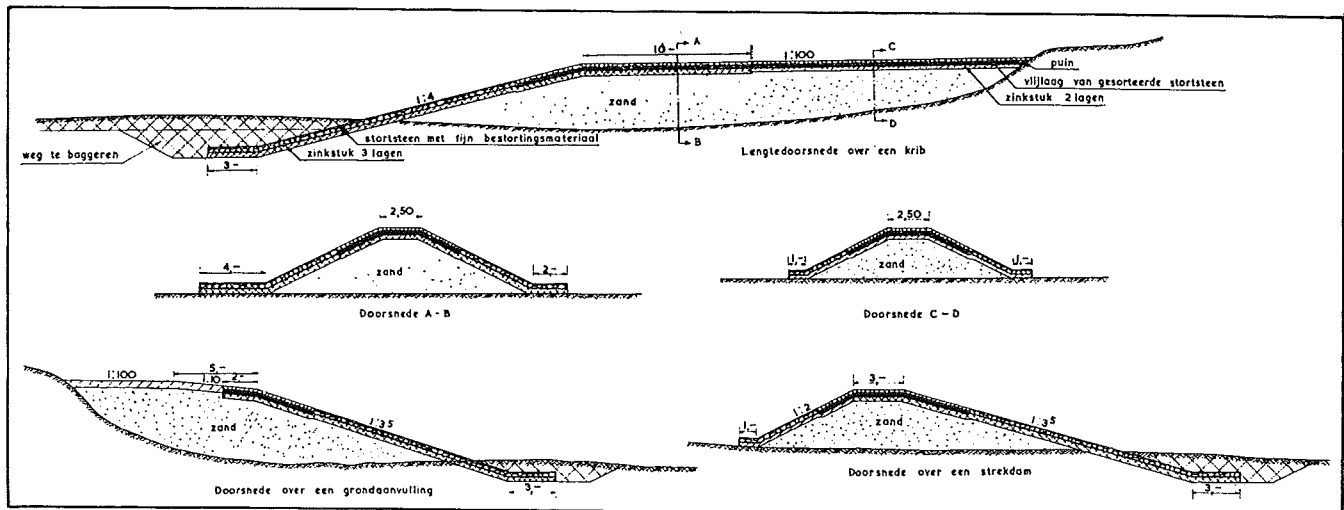
In het Waddengebied werd in de jaren 1960-1966 een hoeveelheid van ruim 200.000 m² zinkstuk aangebracht.

b. Kribben.

In het in de voetnoot⁹⁾ genoemde Otarnummer wordt een aantal belangrijke in de jaren 1916-1966 uitgevoerde normalisatie- en verbeteringswerken op de IJssel, het Pannerdense Kanaal, de Neder-Rijn en de Lek opgesomd.

De normalisatiewerken bestaan voornamelijk o.a. uit stroomgeleidende werken zoals kribben en strekdammen; de verbeteringswerken uit bochtafsnijdingen met aansluitende stroomgeleidingen.

Fig. 33. Lengte- en dwarsdoorsnede over een krib en een strekdam bij de verbeteringswerken.



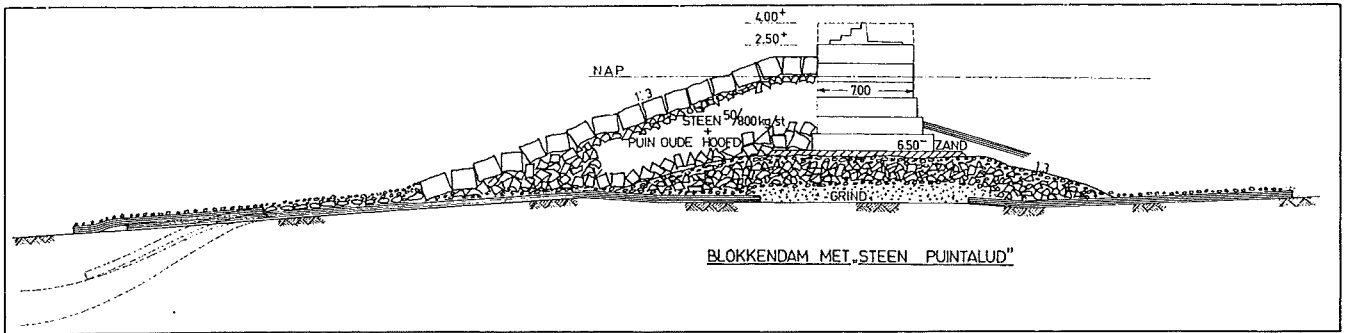


Fig. 34. Doorsnede golfbreker van blokkendam aan het zee-einde van het hoofd.

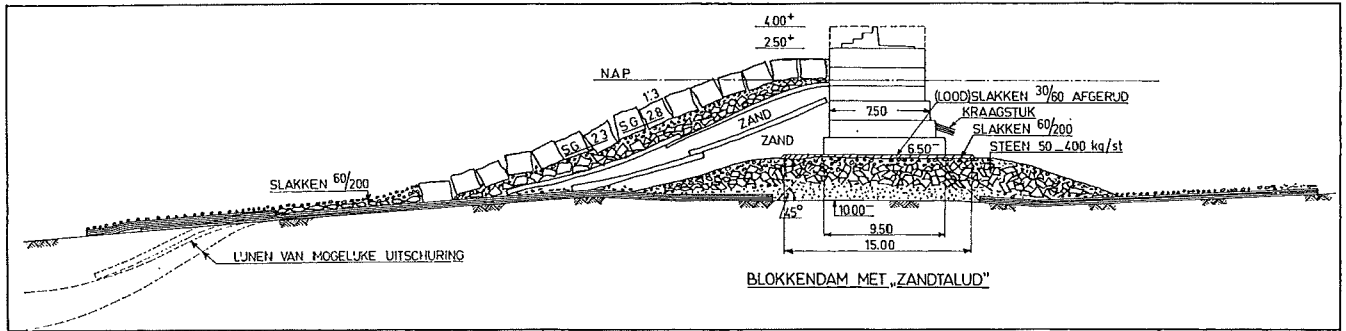


Fig. 35. Doorsnede golfbreker voor blokkendam langs andere deel van het hoofd.

De kribben en strekdammen worden nog steeds uit voornamelijk rivierzand samengesteld en afgedekt met een laag zinkstukken, waarop een bestorting, dan wel — waar mogelijk — soms een bezetting van steen.

Fig. 32 geeft een lengte- en een dwarsprofiel over een krib aan een holle en een bolle oever, terwijl fig. 33 een lengte- en een dwarsprofiel geeft van „rivierwerken” bij het gedeelte Pannerdense Kanaal — Neder Rijn.

Met het oog op een verdieping van de rivier is onder de kop van de krib nog een grondstuk aange-

bracht, terwijl overigens — evenals bij de genoemde rivierwerken — het dekstuk met een horizontale overgang ter breedte van 1 à 4 m. op de bodem aansluit.

Ook hier is geen steenbestorting op een niet met een rijnshoutconstructie verdedigde bodem geprojecteerd, alhoewel, zoals zulks bij het losgepakte fijnkorrelige duinzand het geval is, in het eveneens losgepakte rivierzand de stenen niet gaan wegzakken, behalve als gevolg van stromingen.

(Dat het rivierzand ook losgepakt kan zijn moge blijken uit het feit, dat bij de bouw van een schutsluis o.a. te Wijk bij Duurstede (de Beatrixsluis) bij het heien van — slechts 6.00 m lange betonpalen in de 22 m × 400 m grote bouwputbodern, de uit rivierzand bestaande bodern — ondanks de ingebrachte paalinhoud 0,09 ofwel 1½% van de paallengte zakte, zulks ondanks het feit dat de palen — behalve over de laatste meter — werden voorgespoten).

Ten behoeve van werken op de rivieren, als voorbeeld, werd in het tijdvak 1954-1967 aan onderhoud omstreeks 50.000 m² per jaar en aan verbeteringswerken in totaal zelfs 1.200.000 m² zinkstuk verwerkt.

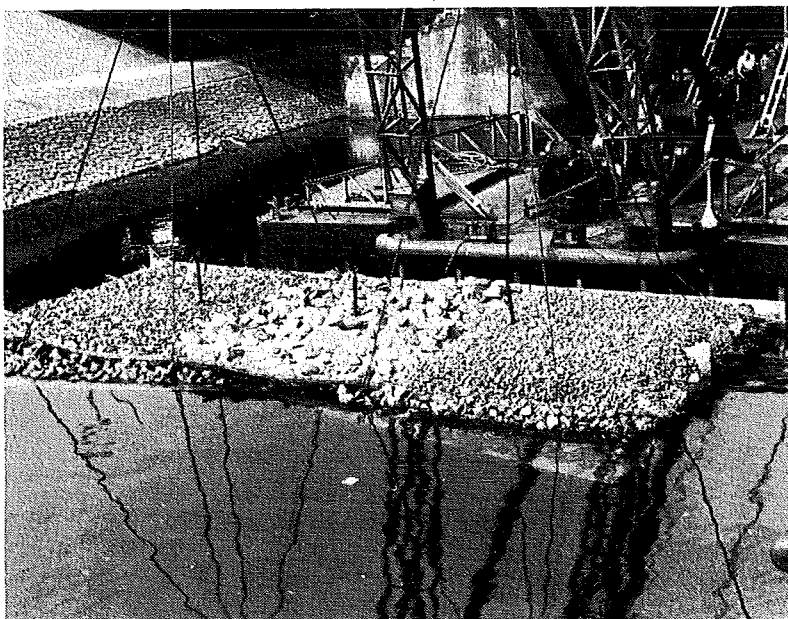
In 1962 werd op de IJssel een proef genomen met zinkstukken van azobé. Hiermede werden echter geen bevredigende resultaten verkregen.

7. DE NIEUWE HAVENHOOFDEN VAN IJMUIDEN.

a. Het primaire voorontwerp.

Bij het in 1957 opstellen van voorontwerpen betreffende de te maken nieuwe havenhoofden te IJmuiden werd met de, bij de bestaande hoofden, met golfbrekers opgedane ervaringen zoveel doenlijk rekening gehouden en wel o.a. in het bijzonder aangaande de fundering onder deze golfbrekers.

Fig. 36. Proefzinkstuk met bestorting.



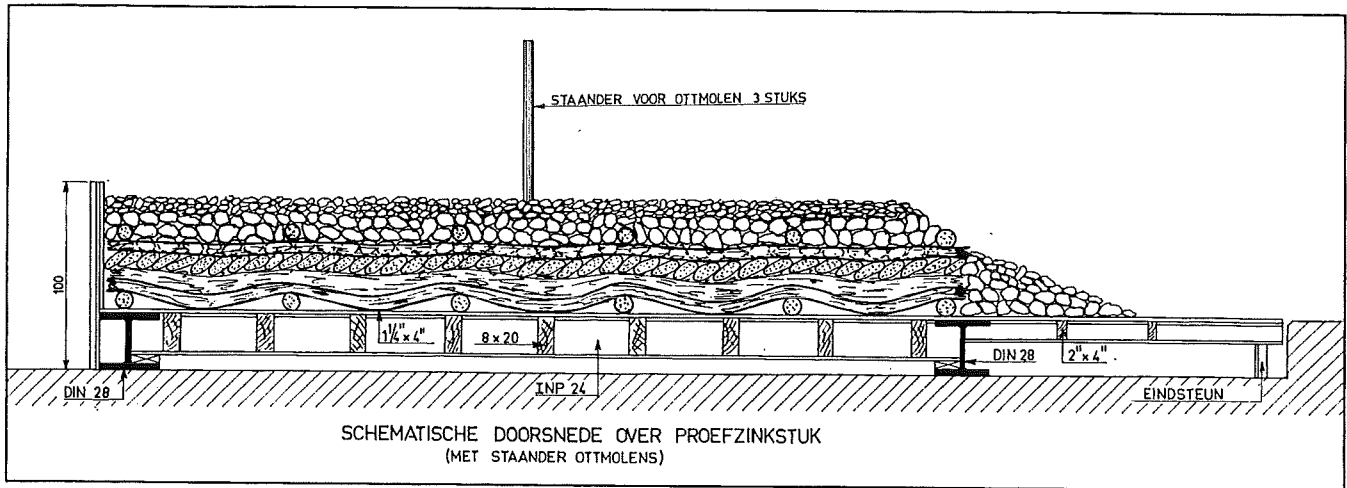


Fig. 37. Schematische doorsnede van proefzinkstuk uit fig. 36.

In de fig. 34 en 35 wordt een tweetal doorsneden gegeven voor een havenhoofdconstructie, bestaande uit een opeenstapeling van zeer zware blokken van beton rustende op een fundatie van grind- en loodslakken en waarvóór een golfbreker. Fig. 34 geeft de constructie aan voor het zwaarst aangevallen gebogen gedeelte, fig. 35 voor het deel binnenwaarts daarvan; de eerder genoemde fig. 5 geeft de tot uitvoering gebrachte situatie van de beide hoofden.

Het grondstuk werd ontworpen met een breedte voor de buitenzijde van 50,00 m. Aan de binnenzijde zou het grondstuk een breedte verkrijgen van 25,00 m.

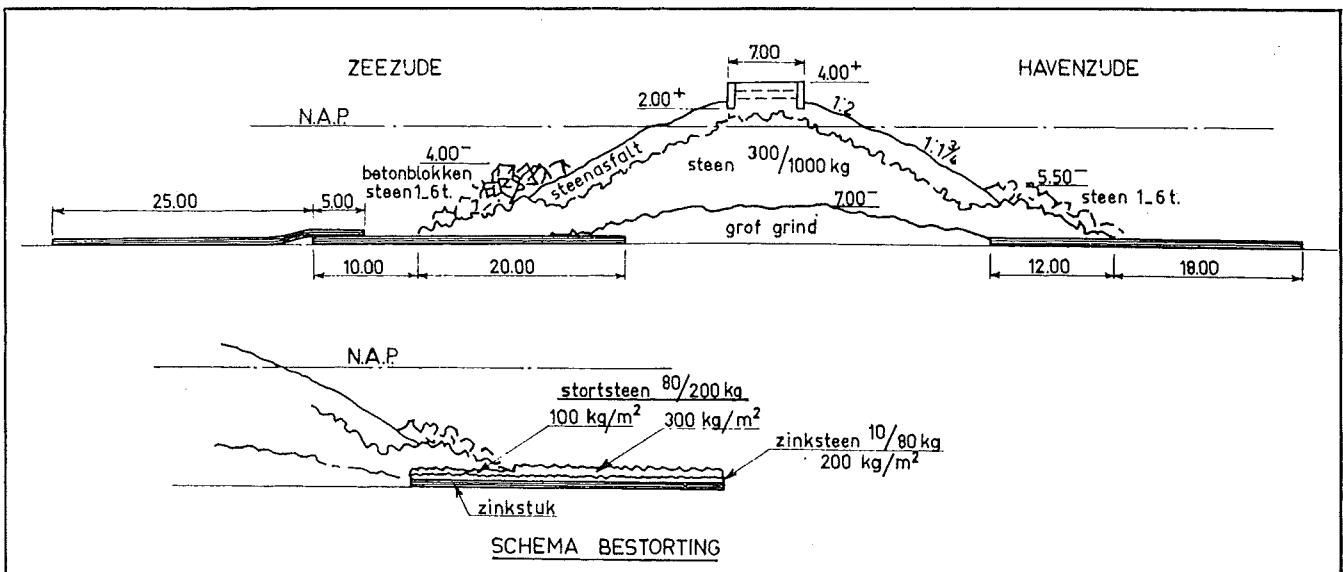
Menige lezer kan — wellicht — deze maten overdreven ruim vinden, temeer daar het buitenstuk zelfs minstens 25,00 m buiten de teen van de golfbreker uitsteekt. De bij zware golfaanvallen over het talud van de golfbreker „teruglopende” watermassa's benevens de mogelijke geulvormingen tot door de ter plaatse op \pm N.A.P. — 16,00 à 17,00 m aanwezige kleilaag deden tot deze „royale” breedte besluiten. Ik meen althans, dat de bestaande constructie — met de somtijds langs liggende geulen — heeft doen leren: hoe het niet moet,

en voorts welke funeste gevolgen er aan vast kunnen zitten, terwijl de kosten van de mogelijk te betwisten z.g. „overbreedte” slechts een fractie van de totale kosten van de aanleg van de hoofden zouden uit gaan maken, dan wel van de schaden welke zouden kunnen ontstaan.

Ter plaatse van de vaargeul zou, ten behoeve van de toenemende diepgang van de vaartuigen, de voornoemde kleilaag worden weggebaggerd. Het zou geenszins ondenkbaar zijn, dat de over de zeebodem gaande zoute vloedstroom, bij het om de kop van het zuiderhoofd lopen, aan de door de kleilaag gebaggerde geul een verbreding dan wel een vertakking zou kunnen geven — zie ook bij de omschrijving van het in de Waterweg tot zinken gebrachte motorschip Dintel-dijk — en wel tot zelfs langs voorbedoelde kop. (Het over de zeebodem lopen van de zoute vloedstroom kan in de nabije toekomst nog toenemen als het te spuien water minder brak zal zijn).

De genoemde breedte van het zinkstuk buiten de golfbreker van 25,00 m werd voorts wenselijk geacht teneinde in elk geval beweging in het onderste zware

Fig. 38. Dwarsprofiel nieuw havenhoofd.



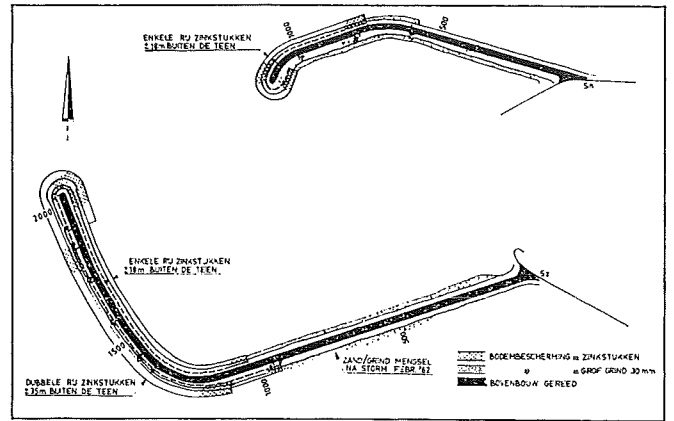
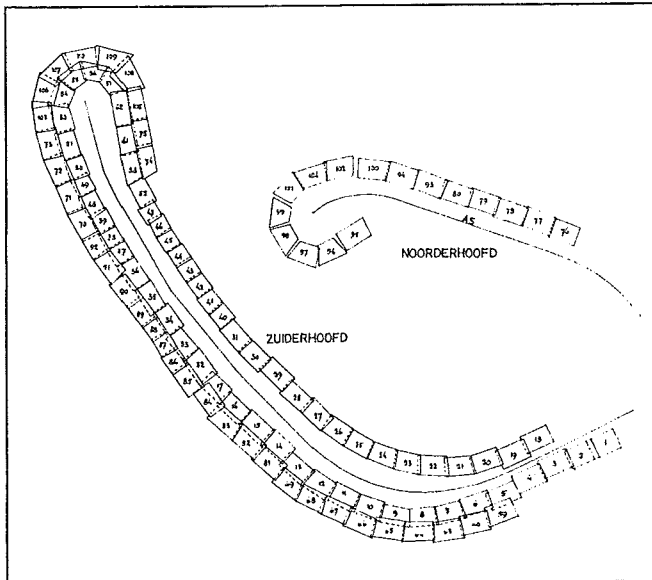


Fig. 40. Situatie havenhoofden.

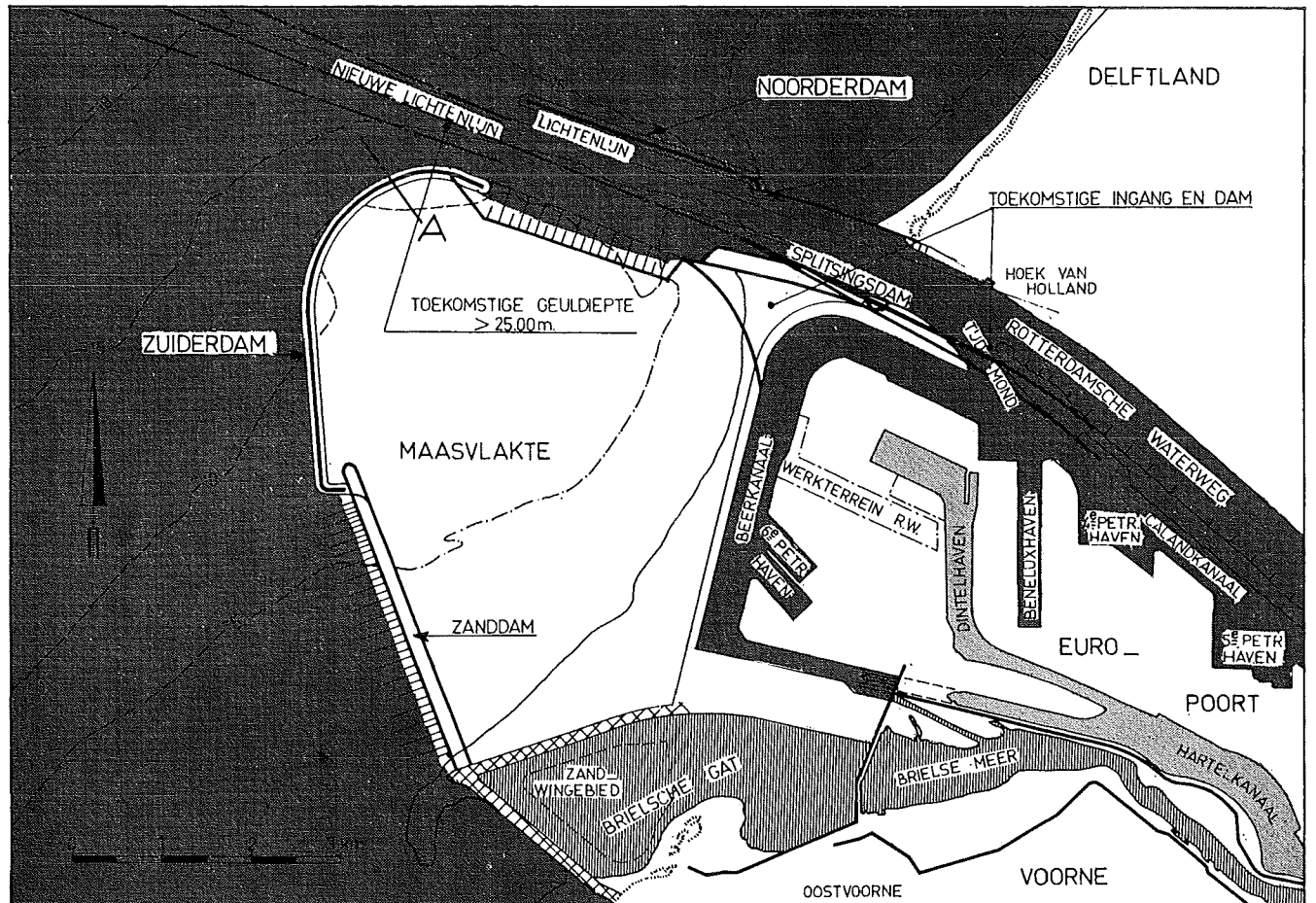
Fig. 39. Situatie aangebrachte zinkstukken.

blok van de golfbreker, dan wel in de taludverdediging, te ontgaan en tevens om te voorkomen dat de z.g. „verdwaalde” blokken buiten het grondstuk zouden kunnen geraken en alzo ontgrondingen, e.d. gaan in-luiden.

De buitenste strook van het grondstuk, ter breedte van 10,00 m, is door een tweede stuk van een lichtere samenstelling afgedekt om daarmee de te verwachten

naden af te dekken. Naden ter breedte van 1,00 m à 2,00 m, die toch in de praktijk zeker zullen gaan voorkomen, kunnen veelal een funeste invloed hebben. Nu zegt de A.V. - par. 222 — wel, dat — zoals b.v. in het onderwerpelijke geval — bedoelde naden een breedte van ten hoogste 1,00 m mogen hebben en ter keuze van de directie door een bestorting of door het aanbrengen van een nieuw zinkstuk met een steenbestorting

Fig. 41. Situatie havendammen bij Hoek van Holland.



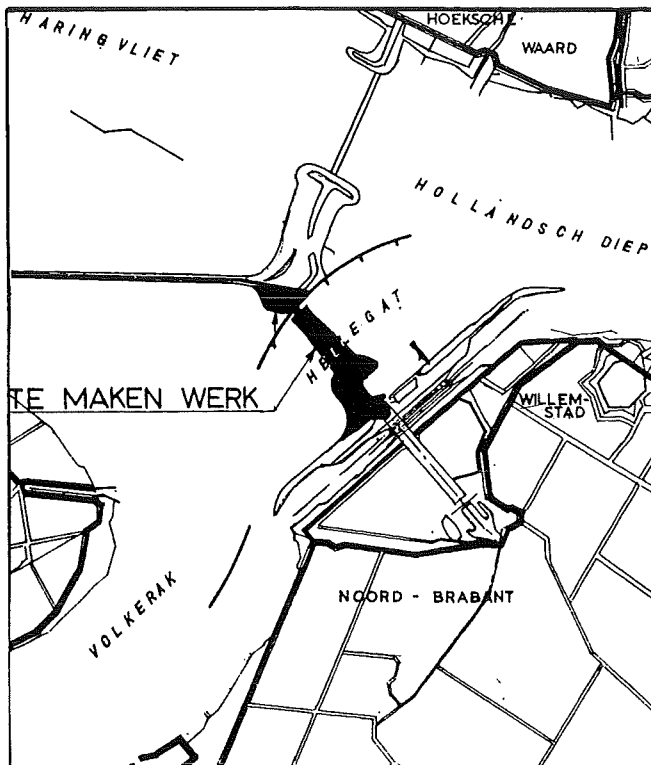


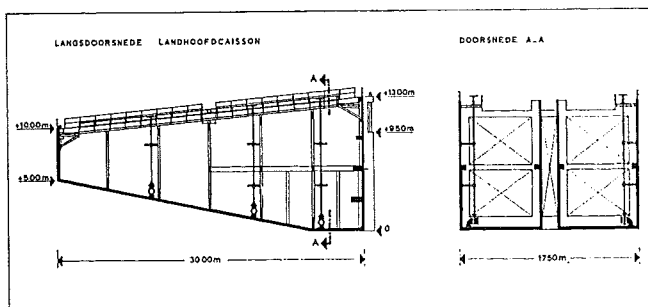
Fig. 45. Situatie te maken afsluiting Volkerak.

zijn, waarvan 5,00 m buiten het onderste stuk uitsteekt zulks om de rand plooibaarder ten aanzien van gevormde geulen te doen zijn, en om een mogelijke aantasting door paalworm van het onderste verdedigende stuk zoveel mogelijk tegen te gaan. Het onderste stuk is, in verband met de tweede aan te brengen laag, zó vlak te houden als toelaatbaar is te achten, derhalve door ter plaatse ter breedte van 12,00 à 15,00 m zeker geen betuiningen en evenmin steen van zware afmetingen aan te brengen. De overlappende laag is een breedte toegedacht van 15,00 m aangezien op zee stukken van geringere afmetingen niet of moeilijk zijn aan te brengen.

De stukken zouden op een bijzondere wijze worden beballast, zulks om een „optimale” zanddichtheid te bereiken. Hierop wordt nader teruggekomen.

Het talud van de golfbreker zou over de grootste lengte van het hoofd zijn samen te stellen uit langs dit hoofd „te spuiten” zand afkomstig uit de te maken dan wel te verdiepen vaargeul. Dit opspuiten zou de blokkenopbouw — zie Otar, sept. 1966 — op de voet

Fig. 46. Lengte- en dwarsprofiel van een scheve aanloopcaisson.



volgen. In figuur 35 zijn twee lagen zinkstukken getekend, in de praktijk echter zou er zeker wel aanleiding kunnen zijn tot het toepassen van meer lagen. Van de eerste laag zou het benedenste stuk het eerst zijn aan te brengen in verband met de op laag niveau langs trekkende stroom en om althans steun voor het opbrengen van het bovenste zandgedeelte te verkrijgen. Na het afdekken van dit laatst bedoelde zand zou de tweede dan wel volgende, laag zand zijn aan te brengen waarop, in verband met de golfslag, eerst het bovenste stuk en vervolgens het onderste stuk. Het z.g. onder talud brengen onder de zware blokken zou met goed gegradeerde breuksteen kunnen plaats vinden, waarna deze laag vervolgens is „te dichten”; zie het gestelde in de hierna volgende Opmerking 3.

Ter aanvulling van het voorgenoemde het volgende:

De zinkstukken van de bovenste laag zouden zeer sterk aan waterbewegingen uit allerlei richtingen komen bloot te zijn. De stukken dienden derhalve goed zanddicht te zijn, in geen geval zou daaronder zand mogen verdwijnen:

In verband daarmee werd gepland:

- a. de van een dubbele rietmat voorziene stukken direct na het zinken van het niet met tuinen versterkte stuk in ruime mate te „bestorten” met duinzand (spuiten vanaf het hoofd). Het zand zal door de waterbewegingen het stuk tot op of zelfs zo mogelijk tot in de rietmat geheel opvullen;
- b. het bestorten — middels een kraan vanaf het hoofd — van het ingezande stuk met een laag stortsteen (stukgewicht 60-125 kg.);
- c. het „vullen” van deze eerste laag stortsteen door grind met afmetingen van 3-10 mm;
- d. het bestorten met een tweede laag stortsteen (stukgewicht 150-300 kg.);
- e. het vullen van deze tweede laag met steenafval, afkomstig uit de Belgische steengroeven. (Deze schilferachtige afval met zwaarten van plm. 1-8 kg, en vervuld met lössgrond, was indertijd in „bergachtige” voorraden bij de proeven aanwezig. De afval was tegen de prijs van f 0,50 af te voeren, dan wel à f 1,00 franco wagon of f 2,50 franco boord te verkrijgen, en
- f. het vervolgens uitvullen tot het geprojecteerde talud met goed gegradeerde en te verdichten breuksteen zoals reeds vermeld. Gemeend werd dat deze laag vrij goed was af te rijen met een in de kraan hangende zwaar wegende „hark”.

Naar ik vertrouwde zou een aldus aangebrachte laag — waarop een bezetting van geplaatste (dus niet gestorte) zware betonblokken — het uitspoelen van het zand geheel tegengaan.

Nabij en ter plaatse van het meer aangevallen buitenste damgedeelte fig. 34 zou in plaats van zand, puin afkomstig van het te slopen gedeelte havenhoofd met golfbreker en voorts een mindere soort breuksteen zijn te gebruiken.

Onder de opbouw van de muur van blokken werd een laag grind gedacht, waarop een dunne uitvulling van loodslakken 30-60 mm, die vervolgens zuiver vlak diende te worden afgerijd; zie laatstgenoemde nummer van Otar. Het grind zou bij zware zeegang aan verplaatsing onderhevig kunnen zijn, de slakken evenwel niet.

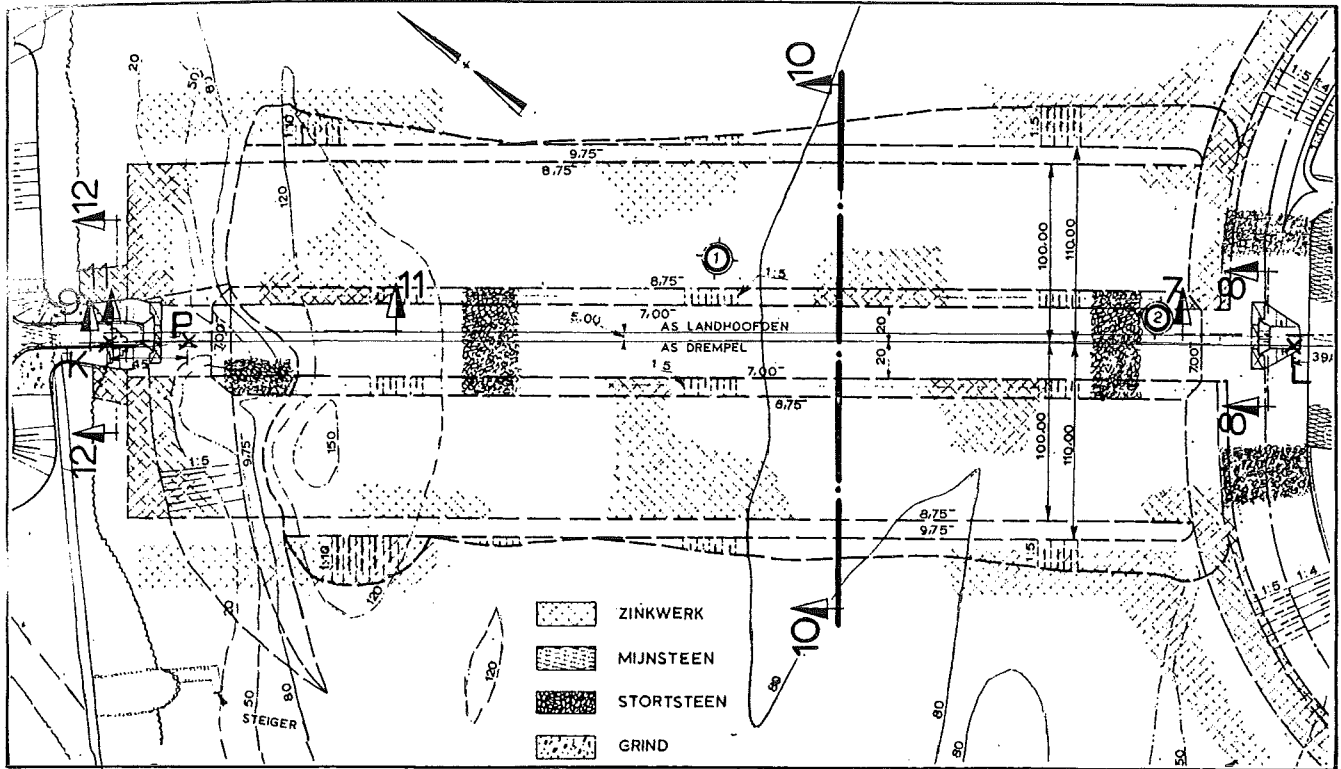


Fig. 47. De verdediging van de drempel in het sluitgat van het Hellegat.

Ten behoeve daarvan werden in de Kleine-sluis van IJmuiden, waardoor normaliter veelvuldig werd gespuid, proeven genomen met een zinkstuk afgestort met:

- 300 kg/m² loodslakken 40-90 mm op 200 kg/m² mijnsteen;
- 400 kg/m² loodslakken 30-60 mm op 200 kg/m² mijnsteen;
- 500 kg/m² mijnsteen;
- 500 kg/m² grove loodslakken, en
- 300 kg/m² grof grind 30-80 mm op 200 kg/m² grove loodslakken.

Fig. 36 geeft een beeld van een in een hijskraan hangende houten vloer, waarop een proef-zinkstuk met bestorting, die vóór het puntstuk van het binnensluishoofd in de sluis werd neergelaten, terwijl fig. 37 een schematische doorsnede van het neergelaten geheel geeft. (Aan de bovenstroomse zijde werd een schuin gerichte overgang gestort om de praktijk enigszins te benaderen). Met behulp van een 3-tal op het stuk

geplaatste Ott-meters werden de stroomsnelheden gemeten.

Vóór het neerlaten werden vele slakken en steenstukken op het bovenvlak wit geverfd en in detail gefotografeerd. Hierbij werd onderscheid gemaakt ten aanzien van stukken die „vast” respectievelijk „los” in hun „nest” lagen.

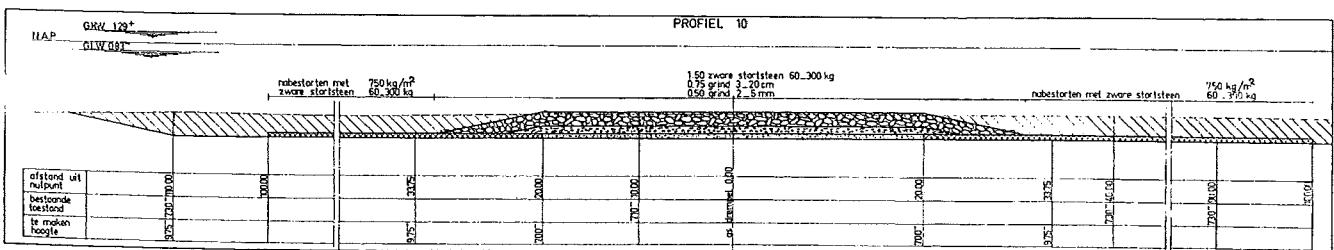
Bij stroomsnelheden van 3,20 m/sec. werd een flinke verplaatsing van de mijnsteen evenals van het grove grind waargenomen.

De fijne — evenals de grove-loodslakken bleven hetzij „los”, hetzij „vast” in hun nest liggende — onveranderd op hun plaats!

Bij de mijnsteen en het grove grind was bij de vast in hun nest liggende stukken een belangrijk geringere verplaatsing waar te nemen dan bij de niet vast liggende stenen.

Bij de proefnemingen bleek voorts het grote verschil in beweging dan wel verplaatsing of wegspoelen van grote steenstukken die al dan niet door kleine stukken steen waren opgesloten. (Bij de behandeling van de constructie van de zinkstukken en de bestorting wordt hierop nader teruggekomen).

Fig. 48. Doorsnede over drempel in profiel 10 van fig. 47.



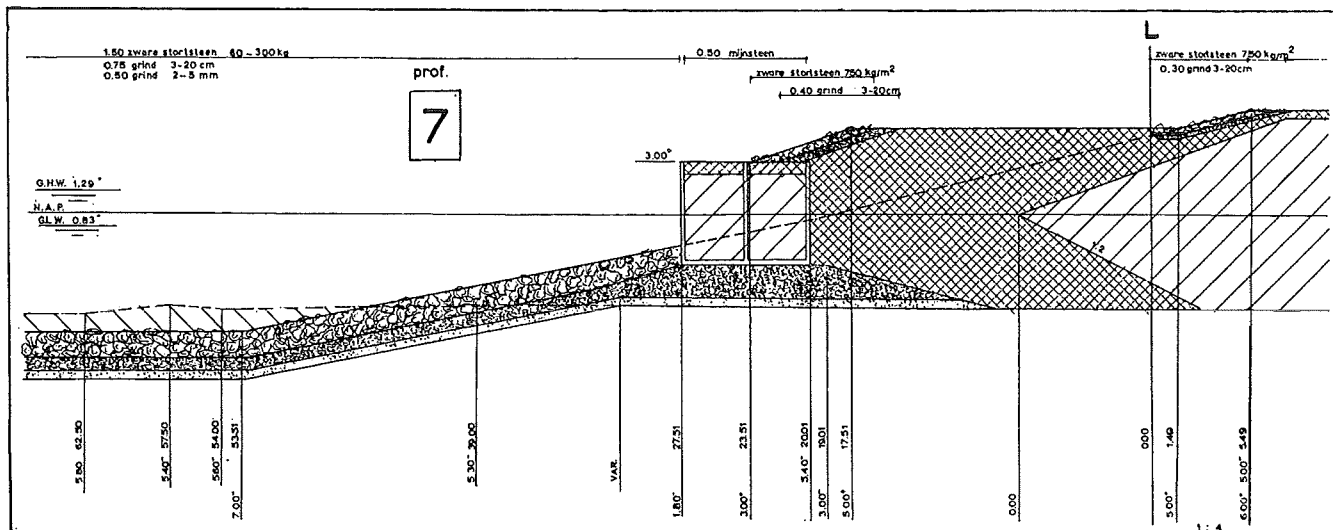


Fig. 49. Lengtedoorsnede over drempel, onder schuine caisson. in profiel 7 van fig. 47.

OPMERKING 3: Bij een bestorting bestaande uit grote stukken dienen deze, ten behoeve van een goede vaste ligging, geheel te worden opgesloten door materiaal van kleinere afmetingen.

b. Het uitgevoerde ontwerp.

Het uitgevoerde ontwerp is in opbouw sterk afwijkend van het hiervoor omschreven primaire voorontwerp, de „fundatie” komt in grote lijnen daar echter wel mee overeen.

De gehele situatie van de hoofden werd reeds in meergenoemde fig. 5 opgenomen. Fig. 38 geeft de hoofden in dwarsprofiel weer. Hieruit blijkt, dat de opbouw uit een op „grondstukken” rustende dam van stenen bestaat, die boven het peil van N.A.P. - 6,00 à 7,00 m tot een dikte van 2 à 2,5 m is afgedekt met een — eveneens in de natte aangebrachte — laag steenasfalt. De steenasfalt rust op een dam van breuksteen van 300 tot 1000 kg. Deze breuksteen wordt aan de teen nog gesteund door steen met een stukgewicht van 1-6 ton,

terwijl aan de zeezijde daarop een verzwareing, bestaande uit blokken beton van ± 20 ton is gestort.

De gehele opbouw rust in het midden op een laag grof grind, en voorts aan de zeezijde over een breedte van 20 m en aan de havenzijde ter breedte van 12 m op een grondstuk. De grindlaag werd aangebracht ná de grondstukken.

De grondstukken hebben een breedte van 30 m en liggen met hun lange zijde evenwijdig aan de as van het hoofd. Ze steken derhalve aan de zeezijde 10 m en aan de havenzijde 18 m buiten de teen van de dam uit.

De „overbreedte” aan de zeezijde van 10 m zou bepaald te gering zijn waarom met een overlap van 5 m daarbuiten nog een stuk werd aangebracht van eveneens 30 m breedte, althans het zwaarst aangevallen gedeelte van de hoofden betreffende. Fig. 39 geeft de grondstukken in situatie weer. Ook bij de „langs- en dwarsstuiknaden” overlappen de stukken elkaar en is daarmee het bezwaar van naden zeer goed opgelost. Het vierdik overlappen geeft hier geen aanleiding tot bezwaren.

De taluds van de steenasfalt zijn 1 : $1\frac{3}{4}$ ofwel betrekkelijk steil. Mocht deze in de toekomst „verflauwd” dienen te worden dan biedt het grondstuk daartoe misschien wel ruimte. Ook t.a.v. geulvormingen is de bodembescherming goed van opzet. De geulvorming om de kop van het Zuiderhoofd is echter gauw te onderschatten en het grondstuk te smal!

De stukken zijn buiten de teen van de dam, behalve met 220 kg/m² zinksteen, belast met 300 kg/m² steen 80-200 kg.

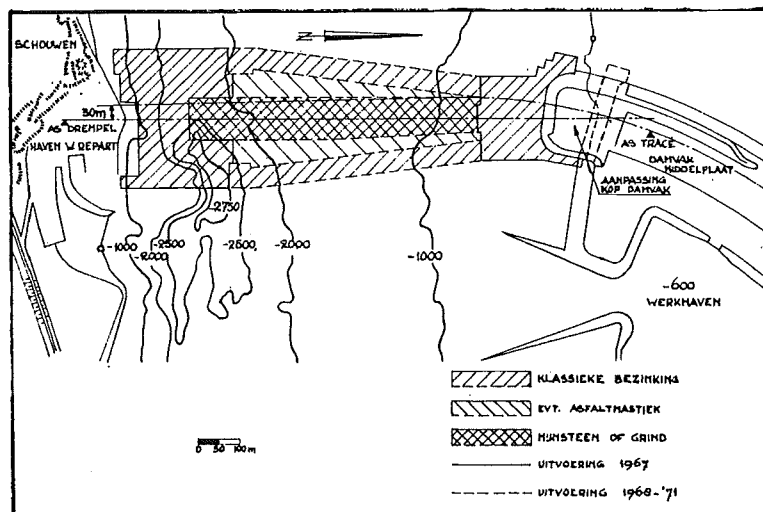
Fig. 40 geeft in situatie de constructie van de nieuwe gedeelten van de hoofden. (De buiten de grondstukken verspreid liggende grindstenen zijn van de onder het midden van de dam aanwezige laag grind afkomstig. De kracht van de, over deze grindlaag gaande stromingen tijdens de storm van februari 1962 bleken te groot te zijn voor de stabiliteit van de grindbiggels).

Op de zinkstukconstructies etc. wordt nader teruggekomen.

8. DE TE BOUWEN NIEUWE HAVENDAMMEN BIJ HOEK VAN HOLLAND.

De bij Hoek van Holland te bouwen nieuwe havendammen zijn in fig. 41 in situatie weergegeven. Het zuidelijk deel van de Zuiderdam of wellicht beter aangeduid met het zuidelijk gedeelte van de Eurovlakte,

Fig. 50. Zuidelijke stroomgeul ofwel het eigenlijke Brouwershavense Gat.



krijgt aan zee een strandvormige begrenzing. De dam zelf, evenals het verlengstuk van de huidige noorderdam, zullen een doorsnede verkrijgen volgens fig. 42, althans zoals medegeedeeld op een indertijd gehouden persconferentie.

Zoals uit de dwarsdoorsnede blijkt zal hier geen grondstuk worden toegepast. De in een z.g. „filteropbouw” samen te stellen „onderlaag” rust op de normale zeebodem of op een — wellicht uit zand bestaande — laag vulmateriaal, dan wel in een gebaggerde sleuf.

Bedoelde onderlaag bestaat uit twee delen, het eerste deel (laag), dik 0,75 m zal worden gevormd uit grind, het tweede dik 1,50 m — uit breuksteen met een stukgewicht van 300-1000 kg.

De dam zal verder worden opgetrokken uit een kern van breuksteen, zwaar 1-6 ton per stuk, waarop een tweetal lagen betonblokken met een gezamenlijke dikte van 5,60 m en een gewicht per stuk van ± 43 ton. De blokkelagen zullen aan de teen worden gesteund door breuksteen van eveneens 1-6 ton per stuk.

De tot N.A.P. + 2.00 m. reikende dammen — ofwel **eigenlijk golfbrekers** — zijn, zeer terecht, nogal „poreus” van constructie, met gevolg dat bij zware golfaanvallen de watermassa's niet alleen over de dammen heen zullen gaan, doch zowel bij het **aankomen** rollen als bij het „afvloeien” stromingen met grote snelheden door de „perforaties” zullen doen ontstaan. Deze waterbewegingen zullen echter **tot op de grindlaag** eveneens voorkomen in de breuklaag van 300-1000 kg. per stuk.

Zoals dezerzijds in het artikel „De bouw van de nieuwe havenmond te Hoek van Holland”, Otar mei 1967 **verondersteld**, zou de achter de dam gelegen Eurovlakte **wellicht** verdedigd kunnen worden, als b.v. in fig. 43 **gestippeld** is aangegeven. (Wellicht is het echter gunstiger het talud op grotere afstand van de golfbreker aan te brengen).

De bij hogere waterstanden van o.a. N.A.P. + 2,25 m, over de dam geworpen waterhoeveelheden zullen daar echter — in een z.g. woelkom — een verhang doen ontstaan van stel 1 : 40 à 1 : 60. De aldus veroorzaakte verticale druk zal de waterbewegingen, door de geperforeerde dam, zeker in een nog sterkere mate doen toenemen.

Bij extreem zeer hoge standen van b.v. N.A.P. + 4,00 m, zullen de zware golven over de betrekkelijk lage golfbreker heen gaan. Hierbij vinden zulke enorme halingen plaats, dat **het niet uitgesloten** zal zijn dat daarbij één of meer van de **niet geplaatste doch gestorte** en aldus niet altijd stabiel liggende blokken uit hun nest worden „getrokken”. Als gevolg daarvan zouden plaatselijk zeer krachtige concentraties in bedoelde waterbewegingen kunnen ontstaan.

De met behulp van groot materieel aan te brengen grind- en breuksteenlagen zullen op de zandbodem, als de **begrenzing** daarvan, een zeer grillige lijn hebben. Volgens het gestelde in **Opmerking 1** zullen de verstrooide — evenals de langs en in de teen van bedoelde laag liggende — stenen **moeten** wegzakken, terwijl bij aanwezigheid van langs lopende geulen eveneens verzakkingen zullen moeten ontstaan. Behalve deze oorzaken zal die van het door de geperforeerde opbouw stromende water er nog aan zijn toe te voegen om de ligging van de stenen aan de rand te verstoren.

Omtrent de mogelijke geulvormingen valt nog op te merken, dat **om het gebogen damgedeelte** bij een hoog getij toch omstreeks 200.000.000 m³ water de Waterweg zal binnen lopen; een hoeveelheid misschien 100 maal zo groot als te IJmuiden.

Bij het intreden van de vloed zal het bedoelde binnenstromen aanvangen met een zeer krachtige „zout-

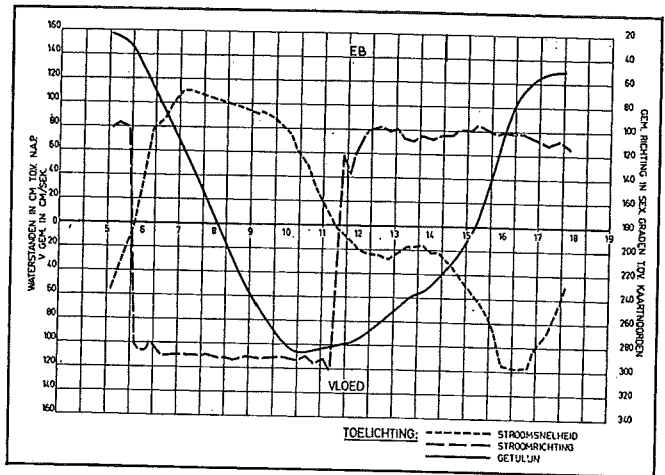


Fig. 51. Grafische voorstelling van de getijlijn, van de stroomrichting en van de stroomsnelheid.

watertong” over de zeebodem van N.A.P. — 12.00 à 15.00 m naar de op **minstens** N.A.P. — 26.00 m. gelegen vaargeulbodern, fig. 44. Aanvankelijk zal de tong zich daarbij als een schijf van wellicht 5 à 10 m. dikte onder of in het **brakke ebwater** van de rivier dringen.

De eveneens diep aangelegde noorderdam ligt ongeveer parallel aan de diepe zegeul. De dam zal o.a. „leiding” moeten geven aan het **uitstromende** rivierwater en aan het **binnenkomende** vloedwater.

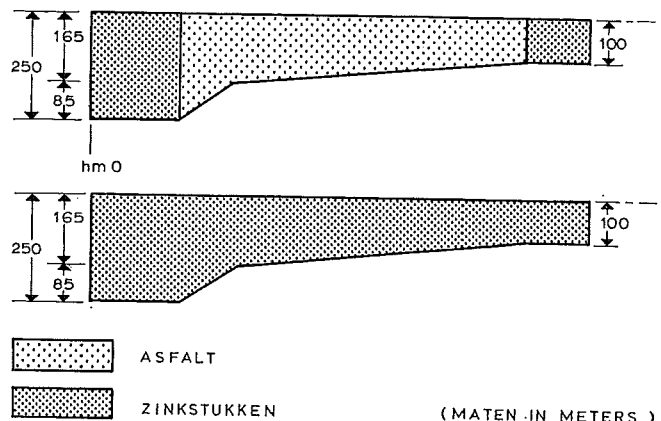
Normaliter zou men hier dan ook een grondstuk van zeker ruime afmetingen verwachten!

Publicaties betreffende de ervaringen opgedaan met bedoelde nieuwe opzet, worden dan ook t.z.t. op hoge prijs gesteld!

9. DE WERKEN TOT AFSLUITING VAN HET VOLKERAK ⁹⁾.

De afsluiting van het Volkerak, fig. 45, zal — terzijde van de reeds in bedrijf zijnde tweelingsluis — plaats vinden met behulp van doorlaatcaissons. Bij de keuze tussen het doorlaatcaissonsysteem, respectievelijk die met behulp van een kabelbaan, werd de eerstbedoelde

Fig. 52. Situatie van een gehele verdediging van de drempel met asfalt- resp. met zinkstukken (maten in meters).



⁹⁾ Een gedeelte van de nodige gegevens werd ontleend aan „Deltawerken 1966, nr. 38”.

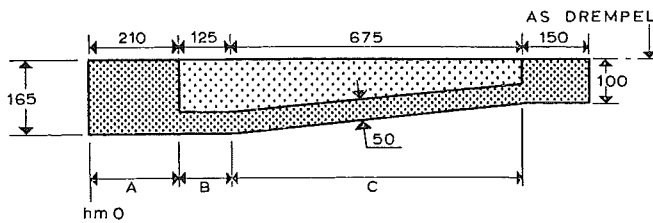


Fig. 53. Situatie bodemverdediging zoals deze waarschijnlijk zal worden uitgevoerd.

geprefereerd — zulks deels op grond van het feit dat de kabelbaan gelijktijdig zou kunnen worden ingezet bij de afsluiting van het Haringvliet, maar voornamelijk vanwege de verwachting, dat na het plaatsen van de caissons de maximale snelheden in het sluitgat belangrijk kleiner zouden zijn dan bij een sluiting per kabelbaan, zodat de risico's gedurende de sluiting iets minder groot zouden zijn.

Ook werd van belang geacht, dat ervaring opgedaan zou kunnen worden met de toepassing van een z.g. schuin landhoofdcaisson, fig. 46, welke b.v. bij de afsluiting van de Oosterschelde ook zou kunnen worden benut.

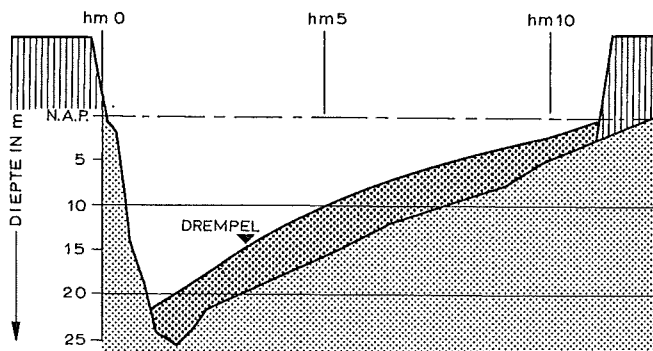
De voor de doorlaatcaissons benodigde + 625 m lange drempel zal in situatie worden uitgevoerd volgens fig. 47, terwijl de drempel in profiel 10 (van fig. 47) zal worden aangebracht als in fig. 48 aangegeven. De in fig. 46 afgebeelde schuine caisson krijgt een fundatie en aansluiting volgens profiel 7 (van fig. 47), zie fig. 49.

De bodem van het Hellegat (ter plaatse van de afsluiting) ligt op ongeveer N.A.P. -7,30 m. De doorlaatcaissons dienen echter — ten behoeve van het benodigde doorlaatvermogen — gefundeerd te worden op N.A.P. -7,00 m, terwijl voor de verdediging een totale dikte van 2,75 m nodig wordt geacht.

Alzo moest de bodem plaatselijk tot N.A.P. -9,75 m worden verdiept; dit vond plaats tot 10,00 m buiten de aan te brengen bodemverdediging en verder met opgaande taluds van 1:5, fig. 48.

De bodemverdediging onder de 15,00 m „dikke” caisson bestaat ter breedte van 40,00 m uit een bestorting van 0,50 m grind van 2-5 mm die aan beide zijden door een 80,00 m breed zinkstuk is uitgebreid, fig. 48. De laag van fijn grind wordt afgedekt door een 0,75 m

Fig. 54. Schematisch dwarsprofiel met drempel over de zuidelijke stroomgeul.



zware laag grind van 30-200 mm, waarop vervolgens — behalve ter plaatse van de drie stuks middelste caissons, lang 3 x 45,00 m, waar tijdens het plaatsen daarvan een stroomsnelheid over de drempel wordt verwacht van 4 à 5 m/sec. — een 1,50 m dikke laag zware stortsteen met een stukgewicht van 80-300 kg. Onder voorbedeelde drie caissons zal in plaats van de zware Belgische stortsteen, basaltgesteente met een s.g. van 3 worden aangebracht.

Buiten de beide tenen van de laatste laag steekt het grondstuk — terecht — nog over de ruime lengte van $\pm 68,00$ m uit. Het overstortende water zal vooral vóór dan wel tijdens de sluiting een dergelijk stortebed zeker wel eisen.

De aan de grond gebrachte zinkstukken zullen een nabestorting hebben van 750 kg. steen per m^2 , met een stukgewicht van 60-300 kg.

Aan de hier besproken werken zal plm. 140.000 m^2 zinkstuk worden verwerkt.

De in 1966 aangevangen zinkwerken moeten in 1968 gereed komen.

De bestorting met steen van 60-300 kg zal — evenals de aansluiting van de caissons op het oneffen bovenvlak van de drempel — sterk waterdoorlatend zijn, waarom na het plaatsen van de caissons per strekkende meter lengte van de drempel ter weerszijden tegen de caissons een nabestorting met 20 ton of $\pm 8 m^3$ loodslakken met een s.g. van $\pm 3,2$ zal plaats vinden.

Aangenomen wordt dat dit materiaal de in het nogal gegradeerde stortmateriaal aanwezige holle ruimten merendeels zal opvullen of althans de daarin nog blijvende waterbeweging zodanig zal afremmen, dat ze geen nadeel zal kunnen berokkenen.

Onmiddellijk na het sluiten van de caissons zullen deze ter weerszijden met zand worden aangevuld, waartoe in het desbetreffende bestek de bepaling is opgenomen dat minimaal 150.000 m^3 zand per week dient te worden aangebracht.

10. DE WERKEN TOT AFSLUITING VAN HET BROUWERSHAVENSE GAT.

Het ligt in de bedoeling het Brouwershavense Gat in 1971 af te sluiten. Omtrent deze afsluiting vond een uitvoerig onderzoek plaats aangaande de wijze waarop, dit wil zeggen met behulp van doorlaatcaissons en/of middels een z.g. geleidelijke sluiting met behulp van een kabelbaan.

De zuidelijke stroomgeul, het eigenlijke Brouwershavense Gat, fig. 50, is zeer diep, — in het tracé van de sluitdam plaatselijk ongeveer N.A.P. -27,00 m. —; ze ligt tegen de Schouwense oever aan. De noordelijke stroomgeul, de Kous geheten, is veel minder diep, ter plaatse van de dam ongeveer N.A.P. -14,00 m; deze geul ligt ongeveer 2 km uit de Goereese oever.

De stabiliteit van de onmiddellijk aan de diepe geul grenzende Schouwense oever dient zo goed mogelijk gewaarborgd te blijven, zodat hier veel strengere maatstaven zijn toe te passen dan aan die van de noordelijke geul. Voor de keuze van de te gebruiken afsluitingsmiddelen was de stabiliteit daarvan dan ook als het belangrijkste criterium gesteld. De Schouwense oever is ter plaatse steil, terwijl zowel zijn samenstelling als die van de aangrenzende geulbodem in hoofdzaak zanderig is. De oever en de bodem zullen derhalve zeer weinig weerstand tegen afname en ontgroning kunnen bieden. De vloedstroom, waarvan fig. 51 een beeld benevens het bijbehorende getij en de richting geeft, moet als maatgevend voor ontgroning worden aangenomen. Bij in het Waterloopkundig

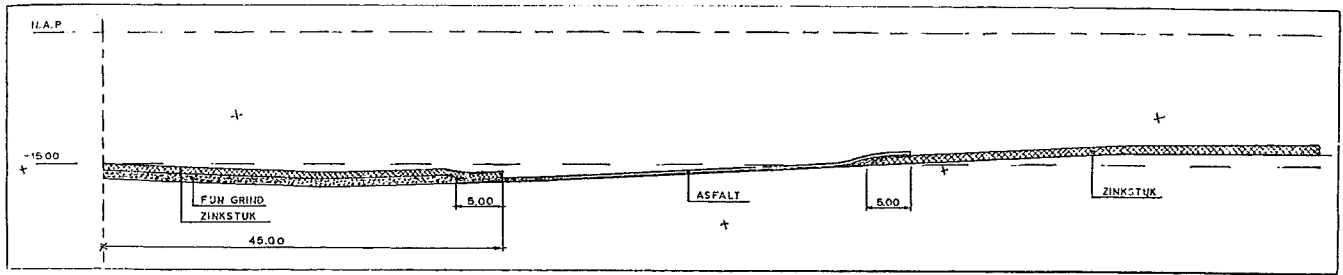


Fig. 55 Halve doorsnede over de drempelverdediging.

Laboratorium „De Voorst” genomen proeven werd in de modellen gestroomd met de maximale vloedstroom.

Uit de in het laboratorium genomen proeven volgde, dat een geleidelijke sluiting van de zuidelijke geul de voorkeur verdiende, zowel zulks terwille van de stabiliteit van de Schouwense oever, als uit uitvoeringstechnisch en financieel oogpunt. De noordelijke stroomgeul kan in combinatie daarmee het best met caissons worden afgesloten.

Ter weerszijden van de daarvoor te maken drempels zouden, als gevolg van het overstortende water, zeker ontgrondingen in niet voldoende verdedigende bodems optreden. Volgens verrichte boringen komt ter plaatse van de te maken sluitdam losgepakt zand in de bodem voor.

Bij de geleidelijke sluiting zullen zich enkele bijzondere factoren doen gelden. Tot een hoogte vanaf de bodem van ongeveer drie kwart van de totale waterdiepte, nemen de ontgrondingen bij verhoging van een sluitkade toe doordat de turbulentie naar verhouding meer toeneemt dan het debiet kleiner wordt. De stroom over de kade zal de bodem pas weer raken na een lengte van 6 à 8 maal de kadehoogte. Om de diepte van de ontgroning te beperken en te voorkomen dat zij te dicht bij de drempel zou optreden, moet de verdediging van de geulbodem tot voorbij het einde van de neer worden doorgetrokken. De over de dam trekkende stroom zal dan ten alle tijden vóór het einde van de verdediging de bodem treffen.

In het hierna te noemen ontwerp heeft men daarvoor een reserve van ruim 20 m opgenomen; hiermede was de afmeting van de bodembescherming bepaald.

Voor toepassing als bodembescherming kwam een drietal constructies in aanmerking en wel; het klassieke zinkstuk met bestorting, de asfaltmastiëmat die onder andere werd toegepast bij de afsluiting van de Grevelingen, en de gegradeerde steenbestorting zoals die in den droge is aangebracht voor de stortbedden van de Haringvlietsluis. (Wordt hierna bij de rubriek „Stortbedden” besproken). Elk van deze constructies heeft een eigen toepassingsgebied.

De drempel van het zuidelijk sluitgat wordt uitgevoerd als een open gegradeerde steenbestorting, achter de drempel (ter weerszijden) wordt een hydraulisch gladde en dichte asfaltmastiëmat gelegd, terwijl deze bodembescherming zal worden beëindigd met een rand van ruwe klassieke zinkstukken met bestorting, zulks om de stroom aan de natuurlijke bedding beter aan te passen dan wel ontgroning onmiddellijk langs de gladde mat te voorkomen.

De aansluiting tegen de zuidelijke oever zal geheel met zink- en/of kraagstukken plaats hebben, aangezien op een gladde asfaltmat geen beballastend stortmateriaal kan worden vastgelegd.

Uit genomen proeven bleek, dat een totaal gladde bescherming een grotere ontgroning opleverde dan

een totaal ruwe, fig. 52. Voor de aanpassing van de stroom aan de bodem bleek een 50 m brede ruwe rand vereist te zijn; een breedte van 25 m was te smal.

Fig. 53 geeft de situatie waarnaar de bescherming waarschijnlijk zal worden uitgevoerd. De trapeziumvormige plattegrond vloeide voort uit de scheef liggende bodemgeul, zie de figuren 50 en 54. Bij een diepte van b.v. 20 m verkrijgt de op te werpen dam uiteraard een grotere aanlegbreedte dan op b.v. 5 m diepte.

Fig. 55 geeft op ongeveer het peil van N.A.P. -15.00 m de halve doorsnede van de bodemverdediging. Het grond (zink)stuk onder de dam wordt gelegd op een $\pm 1,00$ m dikke gegradeerde grindlaag. Deze laag wordt voldoende stroom- en zanddicht geacht om gedurende de jaren die voorafgaan aan de sluiting, te fungeren als bescherming van de geulbodem. Het zinkstuk onder de dam overlapt de asfaltlaag, evenals deze — over een afstand van eveneens 5 m — het daarna volgende zinkstuk.

De over de kruin van de steenkade trekkende stroom zal overdrukken onder de asfaltmastiëmat veroorzaken. De bedoelde overdruk zal aan de zijde van de laagste waterstand ontstaan, althans indien de hogere stand aan de andere zijde in de enkele uren tijds zich voldoende snel door de zandbodem kan voortplanten. Hoewel zulks waarschijnlijk niet in sterke mate het geval zal zijn, dient er uiteraard wel rekening mee te worden gehouden. De dikte (zwaarte) van de asfaltmat zal dan ook daarvan afhankelijk zijn en dienovereenkomstig worden bepaald; ze zal niet gering kunnen zijn.

De mogelijkheid is evenwel ook aanwezig, dat bedoelde druk zich niet zo snel kan verplaatsen en de druk min of meer constant zal blijven.

Bij het wisselen van de te keren waterstand volgt een hoge stand (druk) op voorbedoelde mat. Zou deze b.v. 1,50 m zijn ofwel — samen met het eigen gewicht van de mat — stel $0,2 \text{ kg/cm}^2$ — dan zou zich het geval voor kunnen doen dat de spanning in het onder de waterdichte mat gelegen grondwater telkens zo hoog oploopt, dat — althans bij een losgepakte fijnkorrelige zandformatie — de zanddeeltjes in dit water zouden „gaan zweven” met gevolg: een „loopzand formatie” dan wel een sterk wisselende labiele situatie. De tijdruimte, waarin bedoelde druk kan optreden, is evenwel gering en rijst de vraag of bedoelde invloed wel zou kunnen optreden.

Op grond van het gestelde in **OPMERKING I** zou hier naar voren zijn te brengen, dat onder de waterdichte mat t.a.v. voorbedoelde belasting een drainerende grindlaag niet achterwege mag blijven. Ook ten behoeve van de overdruk zou een dergelijke laag gunstig kunnen werken.

Op het aanbrengen enz. van de zinkstukken wordt nader teruggekomen.

11. Het sluitgat in de Afsluitdijk van de Lauwerzee ¹¹⁾

Het afsluiten van de Lauwerszee omvat het deels afsluiten van een geulenstelsel bestaande uit drie takken, te weten het Gat van Schiermonnikoog, het Oort met Vierhuizergat en het vaarwater naar Oostmahorn; ze monden alle drie uit in de Zoutkamperlaag, fig. 56.

De beide eerstgenoemde takken lopen uit in het waningebied, dat de stroomscheiding vormt met de Eilanderbalg, het zeegat ten oosten van Schiermonnikoog. Ze zijn hiervan gescheiden door een hoge zandplaat, de Brakzand, die tevens de stroomscheiding vormt.

De grootte van de omvang van de vloed- en ebvolumes van de voornaamste in de figuur genoemde geulen, is vermeld in de volgende tabel,

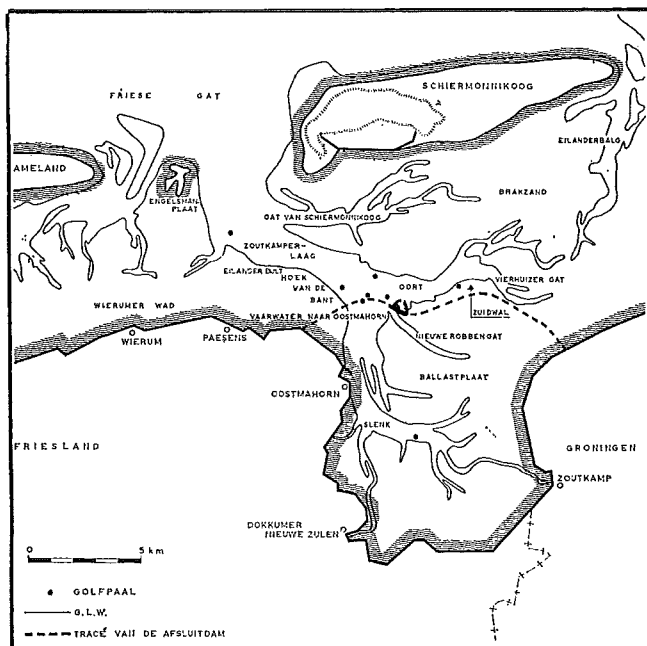
| Geul | Volume in mln. m ³ | |
|---------------------------|-------------------------------|-----|
| | Vloed | Eb |
| Zoutkamperlaag | 340 | 320 |
| Gat van Schiermonnikoog | 45 | 40 |
| Oort met Vierhuizergat | 90 | 75 |
| Nieuwe Robbengat | 20 | 20 |
| Vaarwater naar Oostmahorn | 100 | 100 |

terwijl hierna een vergelijking volgt met de ebvolumes van in het Deltagebied gelegen sluitgaten.

Het Vaarwater naar Oostmahorn en het Nieuwe Robbengat zullen gelijktijdig worden afgesloten. Het ebvolume van deze afsluiting en het getijverschil (120 miljoen m³ resp. 2,40 m) zijn van dezelfde orde van grootte als bij het Veerse Gat (70 miljoen m³ resp. 2,90 m).

¹¹⁾ Meerdere gegevens werden ontleend aan „De Deltawerken uitgave”.

Fig. 56. De geulen in en nabij de Lauwerszee.



| Geul | Ebvolume in mln. m ³ |
|---------------------|---------------------------------|
| Brielse Maas | 17 |
| Braakman | 17 |
| Veerse Gat | 70 |
| Haringvliet | 260 |
| Brouwershavense Gat | 325 |
| Oosterschelde | 1100 |

Uit de in vroeger jaren geregistreerde hoogwaterstanden heeft men kunnen afleiden, dat éénmaal per 2 jaar te Oostmahorn een waterstand wordt verwacht met een peil van N.A.P. + 3,00 m of hoger en éénmaal in de 1000 jaar een waterstand van N.A.P. + 5,20 m of hoger.

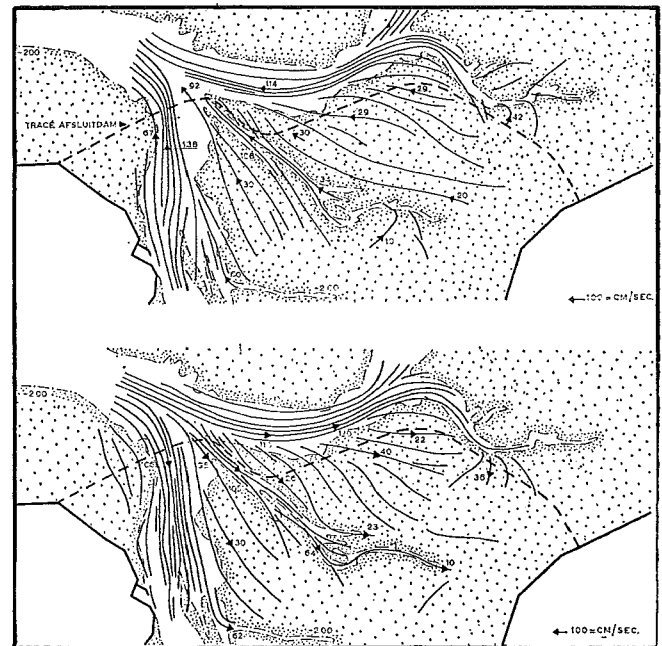
Fig. 57 geeft een overzicht van de voormalige stromingen bij eb en vloed.

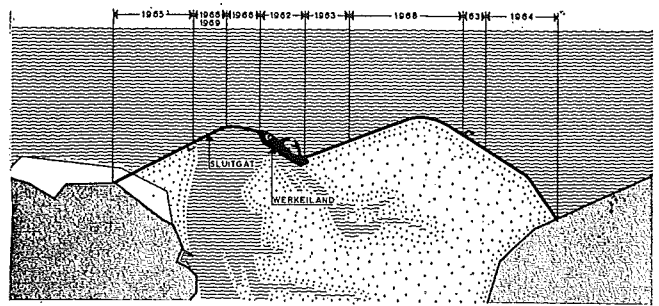
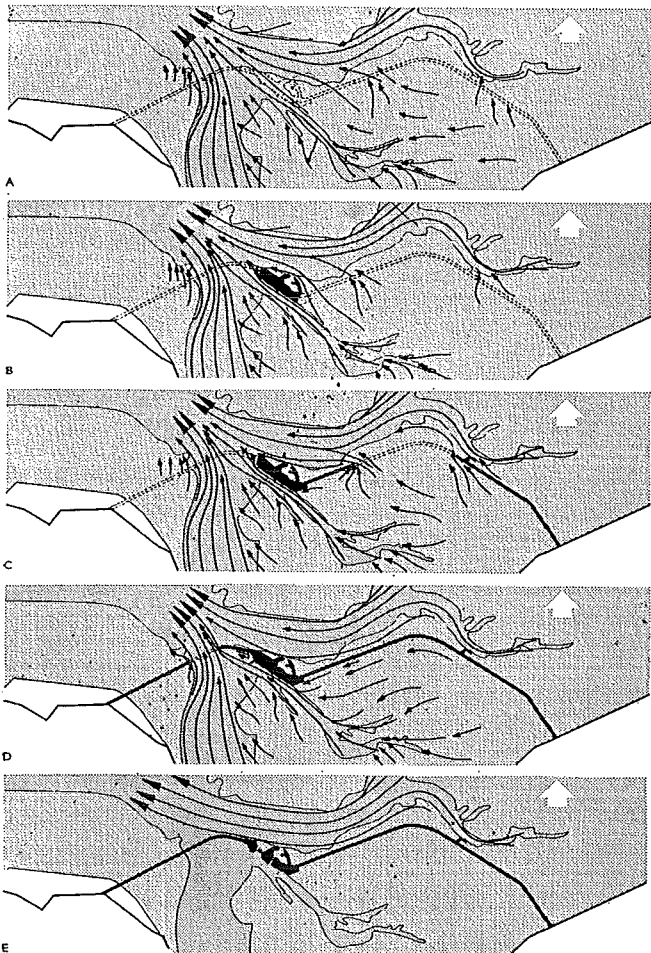
Opvallend is de overtrek van de Zoutkamperlaag naar het Vaarwater van Oostmahorn v.v. en van het Oort naar het Vierhuizergat v.v. over de zandplaten. Uit de figuur volgt duidelijk, dat bij het traceren van de afsluitdam rekening is gehouden met een enigszins versterkte stroming in het Oort.

In het algemeen blijft het geulenstelsel in grote trekken hetzelfde.

| Geul | Volumes in mln. m ³ | |
|-------------------------|--------------------------------|-----|
| | Vloed | Eb |
| Zoutkamperlaag | 210 | 190 |
| Gat van Schiermonnikoog | 45 | 40 |
| Oort | 80 | 65 |

Fig. 57. De stromingen tijdens eb en vloed in het gebied van de toekomstige afsluitdijk. Opvallend is de overtrek van de Zoutkamperlaag naar het Vaarwater v.v. en van het Oort naar het Vierhuizergat v.v. over de zandplaten.



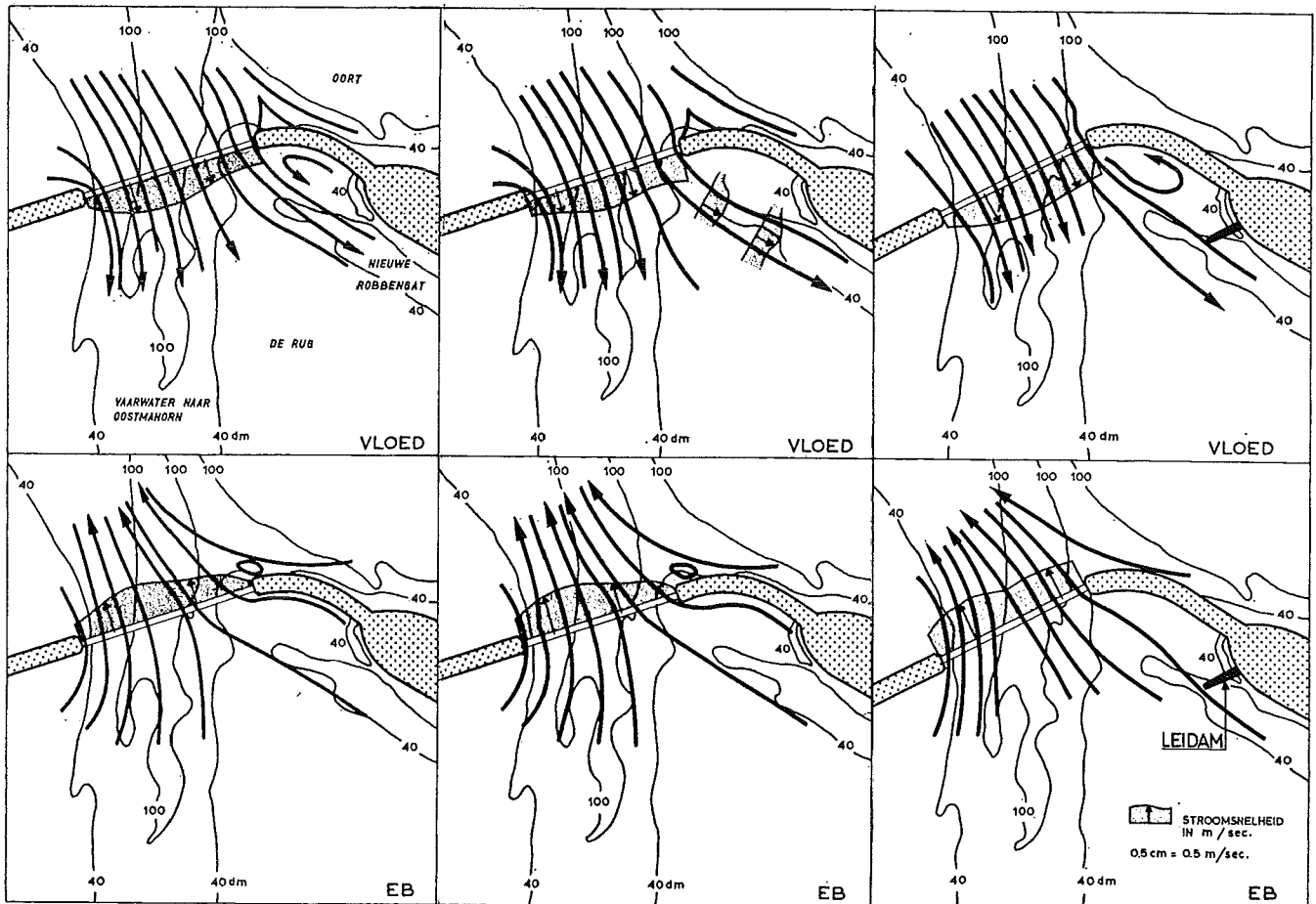


▲ Fig. 59. Situatie Afsluitdijk.

◄ Fig. 58. De uitvoering van de werken heeft duidelijk invloed op de waterbeweging in het noordelijk deel van de Lauwerszee

- A. Voor de aanvang van de werken
- B. Verandering van het stroombeeld bij eb 1962
- C. Verandering van het stroombeeld bij eb 1964
- D. Verandering van het stroombeeld bij eb 1968
- E. Na afloop van de werken.

▼ Fig. 60. Situatie stroomlijnen met de grootte van de snelheden.



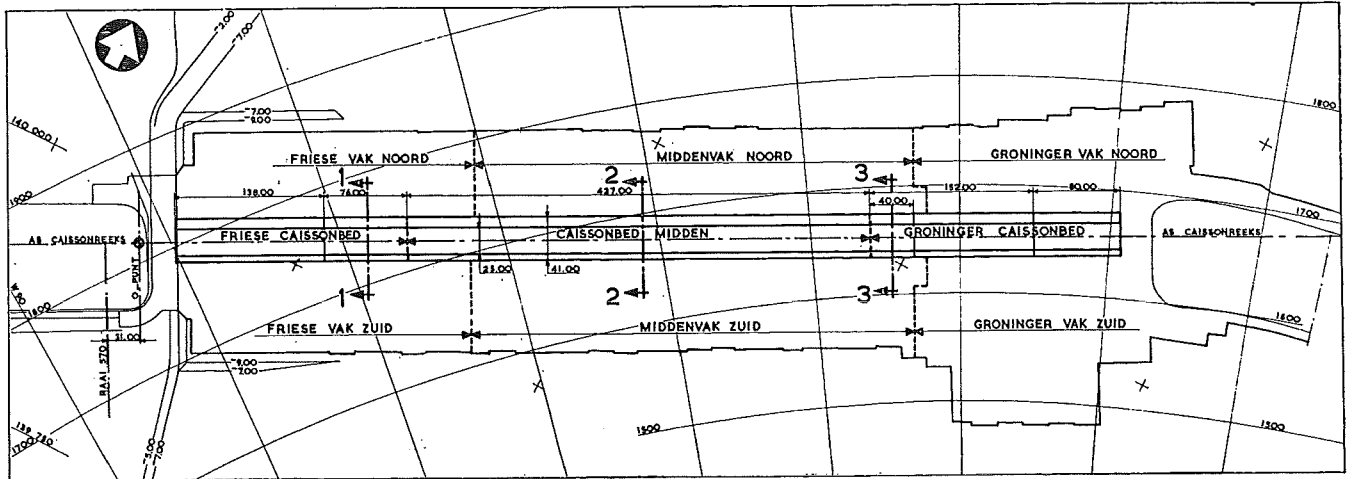


Fig. 61. Situatie drempelverdediging. De grootte van de verdediging is — uiteraard — afhankelijk van de geuldiepte.

Volgens berekeningen zal het verloop van de getijbeweging op de Waddenzee na de afsluiting worden volgens de nevenvermelde eb- en vloedvolumes.

De eb- en vloedvolumes in de mond van de Zoutkamperlaag zullen tot ongeveer 60% van de oorspronkelijke waarden afnemen.

Fig. 58 geeft een overzicht van de invloed van de uitvoering van de werken op de waterbewegingen.

De stromingen zouden eigenlijk een tweetal sluitgaten vragen, doch de daaruit voortvloeiende moeilijkheden deden tot het maken van één sluitgat beslissen. Stagnaties bij één van de twee sluitgaten zou onmiddellijk ernstige calamiteiten bij het andere tot gevolg kunnen hebben.

Fig. 59 geeft de situatie van de dam met één sluitgat; de bijgeschreven jaartallen geven de vakken aan waarvoor de uitvoering is gepland.

Uit verder genomen proeven bleken de stromingen nogal ongunstige wervelstraten te veroorzaken, fig. 60. Door het aanleggen van een z.g. leidam, meent men ze echter voldoende te kunnen beteugelen. Het bleek voorts wenselijk de sluitopening loodrecht op de stroomrichting te maken. Alzo ontstond — mede op grond van o.a. de situatie van de langslopende geulen en zandplaten — de afsluitdijk volgens fig. 59.

De lengte van het sluitgat werd op grond van laboratorium-onderzoeken bepaald op 900 m. Gezien de grote afmetingen van dit sluitgat zou het zonder een onevenredig grote krachtsinspanning niet mogelijk zijn

de bodembescherming door middel van zinkstukken — totaal ongeveer 20 ha — in één werkseizoen aan te brengen. Er zal derhalve gedurende meer dan één stroomseizoen worden overwinterd.

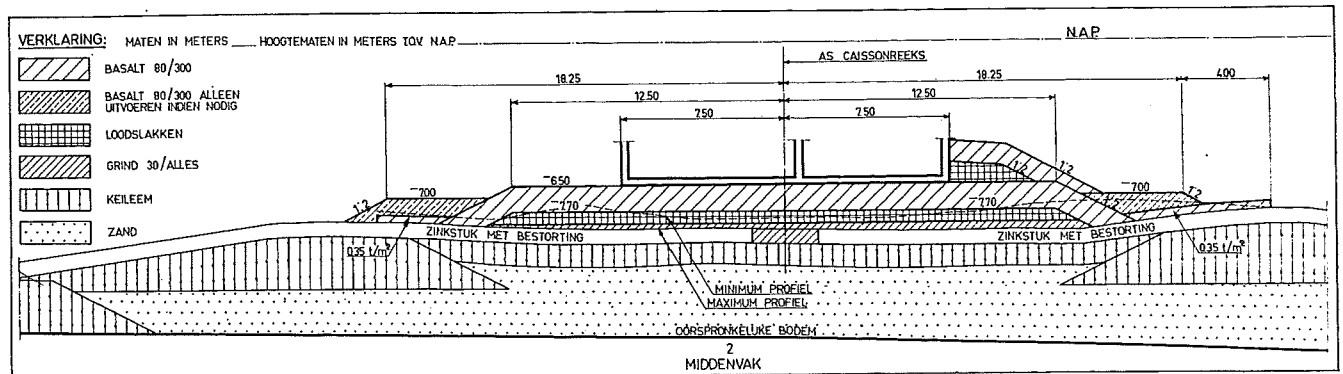
Volgens elders opgedane ervaringen werd geleerd, dat de gemiddelde stroomsnelheid bij gemiddeld getij gedurende het overwinterings-stadium in het sluitgat niet groter dient te worden dan 1,75 m/sec. Het sluitgat heeft bij de lengte van 900 m een totale oppervlakte aan opening onder N.A.P. van 5700 m².

Bij een desbetreffende bestudering tussen een geleidelijke sluiting óf door het plaatsen van doorlaatcaissons viel de keuze op de laatste. De belangrijkste reden hiervoor was, dat het risico van mislukking bij een sluiting met doorlaatcaissons, onder de omstandigheden waarbij in de Lauwerszee moet worden gewerkt, het kleinst werd geacht. De moeilijke bereikbaarheid van de Lauwerszee droeg bij tot deze beslissing.

De doorlaatcaissons zullen worden geplaatst op een horizontale drempel, fig. 61. De drempel dient horizontaal te zijn, wat betekent, dat delen van de „zate” moesten worden uitgebaggerd en elders ophogingen waren uit te voeren. Aanvankelijk ondervond men daarbij veel last van aanzandingen, terwijl in een later stadium uitschuring optrad.

De te baggeren gedeelten dienden dan ook na het gereedkomen met zinkstukken te worden afgedekt om te voorkomen, dat de elders gevormde vlakke bodems door uitschuring, als gevolg van de totale vernauwing van de geul, teveel zouden veranderen. De hoogte van

Fig. 62. Doorsnede drempelopbouw ter plaatse van het z.g. „Middenvak”.



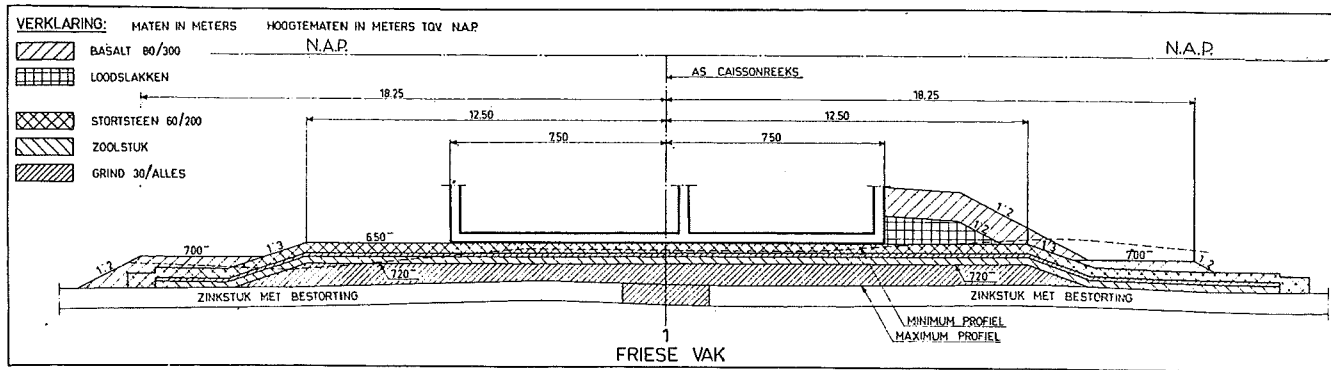


Fig. 63. Doorsnede drempelopbouw ter plaatse van het z.g. „Friese vak”. De buitenste aanstortingen worden alleen daar uitgevoerd waar zulks nodig zal worden geacht.

de onderkant van deze zinkstukken zal minimaal N.A.P. -8,50 m zijn. Eventuele aanzandingen ter plaatse van de uitbaggering zullen moeten worden weggebaggerd.

Uit stroommetingen en berekeningen bleek, dat het mogelijk zal zijn in de diepe geuldelen een drempel van zand op te storten tussen kaden van keileem, fig. 62. Het zand zal ook op het bovenvlak worden afgestort met een laag keileem, die daarna vlak is af te baggeren. Deze dam is vervolgens aan beide zijden af te dekken met grote zinkstukken, die elkaar op de kruin van de dam niet dienen te overlappen. Hierdoor wordt bereikt, dat ter plaatse van een zijdelingse overlapping b.v. geen drie zinkstukken boven elkaar zouden komen te liggen, hetgeen een ontoelaatbare bult in het bezonken gedeelte zou opleveren. De drie meter brede naad in de hartlijn van de dam, die op deze wijze ontstaat tussen de stukken aan de noord- en zuidzijde van de drempel, zal worden afgestort met grind om te voorkomen dat het grondwerk van de dam ter plaatse zou wegschuren. Deze constructie wordt toelaatbaar geacht, omdat dus zowel op de ingegraven als op de opgehoogde gedeelten, op de kruin een steenfilter wordt aangebracht, die de naad geheel afdekt.

Het steenfilter dient om de bovenzijde van de drempel zo vlak mogelijk te kunnen maken; het ruwe grondwerk onder water met de daarop liggende zinkstukken zijn niet zonder meer geschikt om de caissons gelijkmatig te ondersteunen.

Een met een ruime overschot aangebrachte laag grind zal vervolgens zo zorgvuldig mogelijk tot de gewenste dikte worden afgebaggerd. Om deze laag tijdens de sluiting en na het plaatsen van de caissons tegen wegspoelen te beschermen, wordt ze met behulp van

een steendoseerapparaat met een — zo mogelijk — gelijkmatige laag stortsteen afgedekt, fig. 63. Door voortdurend te peilen en aan de hand daarvan waar nodig bij te storten zal deze laatste laag zo vlak mogelijk worden gemaakt. Een eenvoudig werk zal dit geenszins zijn, aangezien deze laag uit materiaal van grove afmetingen bestaat.

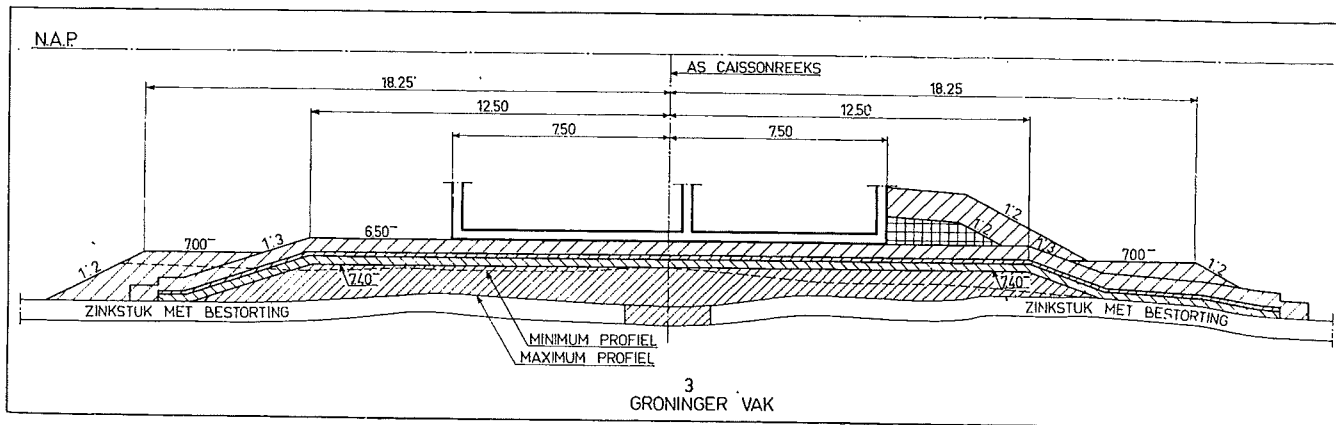
In het z.g. „Friese vak” is de bovenste laag dik slechts 0,35 m, fig. 63, samengesteld uit Belgische steen 60-200. De steen rust op een 0,10 dikke laag grind waaronder een z.g. zoolstuk, bestaande uit een laag „Nicolon”, ofwel een zanddicht nylonweefsel. Op het weefsel wordt een laag wiepen evenwijdig aan de stroomrichting aangebracht, daartussen een vulling van riet of rijshout. Haaks daarop een enkele laag rijshout, terwijl deze wordt afgesloten met een bovenroosterwerk waarvan de randwiepen verzwaard worden uitgevoerd. Hier dus — terecht — geen betuining.

In een dergelijke dunne laag vrij zware Belgische steen, zullen de zware, boven het te maken vlak uitstekende of ook teveel bij elkaar gestorte, stenen niet gemakkelijk zijn weg te werken.

De caissons leveren ten hoogste een druk van 7,5 ton per m², zodat deze elementen eventuele bulten in dit vak niet altijd zullen wegdrücken. Men vertrouwt evenwel, dat de betreffende steenstort — waarover later — dermate regelmatig zal storten, dat bedoeld gevaar niet in een zo'n sterke mate zal zijn te vrezin; zulks temeer daar een zeer zware balk over de gestorte steen zal worden gesleept om de toch nog aanwezige opstaande stenen vlak te trekken.

Voorts wordt gesteund op ervaringen opgedaan bij de Kats genomen drempelproeven, waar bleek dat op

Fig. 64. Doorsnede drempelopbouw ter plaatse van het z.g. „Groninger vak”.



bulten ter grootte van 5 x 15 m² nog een indrukking van circa 35 cm is te verwachten.

De caissons zijn op dergelijke belastingsgevallen berekend.

In het „Middenvak” is een laag basalt 80/300 tot een dikte van 1,20 m geprojecteerd, waaronder plm. 0,50 m loodslakken. Hier zullen oneffenheden in het bovenvlak gemakkelijker zijn weg te persen.

Het „Groninger vak”, fig. 64, heeft als deklaag 0,50 m basalt 80/300, waaronder ± 0,10 m grind, dat rust op een zoolstuk als hiervoor omschreven. Onder dit zoolstuk ligt een laag van maximaal ± 1,00 m grind, het wegnipen daarin van een paar bij elkaar liggende stenen van 300 kg, waarvan de grootste afmeting — vertikaal gemeten — wel 0,70 m kan zijn, terwijl deze kunnen liggen op b.v. enige even tevoren neergekomen kleinere stukken, zal moeilijkheden kunnen opleveren.

De lezer zou kunnen opmerken: „wat zwaartillend bekeken”, doch in de waterbouw dient men toch rekening te houden met „als...”!

Het wegnipen van voorbedoelde basaltstukken zal dan door het zoolstuk moeten plaatsvinden. De vraag zou kunnen rijzen of het gelijk opdelen van de twee grindlagen van ± 0,10 m en ± 1,00 m ofwel in b.v. 2 x 0,55 m niet beter zou zijn (althans gezien door een niet ingewijde). Men vreest daarbij echter het raken van op elkaar liggende zinkstukken.

De stukgrootte van de stenen werd middels proefnemingen in laboratoria bepaald ten opzichte van de overlopende krachtige stromingen.

Na het plaatsen van de caissons wordt aan de zeezijde een rug van loodslakken gestort, teneinde de onderloopsheid zoveel doenlijk te beperken, de kleinere slakken zullen vele grote ruimten tussen de steenen gaan opvullen.

De loodslakken worden vervolgens afgedekt door basalt 80/300, aangezien blijkens proefnemingen zelfs de loodslakken niet voldoende stabiliteit zullen leveren tegen eventuele stormaanvallen en/of bij eb onvoldoende weerstand bieden tegen een onder de caissons doorkomende „ebverval”.

Fig. 65 geeft de situatie van de in fig. 60 aangegeven „Leidam”. (Uit de situatie is waar te nemen dat ter plaatse reeds een geul aanwezig was).

Een bezinking voor de kop scheidt de mogelijkheid de dam te verlengen. Het bovenvlak van de dam ligt horizontaal op het peil van N.A.P. + 1,00 m en heeft een lengte van 175,00 m.

Bij hoge waterstanden van b.v. N.A.P. + 2,50 m (H.W. = ± N.A.P. + 1,00 m), zou de dam als een overlaat dienst

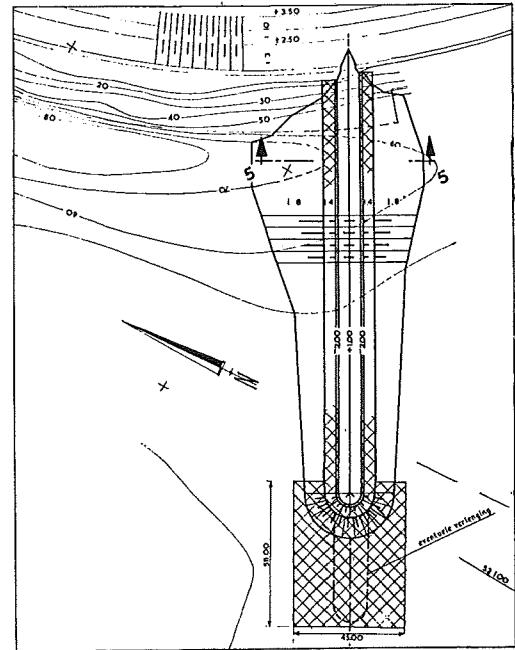


Fig. 65. Situatie Leidam.

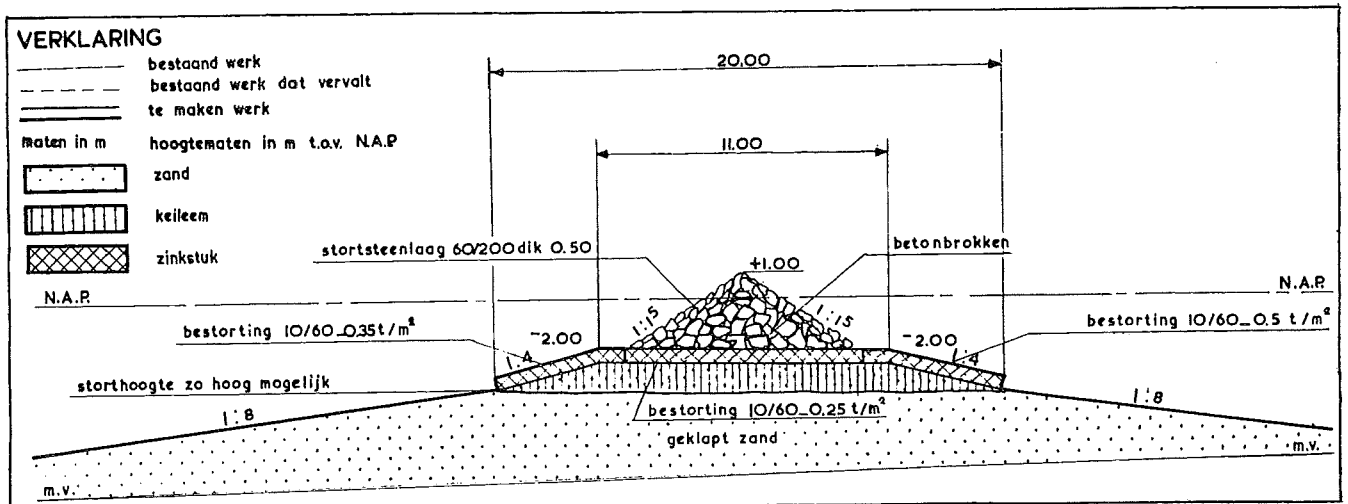
kunnen gaan doen en een zware functie hebben. De doorsnede 5-5, van fig. 65, fig. 66, wijst evenwel niet sterk daarop, aangezien aan de zeezijde het onderliggende geklapt zand geen „stortbedverdediging” bezit en voorts het zinkstuk aan de teen zelfs vrijwel niet meer op keileem rust.

Door gelijktijdige aanleg van het 800 m lange dijkvak in 1966 is het stroombeeld echter zodanig gewijzigd, dat de leidam het erg „makkelijk” heeft gekregen. Deze vormt nu een „stille” hoek met na de winter inderdaad wat ontgrondingen, maar in de rest van het seizoen aanzanding. Per saldo aan de noordkant 0,50 m hoogteverlies gemiddeld over de hele damlengte; aan de zuidkant 1,50 m hoogtewinst.

Er heeft zich nog geen overstort-„kuil” gevormd. Het is stellig geen schoolvoorbeeld van een universele leidamconstructie, maar het voldoet in deze situatie tot dusver goed.

Op de constructie en het aanbrengen van de zinkstukken wordt nader teruggekomen.

Fig. 66. Doorsnede leidam. De constructie is niet te beschouwen als een „schoolvoorbeeld”.



12. HET BOUWEN VAN EEN STREK DAM IN DE SCHELDE TEGENNOVER DE INGANG VAN DE ZANDVLIETSLUIS TE ANTWERPEN

In de „Zeeschelde” bij Antwerpen wordt in opdracht van het Ministerie van Openbare Werken (Dienst van het Loodswezen), ongeveer parallel aan de linkeroever van de rivier een strekdam gebouwd ten dienste van het plaatselijk versmallen van het stroomprofiel. De ligging van de vaargeul verandert evenwel niet. Hoofddoel is het op diepte houden van de geul door het leiden van de ebstroom, derhalve het beperken of zo mogelijk voorkomen van baggerwerk.

De vaargeul zal door de verkleining van het stroomprofiel een grotere diepte verkrijgen en wel voornamelijk daar, waar zich de ingang naar de Zandvliet (de grootste zeesluis ter wereld) bevindt.

(Dergelijke strekdammen, als thans in de Schelde, werden in de tweede helft van de 18e eeuw aangelegd bij Den Helder en voor de haven van Terschelling. Bij Den Helder had de aanleg evenwel op enkele plaatsen een overval tot gevolg.)

Fig. 67 geeft een overzicht van de situatie ter plaatse. De strekdam — aangegeven met „Strekdam Doel” — is ingetekend, loopt naar de „Plaat van Doel” en sluit vanaf de linkeroever aan op een verhoging van de plaat. Hiermede wordt de stroom, gaande door de over de plaat lopende „Schaar van Ouden Doel”, in sterke mate getemperd, hetgeen de afname van de waterbeweging in de vaargeul uiteraard ten goede zal komen.

Zoals in de figuur aangegeven heeft de vaargeul een diepte van meer dan 8,00 m beneden N.K.D. (N.K.D. = Nulvlak Krijgs Depot = N.A.P. + 2,40). Vóór de ingang naar de Sluis te Zandvliet is plaatselijk een diepte van N.K.D. — 12 m aanwezig.

De Plaat bestaat uit zanderige specie. De waterstanden ter plaatse van de te maken strekdam zijn volgens het 10-jarig overzicht over de periode 1951-1960 ongeveer:

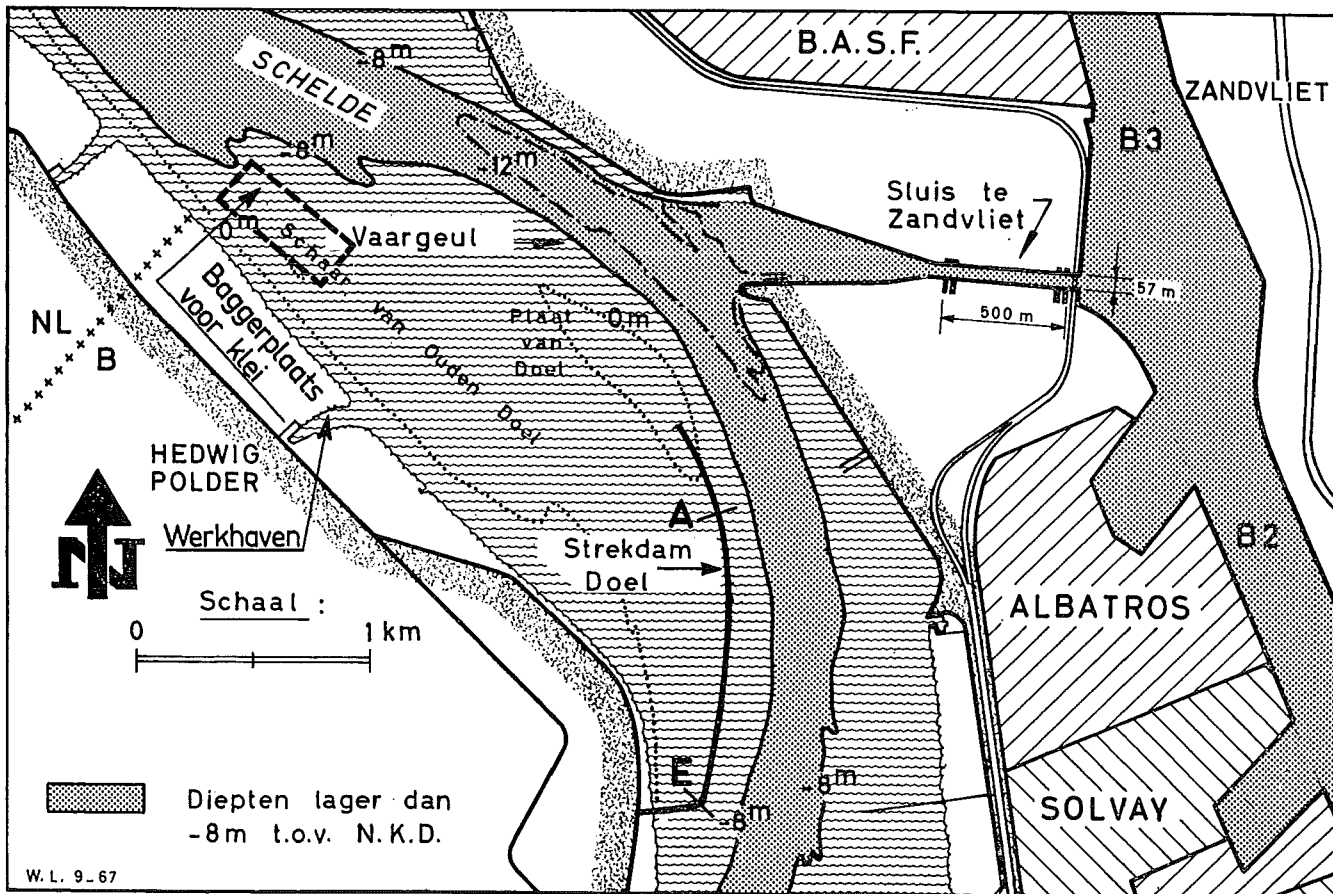
| Waterstand | Hoogte in meters t.o.v. N.K.D. | | |
|------------|--------------------------------|----------|---------|
| | Springtij | Gem. tij | Doodtij |
| G.H.W. | + 5,35 | + 4,96 | + 4,46 |
| G.L.W. | + 0,17 | + 0,35 | + 0,60 |

Volgens verrichte metingen tijdens springtij en een waterstand van N.K.D. + 5,82 m, bedroegen ter plaatse van de aslijn van de strekdam de maximale snelheden:

| Plaats | Bij vloed | Bij eb |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Aan het benedeneinde | 1,33 m/sec. | 1,18 m/sec. |
| Ter hoogte van ongeveer A | 1,83 m/sec. | 1,55 m/sec. |
| Aan het boven-einde bij E | 1,54 m/sec. | 1,87 m/sec. |
| Ongeveer halverwege A en E | 2,21 m/sec. | 1,95 m/sec. |

De max. snelheden deden zich voor bij vloed 1 uur vóór H.W. en bij eb 3½ à 4 uur ná H.W.

Fig. 67. Vaargeul voor de ingang naar de Zandvliet en de aan te leggen strekdam.



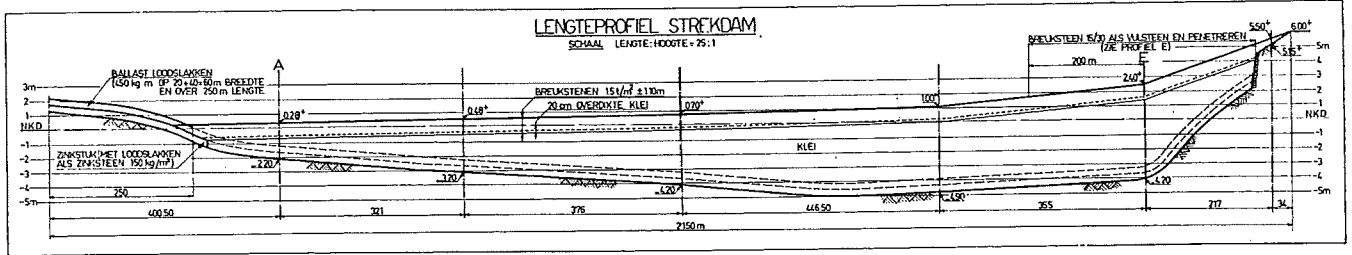


Fig. 68. Lengteprofiel over de-gebogen-strekdam.

Tijdstip van kentering:

H.W. = $\frac{3}{4}$ à 1 uur na H.W.

L.W. = $3\frac{1}{2}$ uur na L.W.

Na of tijdens de bouw van de strekdam kan de snelheid bij giertij zelfs oplopen tot 2,60 m/sec.

De ligging, vorm en hoogte werden in het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout (België) vastgesteld.

Fig. 68 geeft het lengteprofiel, fig. 69 een dwarsprofiel ter plaatse van het hoge gedeelte van de dam.

De dam bestaat uit een, door een 1,10 m dikke laag breuksteen afgedekte kern van klei, terwijl de kleikern plaatselijk aan de beide tenen wordt gesteund door een kade van eveneens breuksteen die ter plaatse op een grondstuk rust.

Het grondstuk (zinkstuk) heeft aan de vaarzijde een breedte van 40,00 m, waarvan $\pm 10,00$ m onder het damprofiel. Dit grondstuk steekt over een breedte van 30,00 m buiten de dam uit.

Aan de oeverzijde bedraagt de breedte van het stuk 20,00 m, waarvan $\pm 8,00$ m onder de dam. Een breedte van 12,00 m is hier aanwezig om ontgroning als gevolg van het over de dam stortende water tegen te gaan. In dit verband wordt opgemerkt dat de strekdam bij elke G.H.W. geheel onder water komt en bij G.L.W. slechts gedeeltelijk droog komt te liggen.

Het laagste gedeelte, waarvan fig. 70 een dwarsdoorsnede geeft, sluit middels een zinkstuk op het eerder genoemde hoge gedeelte van de Plaat aan, zie de fig. 67 en 68.

De strekdam verkrijgt een lengte van rond 2150 m en een kruinbreedte van 3,00 m. De klei wordt ontleend aan het in fig. 67 aangegeven depot (Baggerplaats voor klei). De kleispecie is afkomstig uit de ten behoeve van de verkeerstunnel te Antwerpen te baggeren sleuf en wordt in het depot geklapt. De — geroerde — kleispecie wordt door knippen aan het depot ontleend en in de strekdam gebracht met behulp van een drijvende grijperskraan, fig. 71.

Als gevolg van het enige malen verwerken van de specie verkrijgt deze een „slappe samenstelling”. De zonder meer op deze specie aangebrachte eerste laag „breuksteen bekleding” zakt dan ook daarin weg fig. 71. De tweede en eventueel derde laag zakt eveneens weg.

Volgens het betreffende bestek moet de bekleding van-zware-breuksteen (1500 kg/m^2 — 200 à 800 kg per stuk), welke op de kruin en belopen met breuksteen $15/30$ is opgevuld, boven het peil van N.K.D. + 1,00 m worden gepenetreerd met gietasfalt. Aldus zou een „zanddichte” kap op de dam worden aangebracht. Hoe het evenwel zou gaan met de beneden het genoemde peil van N.K.D. + 1,00 m gelegen, niet door gietasfalt afgedekte, kleispecie, is niet duidelijk. Het valt te vre-

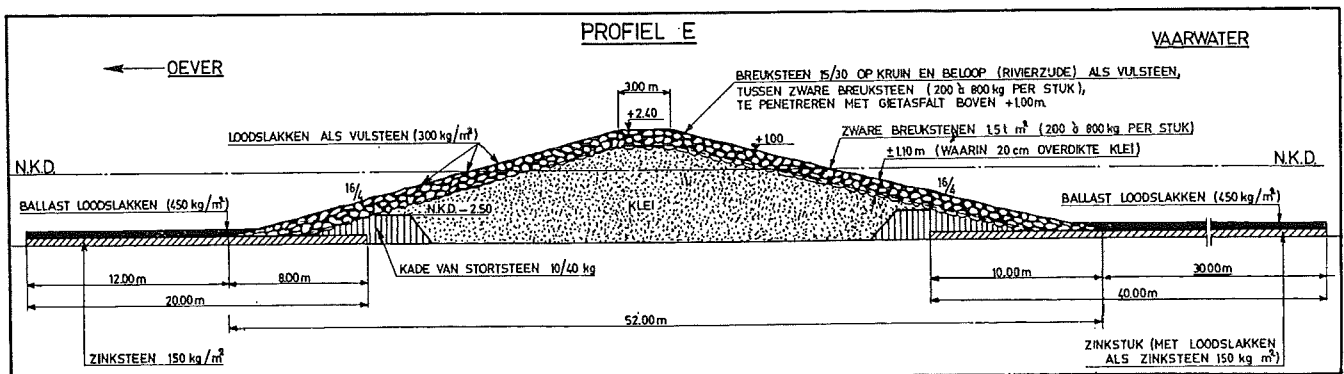
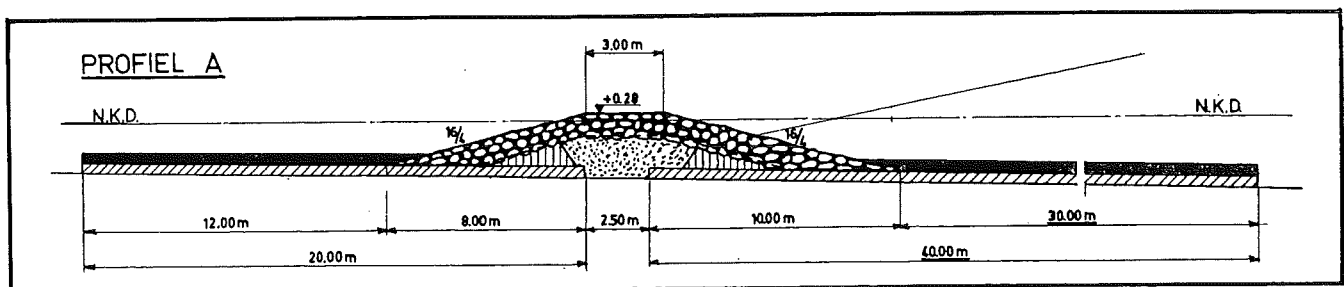
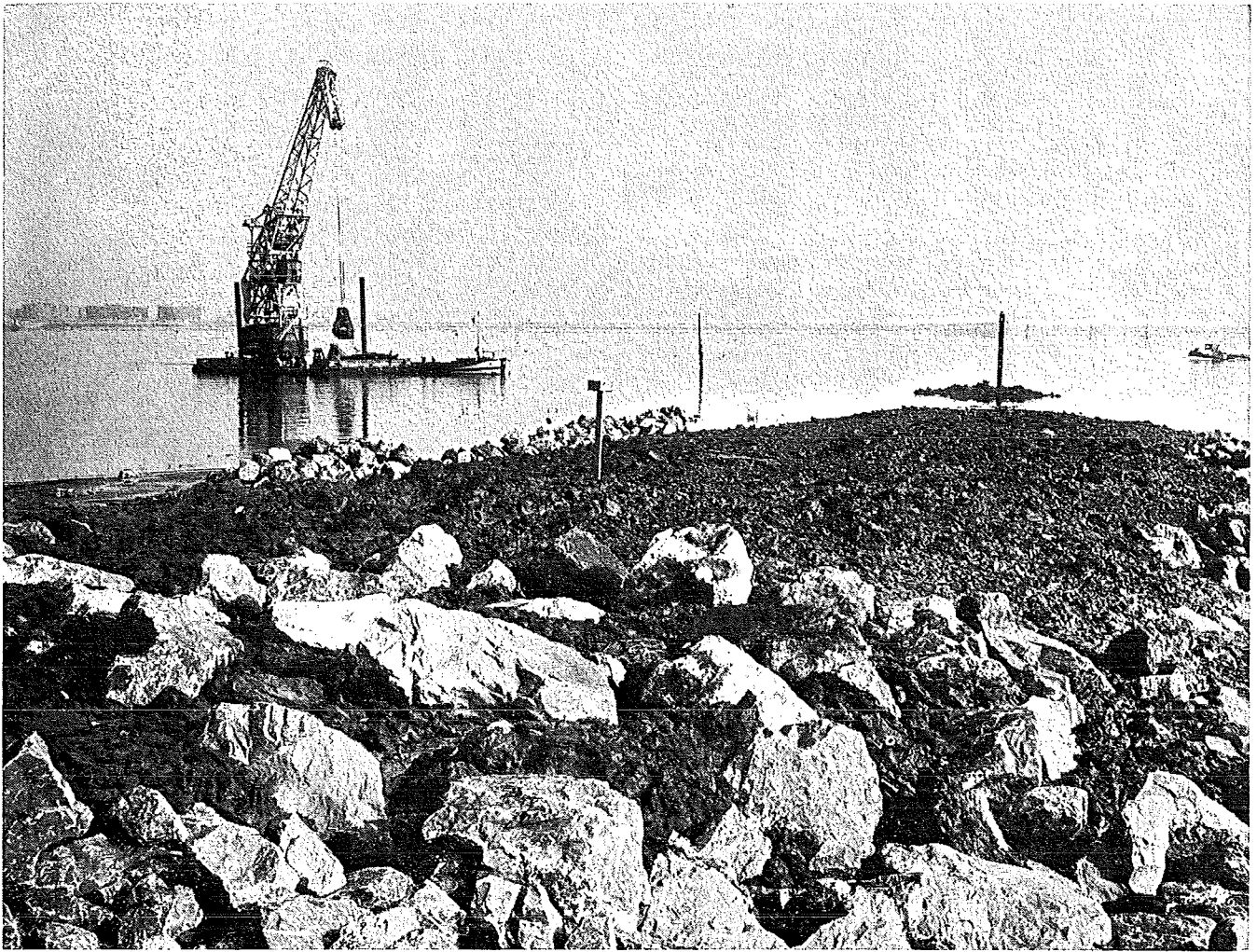


Fig. 69 Dwarsprofiel hoge gedeelte van de dam.

Fig. 70. Dwarsprofiel lage deel van de dam.





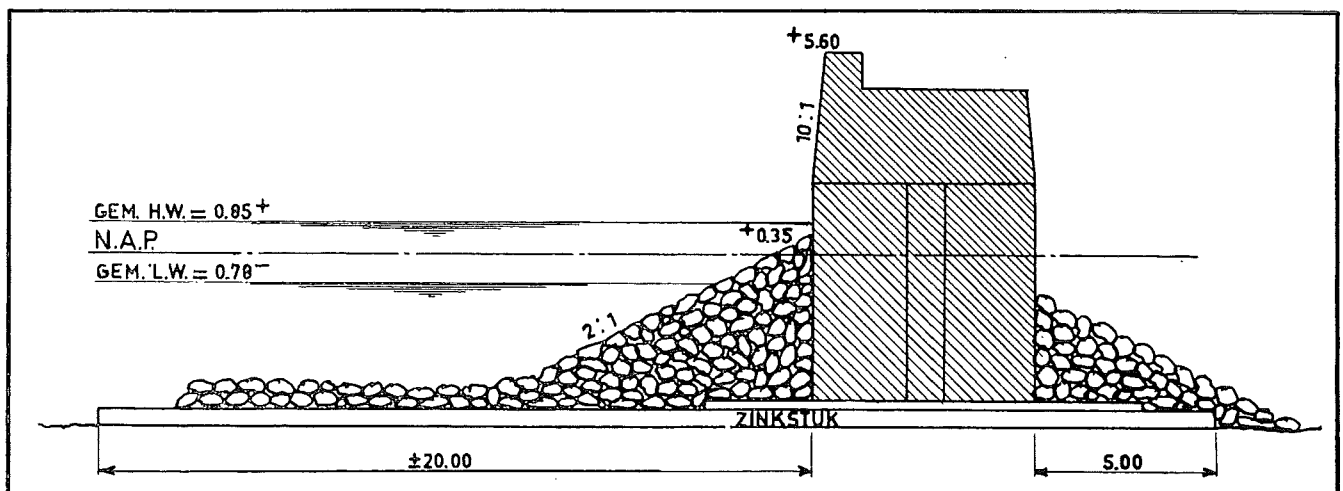
Afb. 71. De gedeeltelijk opgeworpen kleikern, waarop de eerste breuksteen. De steen zakt min of meer in de, bij elk getij overgespoelde-kleispecie weg.

zen dat de met grote snelheden langs, tegen en over de dam stuwende watermassa's uitspoelingen dan wel ontgrondingen zouden veroorzaken, met de gevolgen van dien.

Het tussen de stenen doorknijpen van de kleispecie

zal evenwel bedoelde penetratie niet toelaten, terwijl ook hier de „klei- en steenmassa" geenszins bestand zal zijn tegen de te verwachten uitspoelingen als gevolg van de met grote snelheden langs, tegen en over de dam stromende watermassa's.

Fig. 72. Doorsnede oorspronkelijke golfbrekersconstructie waaronder een „breed" grondstuk.



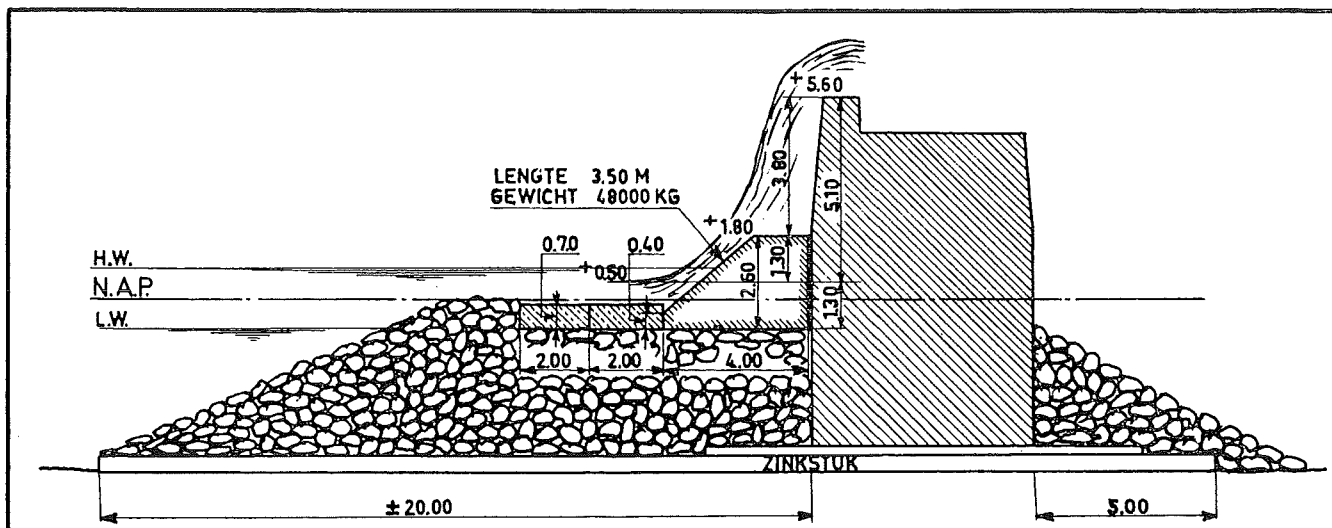


Fig. 73. Doorsnede over een hoofd met golfbreker ná de verbreding.

De zettingen in de kleikern als gevolg van de steenbelasting zijn zodanig dat elke verhoging van de dam boven L.W. het uitzakken van het onderliggende bevordert. Gezien deze situatie wordt thans overwogen het dwarsprofiel, dan wel de constructie, te wijzigen. Wellicht zou het afdekken van de kleikern met een dicht zinkstuk en een dito eveneens zoveel mogelijk gesloten bestorting de oplossing kunnen geven. Een gepentreeerde steenbekleding daarop, zou het gedeelte zinkstukbedekking, dat niet voldoende „nat” blijft, wel tegen een ontoelaatbare vernietiging, alweer als gevolg van „verwering”, beschermen, zie ook de ervaring vermeld op pag. 52.

Het grondstuk, breed 40,00 m wordt in twee stroken van 20,00 m aangebracht, ze overlappen elkander niet, hetgeen de soliditeit niet zal bevorderen. De stukken worden gezonken en bestort met bij de Metallurgische

bedrijven te Hoboken (Antwerpen) te betrekken loodslakken.

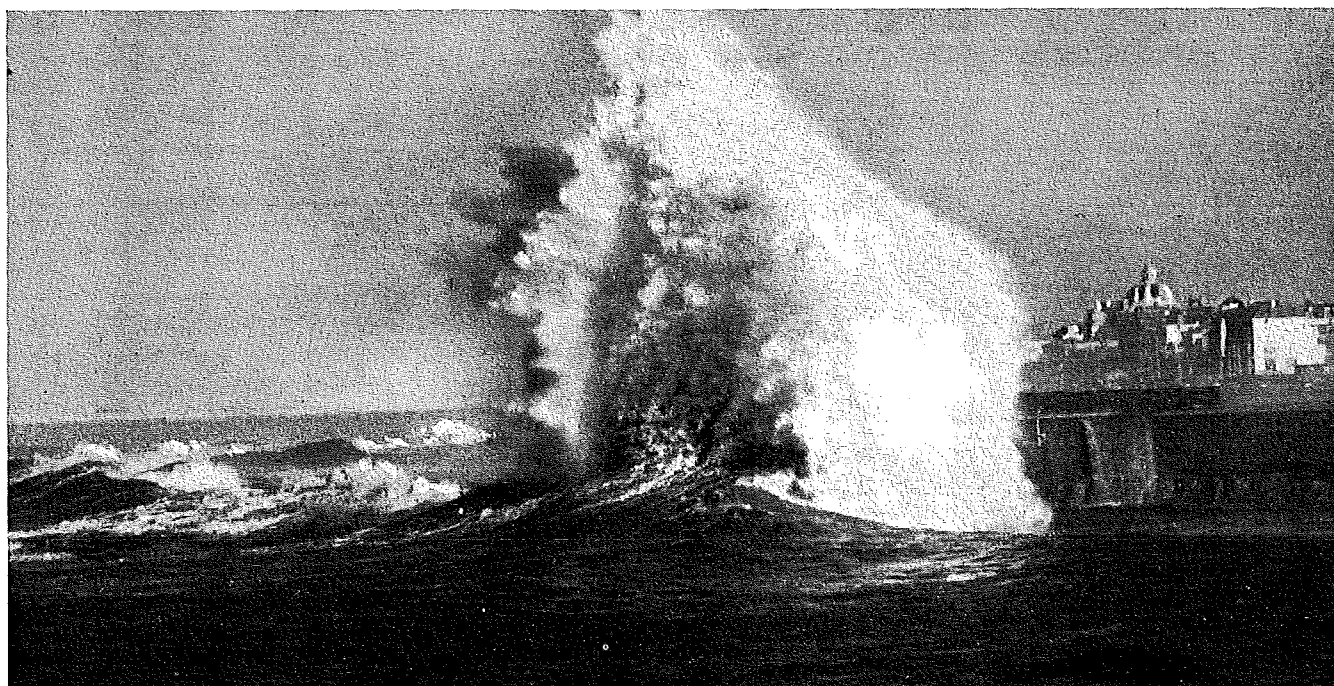
Op het zinkwerk en het storten wordt nader teruggekomen.

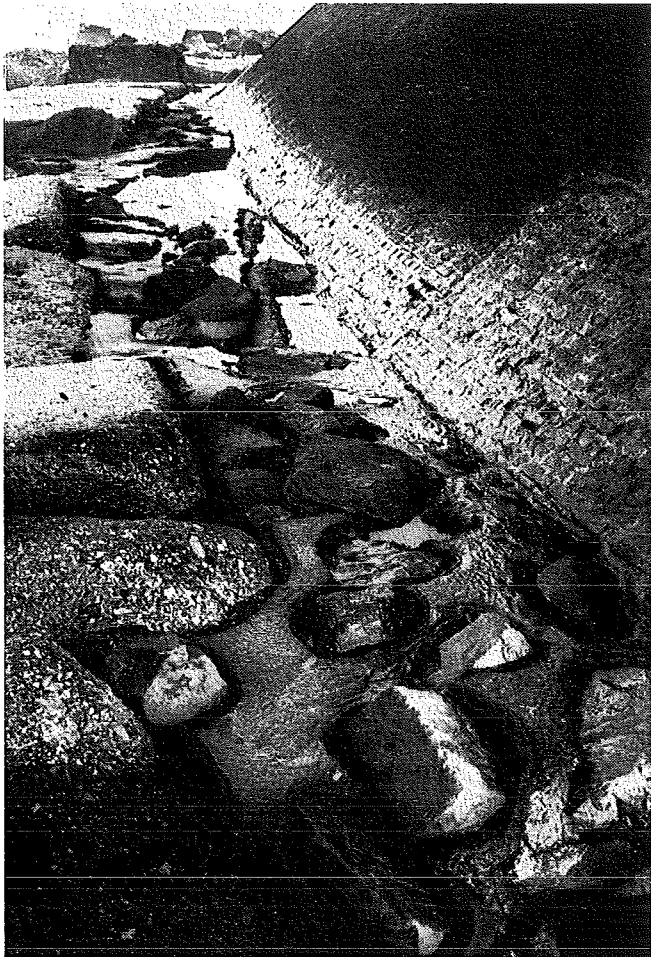
13. DE HAVENHOOFDEN VAN SCHEVENINGEN

a. De bestaande hoofden

De bestaande hoofden van de buitenhaven van Scheveningen bestaan uit 5,00 tot 6,00 m zware muren tot N.A.P. + 1,50 m in „stroamlagen” geplaatste betonblokken, waarop een bekleding — van metselwerk van zuilenbasalt of baksteen — tegen een kern van ongewapend beton. Het geheel is geplaatst op een grondstuk, fig. 72.¹²⁾ Aan de zeezijde steekt het stuk $\pm 20,00$ m, aan de havenzijde slechts 5,00 m buiten de muren

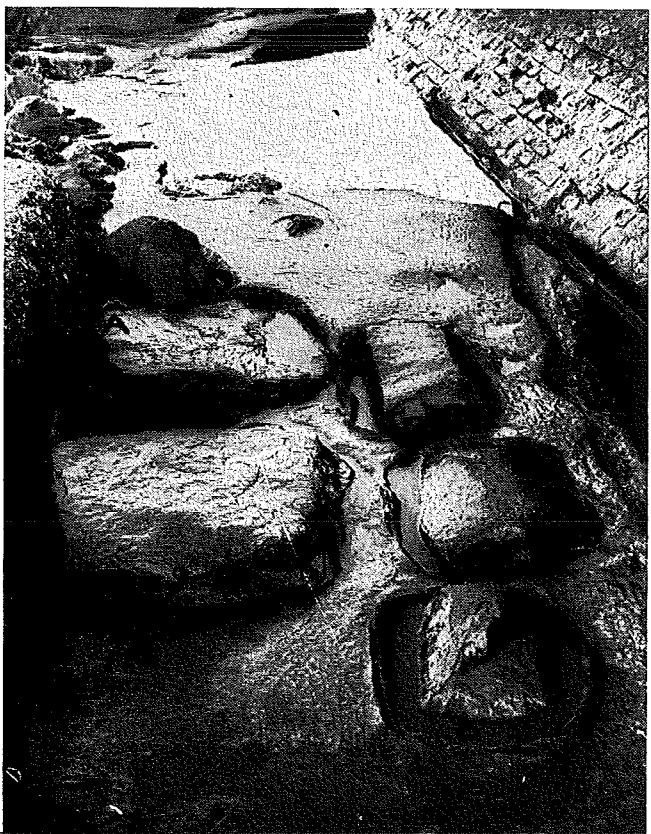
Fig. 74. Golfaanval op de kop van het noorderhoofd met tot een hoogte van wellicht 25 m opgestuwd water. Windrichting W.Z.W., windkracht 9. (Foto: C. van der Meulen, Heemstede)





Afb. 75. Gezicht-rechts-tegen het metselwerk op de bakken. Daarvoor e enmet gietasfalt „gepenetreerde” bestorting van basaltzuiltjes, betonblokken enz. Het gietasfalt is reeds „los gekruld” van de zuilen en de blokken.

Afb. 76. Detail van de „uitwijkende” asfaltmassa, zie bij „B”. Bij „A” zijn de dunne „afgekrulde asfaltlagen duidelijk waar te nemen, evenals — bovenwaarts daarvan — bij de kleinere stenen.



uit. Vóór de kop is de breedte even groter dan 20,00 m. De bodemverdediging helt met de aanvankelijke onderzeese oever mee.

Tijdens de bouw werd aan de koppen een diepte aangetroffen van N.A.P. — 4,20 à 4,70 m (destijds was G.L.W. — 0,78 m, G.H.W. + 0,85 m).

De bovenkant van de borstwering aan de zeezijde ligt op N.A.P. + 5,60 m. De zeezijde van de muren is tot 1,00 + H.W. vertikaal, daarna volgt een helling van 10:1.

De zeezijde van de hoofden werd aanvankelijk — onder een beloop van 1:2 (in de figuur, gelijk destijds gebruikelijk, aangegeven met 2:1) — bestort met breuksteen van 100-500 kg per stuk, terwijl de bovenkant daarvan — aan de zeezijde — tot N.A.P. + 0,35 m ofwel 0,50 m onder H.W. reikt, fig. 72.¹²⁾

De bedoeling was eigenlijk, genoemd talud te bekleden met — met beton gevulde — jute zakken, lang 3,00 tot 6,00 m. Het beton diende daartoe derhalve in het werk te worden gestort. De opzet mislukte, daar het beton onvoldoende snel verharde en het cement door de jute spoelde.

Men liet het beloop vervolgens onbedekt en vulde het periodiek aan met stenen van 1500 kg per stuk.

Ongeveer een 15-tal jaren na de bouw — daterende uit het laatst van de vorige eeuw — werd een wijziging aangebracht door de bestorting vanaf de L.W.-lijn op het strand tot aan de koppen der hoofden ter hoogte van L.W. af te vlakken en op het alzo tot stand gebrachte vlak een rij bakken van gewapend beton te plaatsen, waar langs aan de zeezijde twee rijen betonblokken, groot 2,00 m × 2,00 m en dik 0,70 m, fig. 73.

Buitenwaarts van de blokken werd de bestorting met breuksteen aangestort tot de bovenkant van de genoemde betonblokken.

Zoals uit de laatstgenoemde figuur blijkt kwam ter hoogte van ongeveer N.A.P. pas op ± 10,00 à 12,00 m uit de muur de kruinlijn van het steentalud te liggen. Bij een overgebleven breedte van het grondstuk van 10,00 à 8,00 m kon dit talud geen flauwere helling verkrijgen dan ± 1:2, zulks opdat de steen niet buiten het grondstuk in de bodem zou wegzakken, fig. 73, zoals dat b.v. aan de havenzijde het geval was, fig. 72.

De betonblokken hadden merendeels een lengte van 3,50 m. Tegen de muur bedroeg de hoogte 2,60 m en aan de zeezijde 0,40 m. Het ondervlak was breed 4,00 m, het bovenzvlak 1,80 m, fig. 73. Het hellende vlak had een beloop van 1:1. Bij de uitvoering moest de eis worden gesteld, dat het gewicht niet groter mocht zijn dan 10.000 kg, zulks in verband met het maximale hijsvermogen van de hijskraan. In verband daarmee kregen de bakken wanden van slechts 0,08 m dikte; wel werden de wanden nog door ribben versterkt. In de bodem werd een opening aangebracht in verband met het opdrijvend vermogen.

De bakken, met een inhoud van ± 22 m³, werden gevuld met schrale beton, zodat een totaal gewicht ontstond van 48.000 kg (onder water ± 25.000 kg).

De bakken werden zorgvuldig dicht tegen elkaar geplaatst, ook tegen de muren. Naden van enkele centimeters bleven uiteraard aanwezig.

Op de kop van de hoofden werd de inhoud van een 5-tal bakken „gepenetreerd” met 5 × 30 ton ruw gietijzer.

Bij de oplevering zag het werk er keurig uit, doch na een aantal krachtige golfaanvallen sloegen enkele bakken van hun plaats en verdwenen in de diepte. Vijf jaar na de voltooiing waren reeds 10 stuks van de 64 bakken geheel verdwenen, terwijl een aantal de voor-

¹²⁾ Ontleend aan „de bestortingen van de havenhoofden te Scheveningen”, door T. Huitema in Otter van juli 1922.

wand en een deel de vulling miste. De bakken waren vooruit geschoven als gevolg van het terugvallende deel van het over het hoofd gaande water, zoals in fig. 73 voorgesteld en in fig. 74 in heviger mate naar voren komt.

De hoofden bevinden zich in het brandingsgebied, de golfhoogte is vanwege het ondiepe water daardoor niet groot. De golfkrachten zullen dan ook niet zo groot zijn, het botsingseffect over de niet open zijnde golfbreker en tegen de muur echter wel, terwijl de gehele opgezwepte watermassa over bedoelde „golfbreker” terug loopt en toch zeker niet zonder een nadelige invloed op de bodem terecht komt. Buiten het 20 m buiten de muur uitstekende grondstuk treden dan ook ontgroningen op. De aanvankelijk „ruim genomen” breedte van 20,00 m bleek toch nog niet afdoende te zijn.

Het nauwkeurig naast elkaar plaatsen van de bakken bleek achteraf averechts te werken. Immers de van een hoogte van b.v. gem. 8,00 vallende watermassa deed de spanning in het in de spleten aanwezige water, met méér dan genoemde 8,00 m toenemen; uitwijk- of ontspanningsmogelijkheden waren niet aanwezig. De overdruk achter een bak met een wandoppervlakte van $3,50 \text{ m} \times 2,60 \text{ m}$ werd alzo minstens $3,50 \times 2,60 \times 8,00 = 73 \text{ ton}$, terwijl bij een wrijvingscoëfficiënt van b.v. 0,5 er maar $0,5 \times \pm 25 \text{ ton} = 12,5 \text{ ton}$ nodig zou zijn om de bak te verschuiven. Bij een ruimere speling tussen de bakken had de ontspanning kunnen plaats vinden en zou de situatie aanzienlijk gunstiger zijn geweest.

Ook het „wegspoelen” van de voorwand van de bakken zal een gevolg zijn geweest van het terugvallen van het opgezwepte water. Het schrale beton was n.l. in de bakken gestort. Een aanhechting van de geenszins cementrijke specie tegen de gladde gewapende wand zal niet tot stand zijn gekomen en zeker niet daar de schrale betonmassa geen goede verdichting ontving. Het tussen de gladde betonwand en de opvulmassa gedrongen water ontving dan ook een soortgelijke overdruk als hiervoor bedoeld met de gevolgen van dien.

(Een overeenkomstig geval met een gevolg als bij voorbedoelde verticale waterlagen, werd dezerzijds beschreven in het september 1960-nummer van dit orgaan, waar een zeer zwaar in Italië gebouwde havenhoofd in tweeën spleet).

De verdwenen bakken werden vervangen door andere van zwaardere constructie en van smallere afmetingen; ze werden enigszins verder vanaf de muur geplaatst. Edoch, ook deze wijziging bracht geen afdoende oplossing.

Naderhand werd de verdediging uitgevoerd met zware steen, welke ook nu periodiek nog wordt aangevuld. Het bovenvlak werd nadien uitgevuld en afgesloten met metselwerk, fig. 75; de voeg tussen de muur en het metselwerk diende steeds dicht te blijven. Vóór bedoeld metselwerk was de bestorting afgedekt met zware betonblokken. Ook hiervan verdwenen telkens nog meerderen.

Omstreeks 1950 werd om en nabij de koppen de bestorting aangevuld met basaltzuiltjes, terwijl dezen evenals voorbedoelde betonblokken opgesloten werden met „zand-gietasfalt”. De zuiltjes werden met gietasfalt tot een paar centimeter daarboven aangevuld, de blokken tot bijna de bovenkant daarvan. De asfalt-specie hechte evenwel niet aan de verontreinigde, natte en onverhitte betonblokken en evenmin aan het niet verontreinigde onverhitte basalt, met gevolg dat bij lage temperatuur de dunne asfaltspicielaag boven de steen kromp en scheurde. Het er op en in de scheuren botsende water bracht het daarin aanwezige water onder spanning.

Het gevolg was het steeds meer „opkrullen” van de asfaltspecie. Het opkrullen zette zich voort gelijk bij een „opengaande” tulp, totdat de bloem (het zuiltje) er uitschoot en „verloren ging”, fig. 75 en 77.



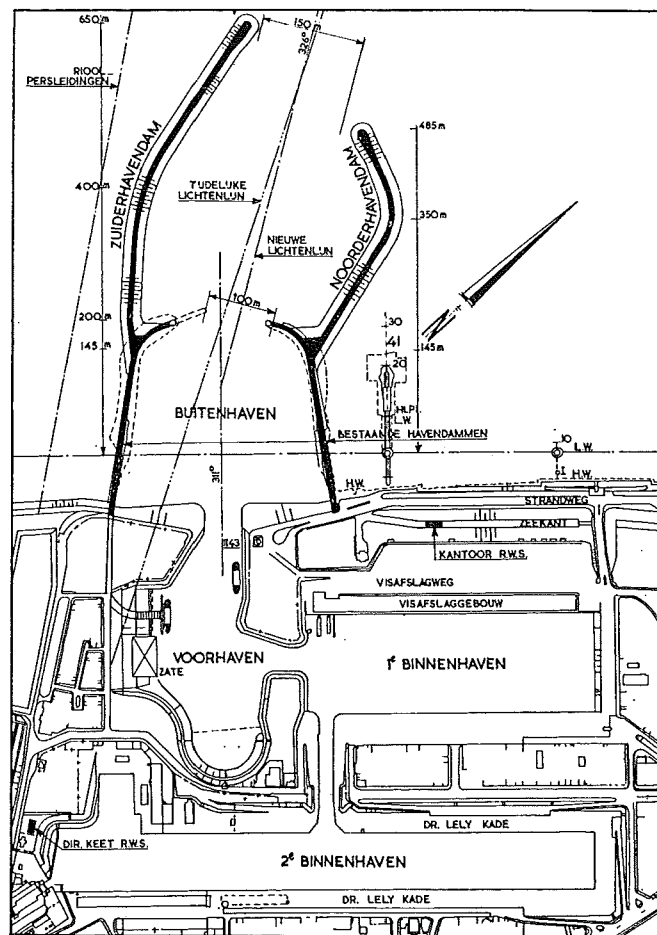
Afb. 77. Detail van de steeds groter wordende openingen tussen de stenen of blokken en de asfaltmassa's. Beneden rechts is reeds een steen verdwenen, terwijl bovenaan een steen bijna reeds „vrij” is.

Alleen een asfaltbedekking van een grote dikte — zoals naderhand toegepast — kon het verdwijnen van de — onverhitte — steen voorkomen.

Opmerking 4.

Een van de voornaamste oorzaken van de aanhoudende beschadiging van de golfbrekers, was het ontbreken van een geheel open constructie! De energie, teweeg ge-

Fig. 78. Situatie van de bestaande en van de te maken havenhoofden (havendammen).



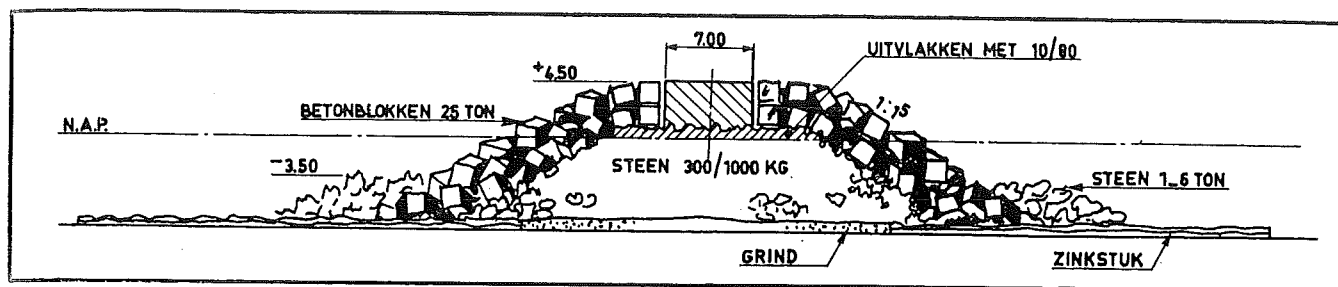


Fig. 79. Doorsnede over de te maken dam.

bracht door de golfaanvallen, dient immers door de golfbreker te worden opgevangen, dan wel geabsorbeerd: derhalve de golfbrekersconstructie dient zoveel mogelijk open, dan wel geperforeerd te zijn. Ook de zwaartekracht van het neervallende water uit de zeer hoog opgezwoefte massa's wordt daardoor „ontbonden”.

b. De nieuwe havenhoofden

Men tracht de ingang dan wel de diepte in de bestaande buitenhaven op het peil van N.A.P. — 4,50 m te handhaven. De vissersschepen zijn in de loop der jaren groter geworden, met als gevolg een niet onbelangrijke toename van de diepgang. De grote schepen (vooral de trawlers) moeten dan ook veelal wachten op een waterstand boven de gemiddelde zee­stand om de haven aan te kunnen lopen, dan wel uit te varen. De vissersschepen varen niet geladen uit. De in de haven van Scheveningen aanlopende coasters daarentegen dikwijls wel. Dit scheepstype heeft steeds meer behoefte aan de onderwerpelijke haven.

Het vergroten van de diepte van de haveningang is nu sinds jaren meer dan urgent en heeft gelukkig thans tot gevolg, dat tot verlenging van de havenhoofden ter verkrijging van een grotere geuldiepte zal worden overgegaan.

Het ontwerp voorziet in twee verlengde hoofden, waarvan het zuiderhoofd, reikende tot de natuurlijke dieptelijn van ongeveer N.A.P.-7,00 m en tot 650 m buiten de strandpalenlijn. Het noorderhoofd zal reiken tot plm. 500 m buiten deze lijn.

Het ontwerp, fig. 78, doet verwachten dat:

1. de mond vrijwel steeds buiten de brandingszone zal liggen, en
2. de golfhogte in de binnenhaven de nieuwe toestand half zo groot zal zijn dan nu.

De nieuwe hoofden zullen evenals de bestaande, als hoge dammen worden uitgevoerd. Vanaf de zeebodembod af zullen de dammen achtereenvolgens worden opgebouwd uit:

- a. **grondstukken** (zinkstukken aan weerszijden van — en onder — de teen van de dam om ontgroning — met als gevolg verzakking — van de golfbrekers tegen te gaan, fig. 79:
- b. een laag grind in het hart van de dam tussen de grondstukken;
- c. een kern van steen in stukgewichten van 300 tot 1000 kg, waarvan de kruin misschien zal worden afgedekt ofwel geëgaliseerd met steen met een stukgewicht van 10-80 kg, zulks ten behoeve van de verdere opbouw. De eventuele uitvulsteen moet voortzodanig worden verdicht, dat deze niet bij een middelzware golfaanval wegslaat en dat het aan te brengen beton daarbij niet kan weglopen, dan wel uitspoelen;

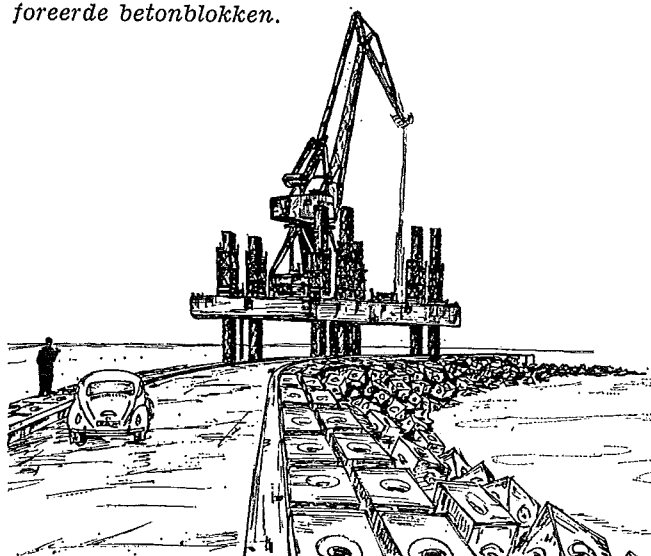
- d. een kruin of opbouw op de dam in gewapend beton (elementen met vulbeton), tot een hoogte van N.A.P. + 4,55 m, met een rijbaan­hoogte van 7,00 m, en
- e. een bescherming van de dam door een z.g. golfbreker, bestaande uit zware betonblokken die aan de teen worden gesteund door steen van 1-6 ton stukgewicht.

Zoals uit fig. 80 moge blijken is de blokken een perforatie gegeven, hetgeen — zoals meer naar voren gebracht — de vaste ligging zeer zeker ten goede zal komen. De krachten van de in beweging gebrachte watermassa's zullen hier beter worden geëlimineerd dan b.v. bij de ontworpen golfbrekerconstructie met massieve blokken nabij Hoek van Holland. (Deze laatste golfbrekers hebben echter geen gesloten wand achter zich en zullen alzo in mindermate spanningen in het water optreden).

De poreuze opbouw van de de damkern te Scheveningen, tesamen met de geperforeerde blokafdekking zal de energie van de golfkrachten, evenals van de teruglopende watermassa's, voor een zeer groot deel opnemen, dan wel absorberen met gevolg, dat bepaald mag worden verwacht dat het onderhoud van deze dammen — mede gezien de terecht grote breedte van de grondstukken — tot in de verre toekomst wel tot een minimum beperkt zal blijven. Ik meen, dat dit ontwerp zeker één van de meest ideale constructies mag worden genoemd.

Op de constructie, de bouw en het aanbrengen van de zinkstukken zal nader worden teruggekomen.

Fig. 80. Schets van de golfbreker met geperforeerde betonblokken.



14. De afsluiting van het Haringvliet. ¹³⁾

De afsluiting van het Haringvliet zal deels vast, deels beweegbaar zijn. De afsluitdam zal behalve een schutsluis, een spuisluis met een 17-tal openingen van elk 56,50 m., ofwel tezamen 1048,50 m breedte bevatten, zie het dezerzijdse artikel in Otter van juli 1958.

De afsluiting tussen de spuisluis en Voorne, ofwel van het „Rak van Scheelhoek” zal middels een dam plaats hebben, fig. 81. De afdamming van de stroom zal volgens de geleidelijke methode plaats vinden. De dam zal worden opgeworpen per kabelbaan. Dit damgedeelte is een gebogen situatie gegeven. De per kabelbaan aan te brengen „kerndam” zal echter middels één middensteunpunt geknikt zijn, zodat de gebogen lijn naderhand dient te worden verkregen op de tweezijdse van de stroomafsluitende kern aan te brengen zandmassa's.

De waarschijnlijk uit betonblokken in het ongeveer 1500 m brede en vooraf tot \pm N.A.P. — 10,00 m te verontdiepen water op te werpen dam, moet op een verdedigende bodem rusten. De wijze van deze verdediging is evenwel momenteel nog niet vastgesteld.

15. STORTEBEDDEN

a. Spuisluis Haringvliet

Onder een stortebed verstaat men de verdediging van het veelal uit fijn en loskorrelig materiaal bestaande, kanaal-, rivier- of havenbodembedeelte grenzende aan een schut-, spui- of uitwateringssluis. De zwaarte van de verdediging moet beantwoorden aan de ter plaatse optredende stroomaanval, dan wel turbulentie. Bij een inlaat-, spui- of uitwateringssluis, waar veelvuldig en langdurig grote stroomsnelheden optreden, zal dan ook in het algemeen een zwaardere en een meer uitgebreide bodembescherming aangebracht dienen te worden dan bij een schutsluis.

Bij een schutsluis kan aantasting van de voorliggende bodem worden veroorzaakt door de vul- en ledingsstromen van de schutkolk, door de retourstroom van een varend schip en door de stromen- en turbulenties, die door de scheepsschroeven worden opgewekt. De diepte van de drempel, evenals die van het vaartuig spelen hierbij uiteraard een grote rol; hoe kleiner de afstand tussen drempel of bodem en de schroefas dan wel de kiel, des te heviger de aanval op het bodemmateriaal.

De stortebedden hebben — zulks in tegenstelling tot de hiervoor o.a. behandelde „tijdelijke” drempelverdedigingen — gedurende vele decennia afdoende hun functie te verrichten!

Veelal werd — en ook wordt — de aantasting van de bodem door het stromende- dan wel turbulerende water onderschat. De voorbeelden daarvan zijn legio.

Te noemen zijn b.v. de stortebedconstructie dan wel de grootte daarvan bij de Zuidersluizen te IJmuiden, bij de uitwateringssluizen in de Afsluitdijk van de voormalige Zuiderzee, en van de Nieuwe Spuisluis te IJmuiden.

Voor de z.g. Kleine sluis en de Oude spuisluis — behorende tot de Zuidersluizen te IJmuiden — werd omstreeks 1874 een stortebed ter lengte van nauwelijks 18,00 m aangebracht. De constructie bestond uit enige rijshoutlagen, waarop betuiningen, een puinbestorting en een bezetting van basaltzuiltjes. Het geheel werd aan het einde afgesloten door een perkoenpalenrij.

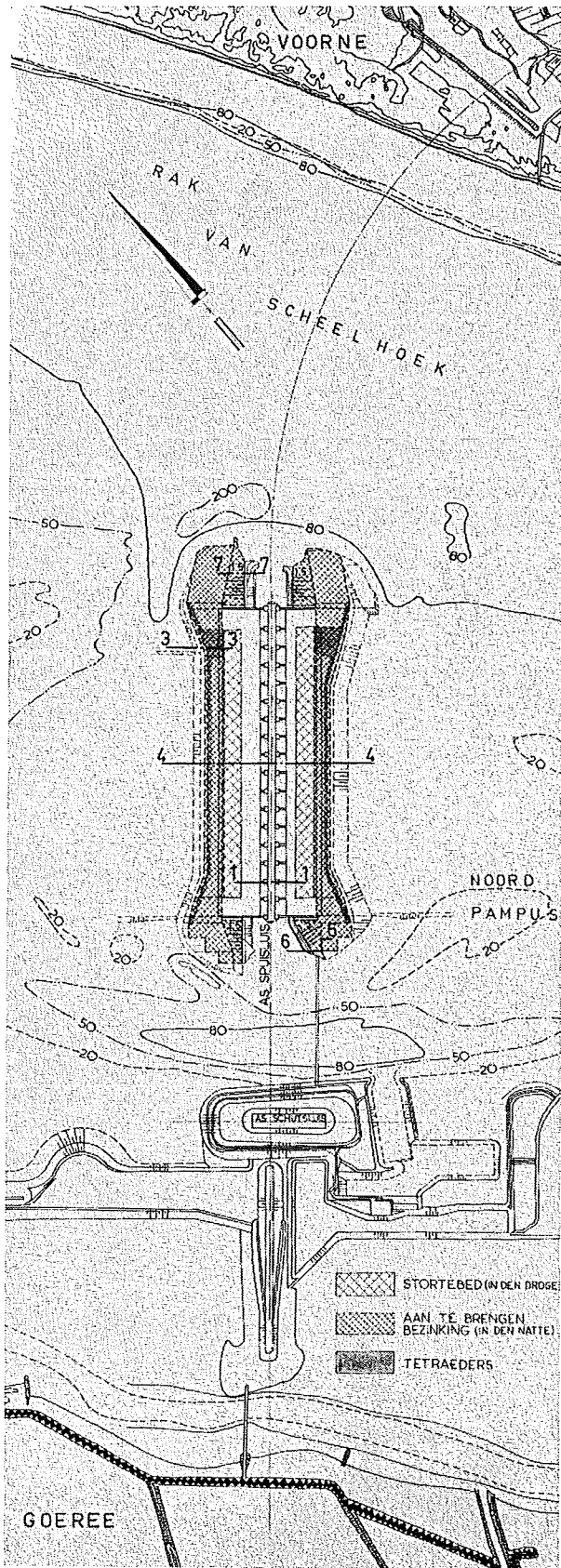


Fig. 81. Situatie spuisluis en as van de afsluitdam in Rak van Scheelhoek.

¹³⁾ Meerdere gegevens werden ontleend aan de „Delta uitgaven”.

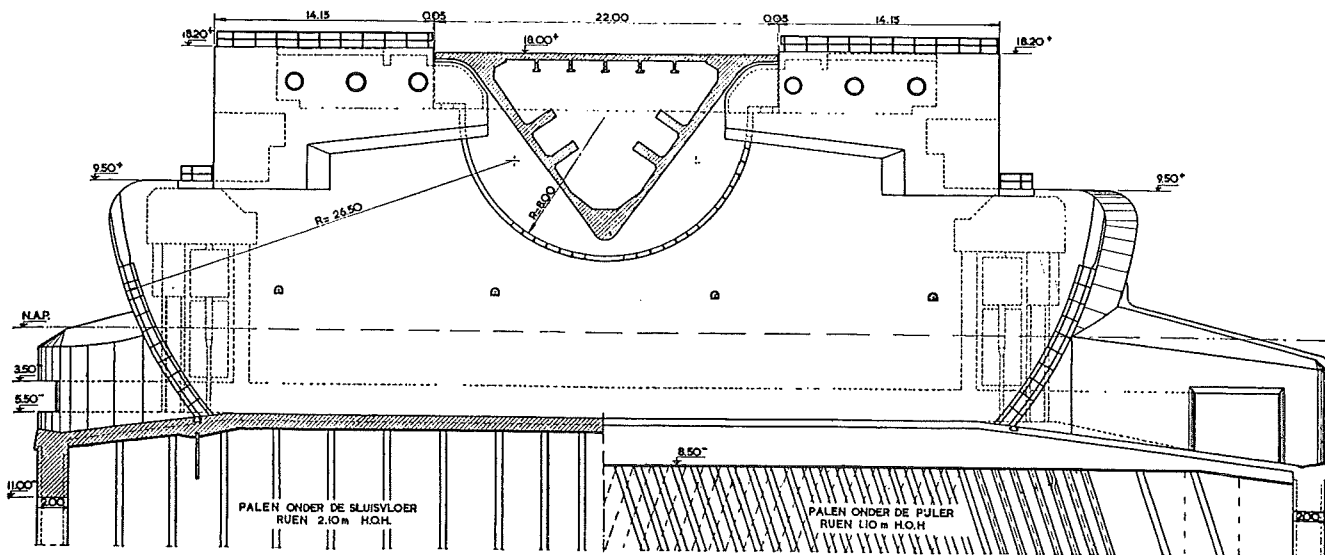


Fig. 82. Doorsnede over de sluisvloer van het oorspronkelijke ontwerp.

De doorvaartwijdte van de Kleine sluis bedraagt 12,00 m, terwijl de drempeldiepte ligt op \pm N.A.P. — 5,24 m, met gevolg dat bij volspuien, door de oude spuisluis en ook door de kleine spuisluis, enorme watermassa's over de drempels worden afgevoerd. Zoals reeds bij de beschrijving van het „Primaire voorontwerp” voor de Nieuwe havenhoofden van IJmuiden (7) werd vermeld, bedraagt de stroomsnelheid bij de kleine sluis dikwijls meer dan 3,00 m/sec.

De afgevoerde hoeveelheden waren wellicht omvangrijker dan aanvankelijk geraamd. Het gevolg was ontgronding aan het einde van het stortebed en een afbrokkeling van dit stortebed. De vernielingen konden slechts worden opgevangen, c.q. worden bijgehouden, met het storten van zeer grote hoeveelheden steen.

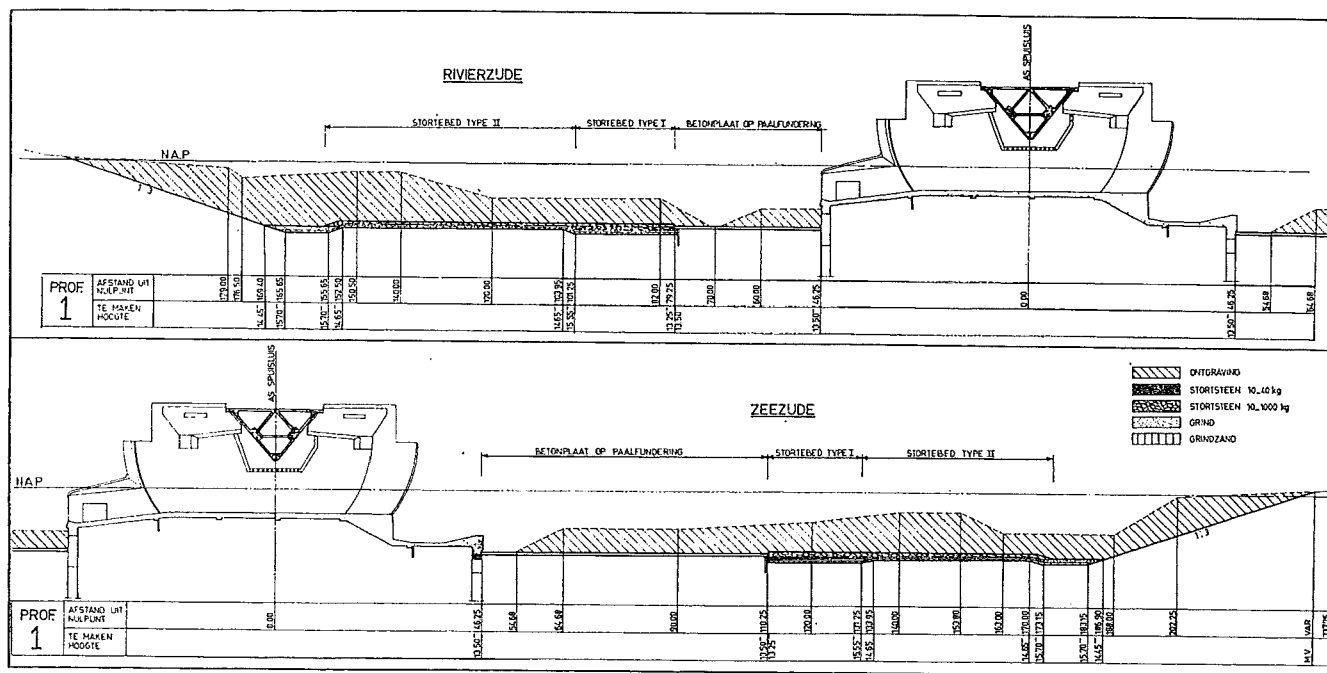
Bij de uitwateringssluizen in de Afsluitdijk moesten alsnog bezinkingen van grotere omvang worden aangebracht, terwijl bij de Nieuwe spuisluis te IJmuiden -

met een capaciteit door de zeven kokers van n.i.m. 700 m³/sec.- ter plaatse van het slechts 20 m lange stortebed ontgrondingen tot 12 à 14 m beneden de drempels ontstonden. Ook hier kon de situatie slechts worden gered met het aanstorten van enorme hoeveelheden bunkerpuin, steen, etc. ofschoon de spuisluis nimmer nog op volle capaciteit werd benut.

Niet alleen de ontgrondingen aan het einde van het stortebed leveren uiteindelijk een groot gevaar voor het bouwwerk op, ook de aangrenzende taluds van het — veelal — te smal aangelegde afleidende kanaal dreigen ten onder te gaan. Voorts zij opgemerkt, dat de 50 m brede en \pm 450 m lange schutkolkbodem van de Noordersluis te IJmuiden bij de bouw werd verdedigd — in den natte — door een normaal zinkstuk waarop een bestorting van n.i.m. \pm 400 kg breuksteen 10-80 kg. per m².

Ook buiten en binnen de sluis werd over een lengte van \pm 50 m een dergelijke verdediging aangebracht.

Fig. 83-84. Doorsnede over het in de droge aangebrachte deel van het stortebed.



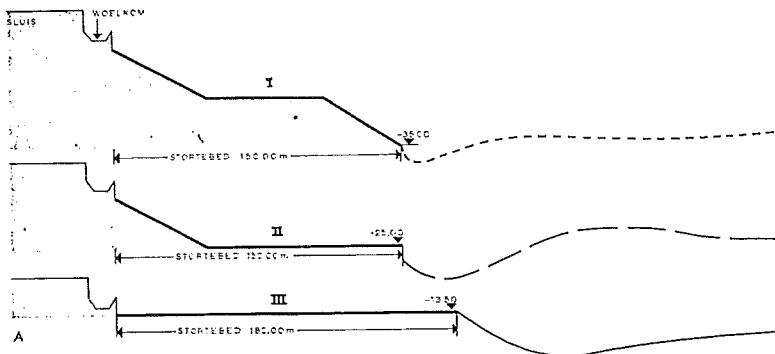


Fig. 85. Een drietal onderzochte oplossingen betreffende de lengte van het stortebed.

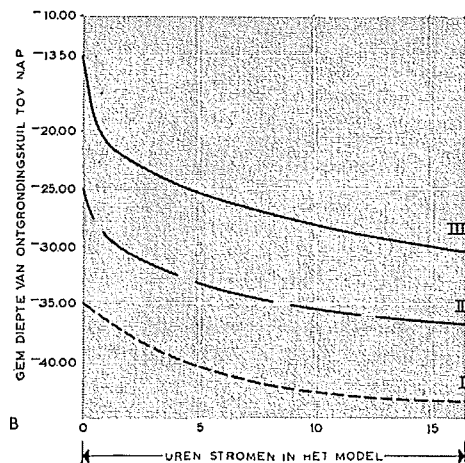
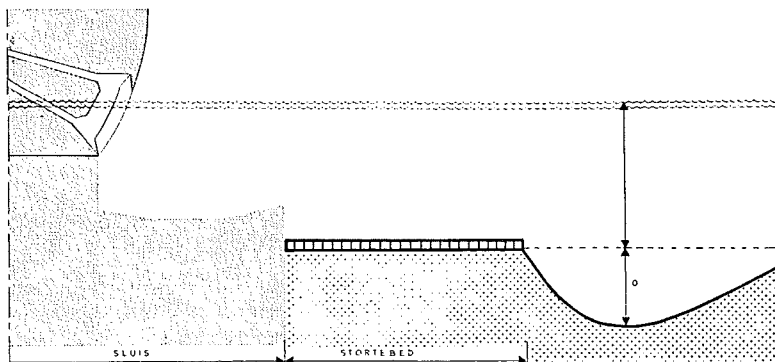


Fig. 86. Voorbeeld van een ontgrondingstijd-diagram.

Fig. 87. De stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet moesten zo worden gelegd dat $h + 0$ zo klein mogelijk bleef.



Bedoelde verdediging ligt ter hoogte van \pm N.A.P. — 15,30 m. tot — 15,80 m.; de sluisdrempels liggen op N.A.P. — 15,00 m.

Tot voor enkele jaren beperkte de scheepvaart zich tot een diepgang van maximaal N.A.P. — 11,00 m, zodat de kiel van het vaartuig nog \pm 4,00 m boven de bodemverdediging bleef. Het vullen van de schutkolk — maximaal met ongeveer 70.000 m³ — vindt plaats door vier riolen met een doorsnede van $4 \times \pm 15,00$ m² (ofwel met een hoeveelheid van circa 100 m³/sec.) **boven het peil van N.A.P. — 9,40 m.**

De ongeveer 5 m lager, dan de rioolbodems, liggende schutkolkbodem werd door de — bij het vullen van de schutkolk — ontstane waterbeweging niet aangetast; de bodemverdediging bleef zelfs bedekt door een 1,00 à 2,00 m dikke sliblaag.

Thans evenwel, met de dieper gaande vaartuigen en de daarbij passende, aanzienlijk grotere vermogens op de schroeven, treedt daarin wijziging op en gaat het schroefwater bij het achteruit- evenals bij het vooruitslaan, de bodemverdediging „schoonvegen”, zodat in de nabije toekomst te verwachten is, dat het bestortingsmateriaal van de bodemverdediging verzwaard dient te worden en verdicht met een materiaal van kleinere afmetingen, doch een hoger soortelijk gewicht.

Mede op grond van ervaringen als voorbedoeld en de bijzonder grote afmetingen van de door de Spuisluis in het Haringvliet af te voeren watermassa's werden, behalve ten aanzien van de overgang van de sluisvloer naar de voorliggende bodem, ook betreffende de constructie van de verdediging van de voorliggende bodems, meerdere onderzoeken in laboratoria verricht. Als gevolg daarvan verkreeg de vloer, van de Spuisluis die aanvankelijk aan de zee- en rivierzijde een gelijke doorsnede had, fig. 82, een andere vorm, fig. 83-84.

De onderzoeken richtten zich op de volgende twee hoofdaspecten:

1. de vormgeving van het stortebed. Hierbij werden de aanlegdiepte, vorm en afmetingen gevarieerd onderzocht en hersteld en
2. de weerstand van het stortebed. Hieronder is te verstaan de stabiliteit van de constructieonderdelen, waaruit het stortebed is opgebouwd.

Bij de constructie werd onderscheid gemaakt tussen de constructie aan de zee- en aan de rivierzijde. Hydraulisch gezien werden daarbij de volgende drie fasen in het ontwikkelingspatroon van de ontgrondingen onderscheiden:

- a. de periode gedurende de sluiting van het „Rak van Scheelhoek”, waarbij de sluis geheel open staat en, naarmate de sluiting vordert, de sluis een steeds groter aandeel in het getijvermogen van het Haringvliet verwerkt. Tijdens deze periode zullen aan beide zijden ontgrondingen ontstaan;
- b. na de sluiting zal bij het spuien de spuistroom tot ontgrondingen aan de zeezijde van de sluis bijdragen. Onder deze omstandigheden zal aan de rivierzijde geen verdere ontgroning voorkomen, en
- c. gedurende perioden van ijsgang zou het wenselijk kunnen zijn de sluis geheel voor de getijbeweging te openen. Onder deze omstandigheden, die een beperkte duur hebben, zal bij eb ontgroning aan de zeezijde en bijloed ontgroning aan de rivierzijde verwacht moeten worden.

Behalve een stortebed aan de zeezijde zal dus om de, onder a en c vermelde redenen, ook een verdediging aan de rivierzijde noodzakelijk zijn.

Het rivierbed nabij de sluis bestaat uit zeer fijn zand. Eén van de belangrijkste overwegingen die een rol hebben gespeeld bij de vormgeving van het storte-

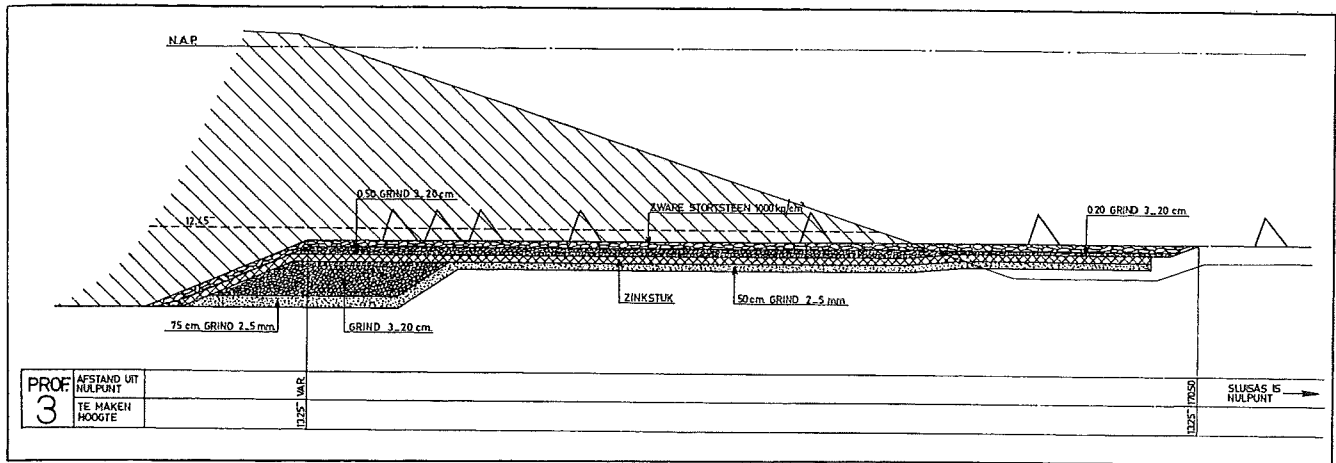


Fig. 88. Doorsnede beëindiging stortebed t.p.v. prof. 3 in fig. 81 aangebracht in de natte.

bed was de wenselijkheid, de diepte van de ontgroningen tot een minimum te beperken. Deze zou zeker geen aanleiding mogen geven tot evenwichtsverstoringen in het bij de sluis aansluitende zandlichaam, waardoor de stabiliteit van het sluiscomplex in gevaar zou kunnen worden gebracht.

In fig. 85 wordt een 3-tal voorbeelden van de onderzochte oplossingen gegeven. Niet alleen kunnen hierdoor duidelijke richtlijnen voor het ontwerp van het stortebed worden vastgesteld, maar bovendien werd door deze onderzoeken een goed inzicht verkregen in de factoren, die bij deze ontgrondings-problemen een rol spelen. Fig. 86 geeft een voorbeeld van het bijbehorende ontgrondings-tijddiagram. In het begin ontwikkelt de ontgroning zich zeer snel, terwijl in een later stadium de verdiepingen veel langzamer plaatsvinden.

Het onderzoek werd aan de zeezijde gebaseerd op een afvoer van 25.000 m³/sec. bij een zeestand van N.A.P. — 0,60 m en 24.000 m³/sec. bij een binnenpeil van N.A.P. — 0,40 m.

Een horizontaal stortebed heeft, in het bijzonder wanneer het benedenstroomse einde ruw is, een afbrekende invloed op de turbulentie.

De ruwheid bleek nogal van invloed op de ontgroning. Een grotere ruwheid van het benedenstroomse einde deed de ontgroning danig verminderen, waarbij vooral ook een minder steile aanzethelling van de onverdedigde zandbodem werd waargenomen. Een glad stortebed aan het benedenstroomse einde deed de ontgroning en de steilheid van de aanzethelling aanzienlijk toenemen.

De zeezijde betreffende werd in het bijzonder het genoemde 3-tal lengten met elkaar vergeleken, t.w. die van 120 m, 150 m en 180 m. Bij een verlenging van 120 tot 150 m werd een aanzienlijke reductie in de turbulentie-intensiteit van het over het stortebed stromende water verkregen, terwijl bij 180 m duidelijk nog een grotere verbetering kon worden opgemerkt. Om deze redenen werd voor de zeezijde een stortebedlengte van ± 180 m gekozen, fig. 84.

Voor de rivierzijde werd ± 150 m voldoende geacht, fig. 83.

De stortebedden dienen zo te worden gelegd, dat $h_0 + 0$ zo klein mogelijk blijft, fig. 87.

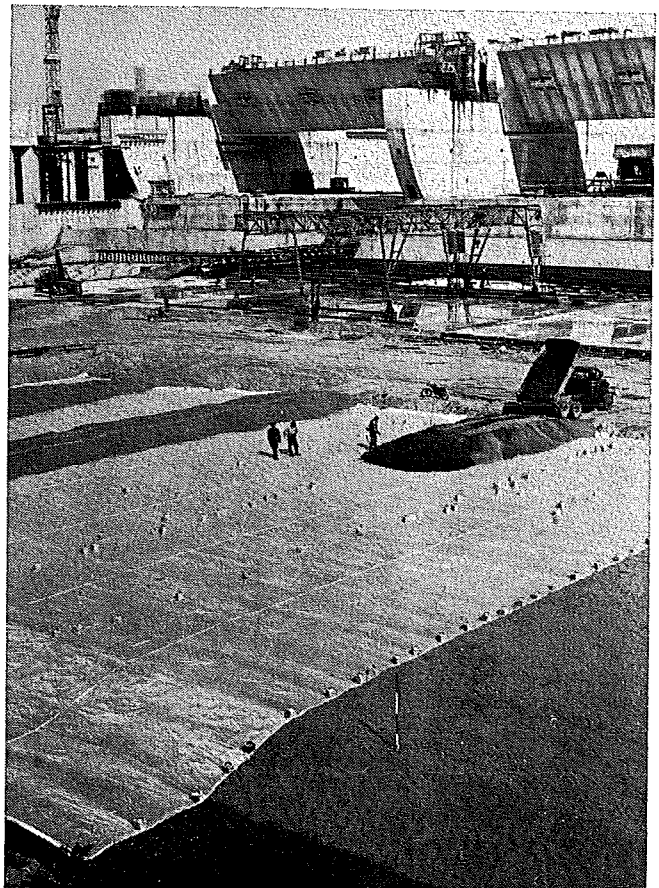
Uit de berekeningen bleek, dat $h_0 + 0$ max voor de stortebedden minimaal zal zijn bij een waterdiepte van 13,50 m. Overeenkomstig deze berekeningen werd de hoogteligging van de stortebedden dan ook bepaald op N.A.P. — 13,50 m.

Het is echter min of meer in strijd met vroegere opvattingen, waarbij er van werd uitgegaan, dat het

wenselijk is de stroom in de diepte te spreiden om een geringe stroomsnelheid te verkrijgen en de eroderende werking te beperken.

Bij een onderzoek naar de afmetingen van de steen, welke in het stortebed dient te worden verwerkt, bleek dat hier niet de directe aanval van de stroom op het stortebed de meest kritieke belastingtoestand zal veroorzaken, doch de zeer ongunstige situatie, welke zal ontstaan wanneer het b.v. bij ijstoestand onmogelijk wordt één der schuiven te openen. Bij een dergelijke situatie zal dan aan weerszijden van de zich in de gesloten toestand bevindende sluisdoorgang een stroom-concentratie optreden,

Fig. 89. Het aanbrengen van grindzand op een doek van kunststof, foto G. de Klerk.



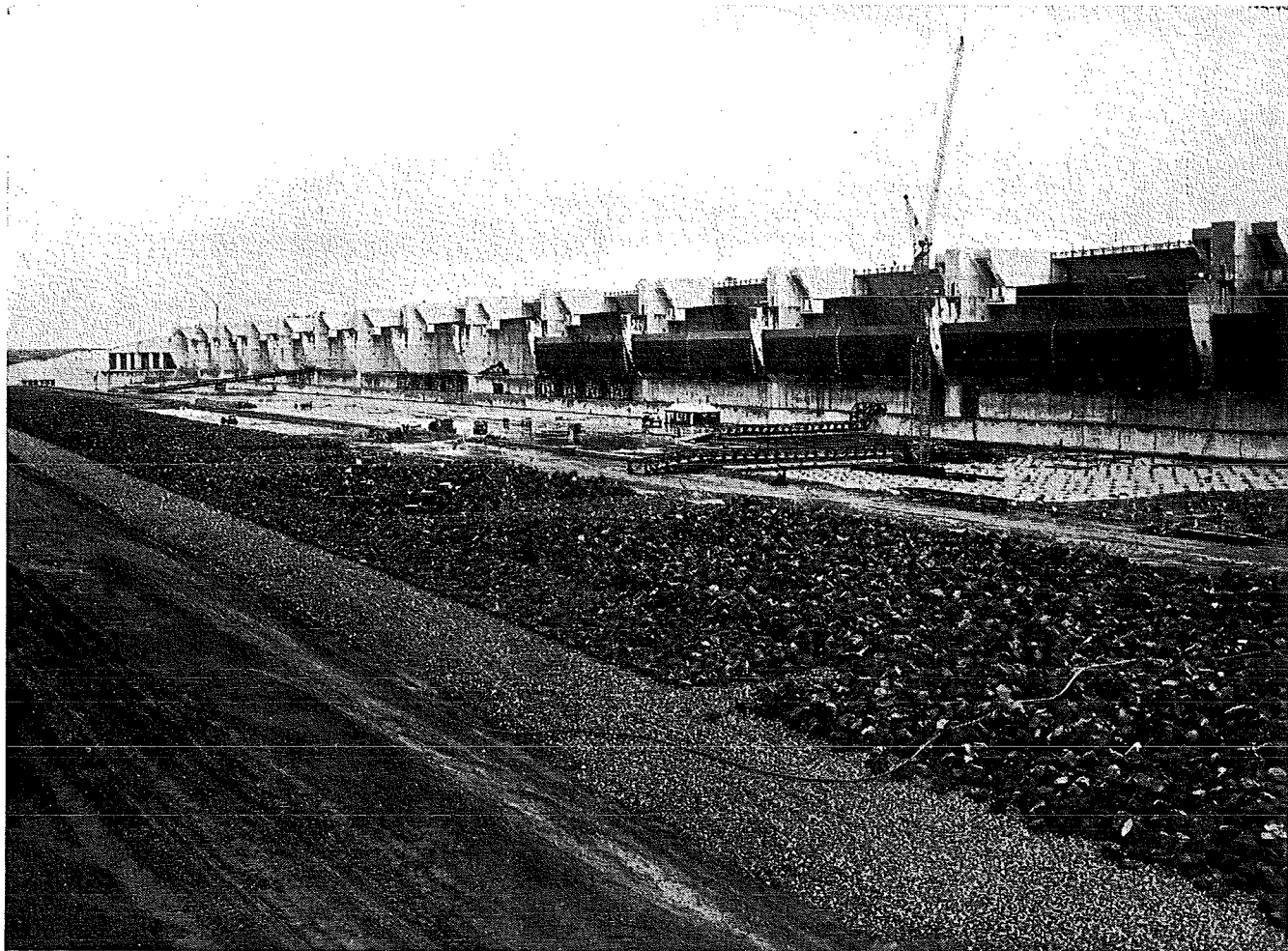


Fig. 90. Overzicht van het uit verschillende materialen bestaande stortbed met daarachter de paalfundering van de betonplaat, foto H. Baranger en Cie. De steen werd gerangschikt met een „Poclaim”, zie ook A. J. Eggebeen, Otar augustus 1965.

terwijl vanaf de zijden van de gesloten schuif werfelstraten worden gevormd en bovendien een merengebied zal ontstaan. Ter plaatse van de werfelstraten zullen in het hart van de geconcentreerde werfels sterke onderdrukken — tot 1,8 ton per m² — optreden, waardoor zelfs zware stortsteen verplaatst kan worden.

In verband met bedoelde ongunstige invloeden werd, aansluitende tegen de sluisdrempel, een gesloten betonnen vloergedeelte geprojecteerd, fig. 83 en 84. Met het oog op de wellicht verschillende optredende belasting- en ontlastingsgevallen en door positieve en negatieve drukken als gevolg van de golfbeweging — aan de zeezijde — voor de sluis, werd de plaat op palen gefundeerd. Aan de rivierzijde rust de plaat niet op palen. De betonvloeren werden afgesloten door een 7 m lange damwand van azobé-hout (paalworm!).

Aansluitende aan de gesloten betonnen plaat werd, zowel aan de zee- als aan de rivierzijde, een overgangsgedeelte — type I — gemaakt, terwijl daarna type II werd aangebracht, fig. 83 en 84.

Het stortbed type I bestaat uit:

- a. grindzand, dik 0,15 m.;
- b. een kunststofweefsel;
- c. grind 2-5 mm., dik 0,20 m.;

- d. grind 30-80 mm., dik 0,35 m.;
- e. stortsteen 10-40 kg, dik 0,50 m., en
- f. stortsteen 300-1000 kg, dik 1,20 m.,

terwijl type II is samengesteld uit:

- a. grindzand, dik 0,15 m.;
- b. een kunststofweefsel;
- c. grind 2-5 mm., dik 0,20 m.;
- d. grind 30-80 mm., dik 0,35 m., en
- e. stortsteen 10-300 kg., dik 0,80 m.

Het aanbrengen van de kunststofweefsel met daarop het fijne grind wordt in fig. 89 voorgesteld, terwijl fig. 90 een overzicht geeft van laag d op de voorgrond, met daarop de lichte stortsteen — laag e — en vervolgens de zware stortsteen — laag f.

Zoals in fig. 81 aangegeven krijgen de in de natte aan te brengen zinkstukken, fig. 88, nabij de hoofden een grotere breedte. Voorts wordt de ruwheid nog vergroot met het aanbrengen van z.g. tetraeders (pyramiden met vier gelijke gelijkzijdige-driehoek-vormige vlakken). Over de grootste breedte worden drie rijen geplaatst, fig. 88, nabij het noordelijk hoofd meerderen. De verdedigingen worden op de taluds voortgezet. Op de constructie en het aanbrengen van de in den natte aan te brengen zinkstukken, wordt nader teruggekomen.

b. Gemaal „De Blocq van Kuffeler” aan het Oostvaardersdiep.

Het ten behoeve van Zuid- en Oost-Flevoland gestichte gemaal „De Blocq van Kuffeler” slaat het water uit op het brede Oostvaardersdiep. De afstand van het gemaal tot aan de overliggende oever bedraagt 425 m, fig. 91.

Het gemaal werkte tijdens het droogmalen met een maximale capaciteit van plm. 5000 m³ per minuut (\pm 30 m³/sec.), waarbij op het stortbed aanvankelijk een snelheid van meer dan 2,00 m/sec. optrad.

Het stortbed heeft een lengte van 35,00 m; het is tot op de wederzijdse taluds opgetrokken, fig. 92. Bedoelde verdediging werd op de bodem evenals op de aansluitende taluds met een „kraagstuk” verlengd. Op de bodem betreft de verlenging 10,00 m, zie ook fig. 92; het daarin eveneens aangegeven ontvangbed is kort.

Zowel de ontvang- en stortbedden als de „kraagstukken” rusten op een stevige laag keileem met gevolg, dat het daaronder uitspoelen van zand of ander bodemmateriaal niet behoeft te worden gevreesd. De ontvang- en stortbedden bestaan uit een laag riet, dik 0,15 m en een laag aaneengesloten **Hollands rijshout**, dik 0,13 m na het aandrijven van de betuining; deze bestaat uit 0,18 m hoge, op afstanden van 0,50 m loodrecht op de stroomrichting lopende tuinen. Tussen de tuinen werd een 0,20 m dikke laag stortpuin aangebracht, waarop een dicht aangestopte bezetting van basaltzuilen 20/30 of 30/40. De horizontale delen van de stortbedden werden gepenetreerd met gietasfalt, be-

staande uit 70 delen zand, 10 delen zwakke vulstof en 20 delen asfaltbitumen, pen. 80-100 (par. 143-144 van de A.V.).

De wiepen van de kraagstukken hebben een omtrek van 0,35 m, terwijl de onderlinge afstand van de langswiepen 1,00 m en die van de dwarswiepen 0,90 m bedraagt.

De vulling van het kraagstuk op de berm en het aansluitende bovendeeel van het beloop bestaat over in totaal 4,00 m breedte uit een onderlaag van riet, bevattende 0,3 bos per m², het overige deel uit 2 rietlagen, kruislings over elkaar gespreid, elk bevattende 0,25 bos per m², benevens over de gehele breedte een volledig gesloten deklaag van Hollands rijshout.

Tussen de wiepen van het onderroosterwerk is over de bovenste breedte van 4,50 m een van te voren gereed gemaakte rietmat opgenomen.

De mat bevat 0,4 bos riet per m² en is ongeveer 0,05 m dik. Zij werd gevlochten door het riet te spreiden op gegalvaniseerde ijzerdraden dik 2,8 mm, welke op onderlinge afstanden van 0,30 m strak waren gespannen en daaraan bevestigd met binddraad nr. 20, eveneens gegalvaniseerd.

Vóór de kraagstukken werd langs de damwand, ingekast in de berm, een rietvulling - bevattende 0,2 bos per meter, aangebracht. Teneinde een goede onderlinge aansluiting van de kraagstukken te verkrijgen werd aan de beide zijden van de stukken langs de buitenste dwarswiepen van het onderroosterwerk een rietwiep, van 0,2 m bos per meter aangebracht, terwijl de rietmat zodanig tussen het onderroosterwerk werd aangebracht, dat er aan één zijde van het stuk een strook van ongeveer 1,00 m buiten de dwarswiep uitstak. Het in het verlengde van het stortbed aangebrachte „kraagstuk” of grondstuk werd niet van een rietmat voorzien; de vulling bestaat uit twee lagen riet en één laag Hollands rijshout.

De er op aangebrachte lichte steen werd zo regelmatig mogelijk aangebracht, waarna de zware steen zodanig werd gevlijd, dat een zo dicht mogelijk gesloten steenbezetting werd verkregen. (Hierover later nog een opmerking).

De aldus vlak gevlijde steen sloot verder aan op de niet verdedigde, voorliggende bodem.

Na het droogvallen van de polder bleek, dat zich nagenoeg geen ontgrondingen direkt grenzende aan de verdedigde bodem, hadden voorgedaan.

De bodemverdedigingen bij de sluis zijn overeenkomstig die van het gemaal, doch aangepast aan de minder grote waterbewegingen; zie voorts de doorsneden in fig. 93.

c. De uitwateringssluis in de afsluitdijk van de Lauwerszee.

De afsluitdijk van de Lauwerszee werd voorzien van een uitwateringssluis, bestaande uit 3 x 4 kokers, elk wijd 10,00 m; de drempel ligt op N.A.P. — 5,00 m, fig. 94. De sluis ligt zonder toe- resp. afvoerkanaal tussen grote watervlakten.

De maximale uittredende stroomsnelheid in de sluis is berekend op 1300 m³/sec. of 4,00 m/sec. De grootste snelheid op het stortbed zal plm. 3,20 m/sec. zijn. Het winterpeil van de a.s. boezem is N.A.P. — 0,93 m, zodat tijdens het spuien met vol vermogen het boezempeil voor de sluis, ofwel boven de aanvang van het ontvangbed, wellicht N.A.P. — 1,30 m kan zijn. Het natte profiel van het kunstwerk zal tijdens voorbedoelde „volspuien” (en bij een waterstand in de sluis van plm. N.A.P. — 2,00 m) zijn te stellen op rond 350 m². De uitstromende waterhoeveelheden zullen zich in het sterk

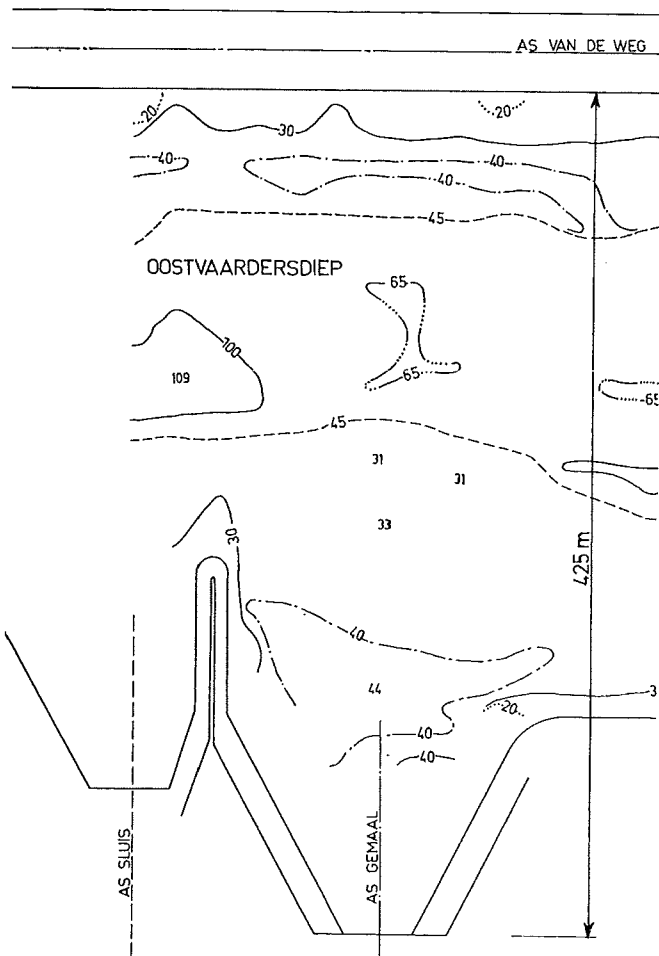


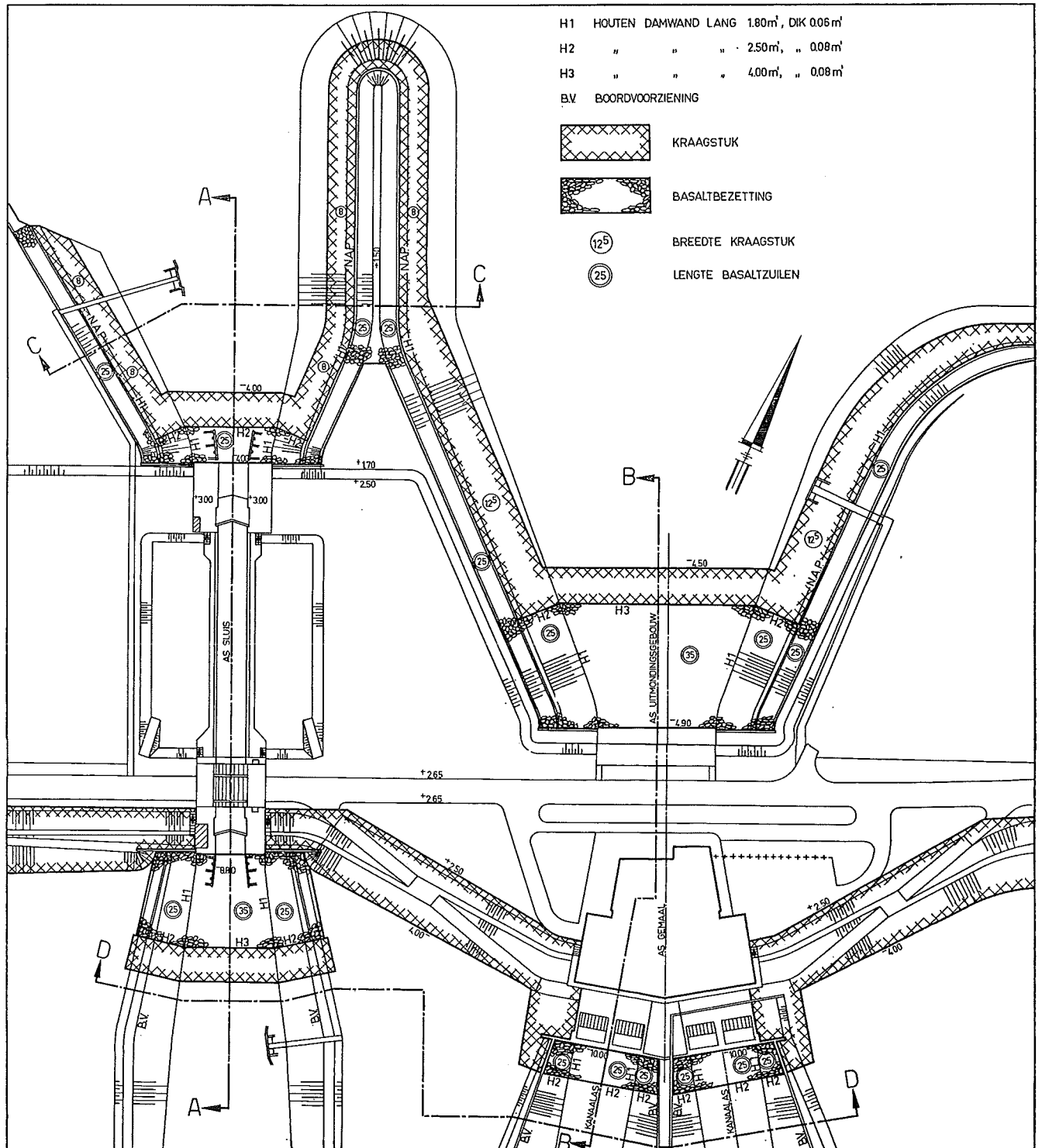
Fig. 91. Situatie dieptelijnen in het Oostvaardersdiep bij het gemaal, na het leegmalen van de polder.

verwijde buitenwater storten en tevens naar de vrijwel onmiddellijk voorliggende geul met een bodemdpte op N.A.P. — 9,50 m. Een en ander heeft tot gevolg, dat de uitstromende watermassa's belangrijk kunnen uitwaaiëren en qua snelheid in sterke mate afnemen. De voorliggende bodem is door een stortebed zwaar verdedigd tot laatstgenoemd peil van N.A.P. — 9,50 m, zie o.a. fig. 95. Bij een laagwater van N.A.P. — 2,50 m zal het „natte profiel” bij de knik van N.A.P. — 6,20 m naar — 9,50 m het 4-voud van dat in de sluis zijn en aan het einde op de onverdedigde bodem in de geul het 9-voud. Voorts zal het geloosde water wellicht niet geheel tot op

de geulbodem doordringen aangezien door de dwars voorliggende geul het zoute ebwater afstroomt, zie o.m. fig. 57. Het bodemmateriaal zal dan ook waarschijnlijk niet of nauwelijks in beweging worden gebracht.

Het ontvangbed, fig. 96, is belangrijk korter en reikt tot N.A.P. — 5,60 m. Het natte profiel is bij een boezemstand van — 1,30 m daar ongeveer het 3-voud van dat van de sluis, hetgeen een gemiddelde stroomsnelheid van $\pm 1,30$ m/sec. zou betekenen. Vóór het bed, terplaatse van de onverdedigde bodem van N.A.P. — 6,50 m, zou het in een gemiddelde snelheid van circa 1,10 m/sec. resulteren. Dergelijke snelheden boven een on-

Fig. 92. Situatie stortebed, ontvangbed en „kraagstukken” ten behoeve van het gemaal.



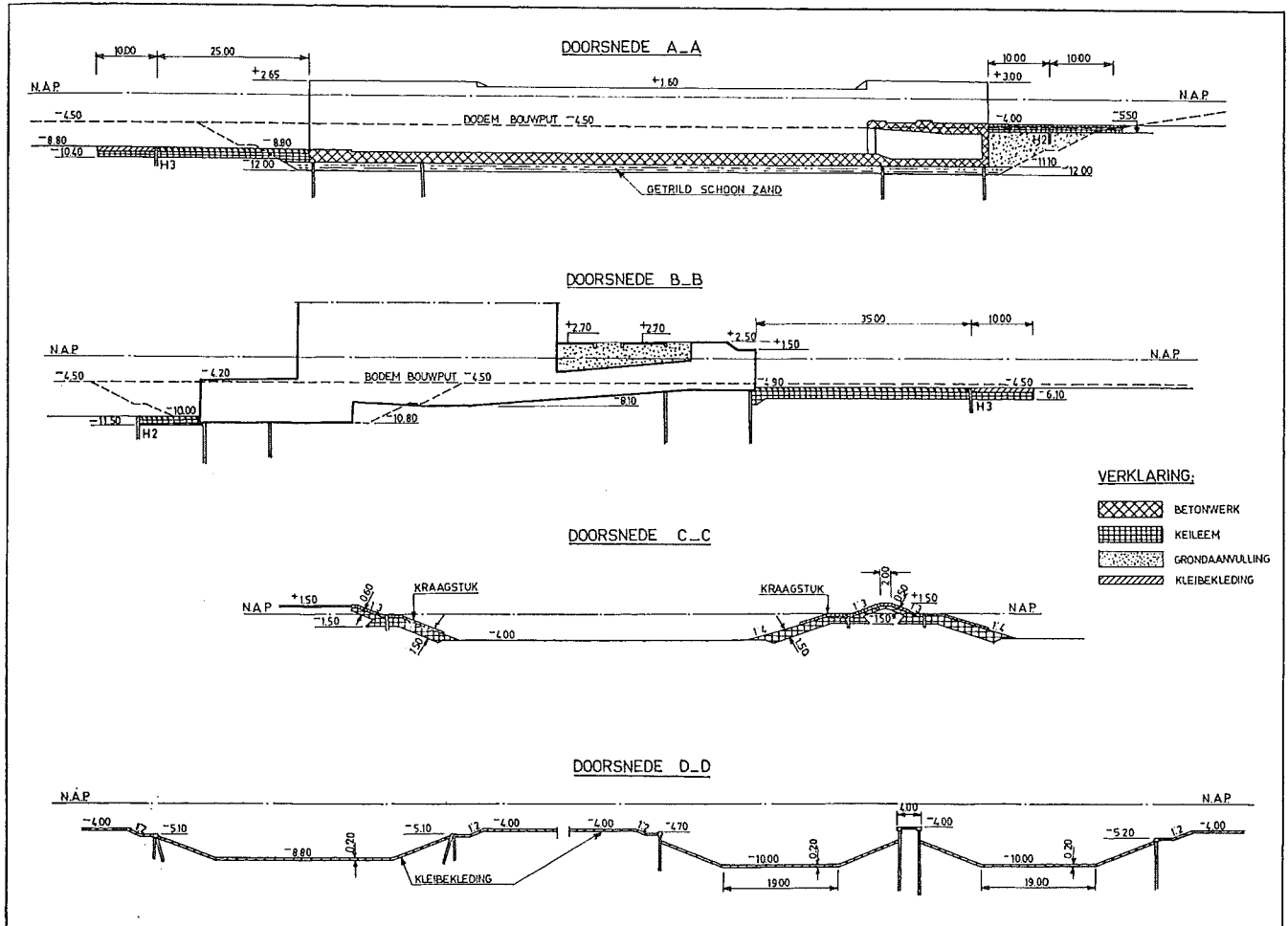


Fig 93. Dwarsprofielen.

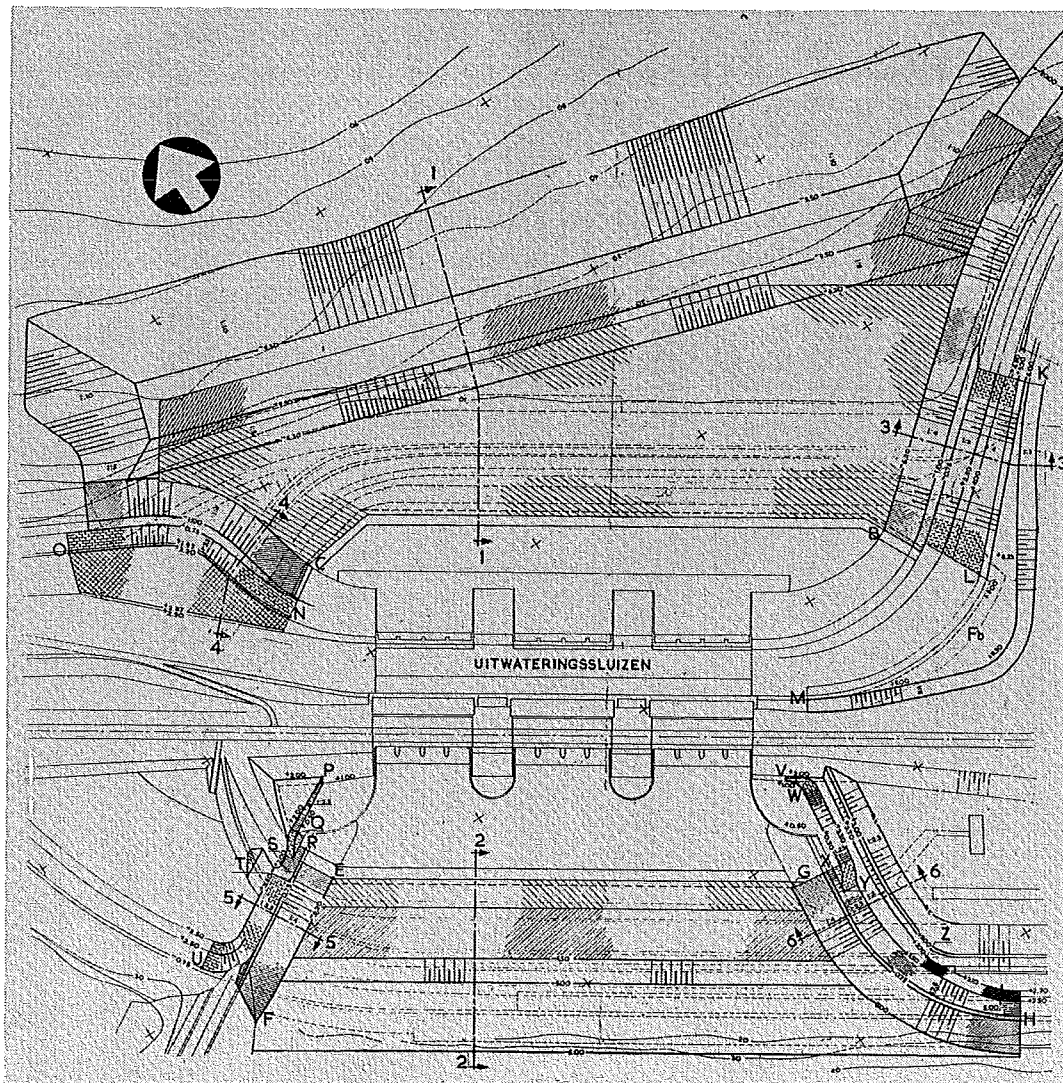


Fig 94. Situatie stor-tebed, ontvangbed en taludverdedigingen bij de uitwateringssluizen.

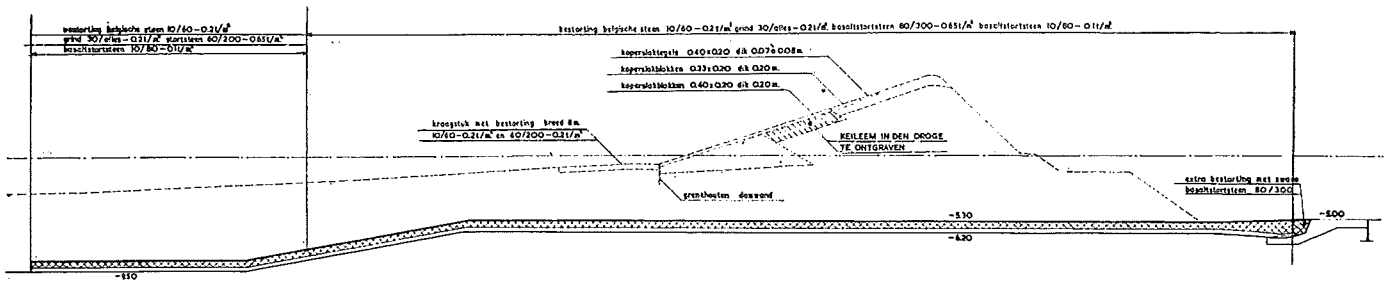


Fig. 95. Lengtedoorsnede stortbed.

verdedigde — en „oneffen” bodem behoren wel tot de zeer hoge grens, doch het aangevoerde water zal medeendeels aan de „bovenste lagen” worden onttrokken en de snelheid op de bodem geringer doen zijn. Voorts zullen er nagenoeg geen turbulenties optreden.

Het stortbed zal over de eerste 55,00 m lengte van uit de sluis bestaan uit een bezetting van koperslakzuilen, lang 0,45 m en met een doorsnede van 0,20 m x 0,25 m. De alzo dichte bezetting — van een hoog soortelijk gewicht — rust op een laag grind, dik 0,40 m, waarvan de onderste halve dikte bestaat uit korrels van 3-5 mm en de bovenste helft uit korrels van 10-40 mm.

Het 23,00 m lange ontvangbed is van een soortgelijke solide, tegen het sterk turbulerende water bestand zijnde, constructie, alleen de lengte van de zuilen is geringer, n.l. 0,35 m.

De zuilenbezettingen zijn opgesloten door een damwand, waarvóór een in de droge aangebrachte z.g. „overgangsstuk”, bestaande uit een 0,30 m dik grondstuk, waarop een 0,10-0,38 m dikke laag „lichte” loodslakken, fig. 97. (pag. 50). De loodslakken zijn, zowel bij het storte- als bij het ontvangbed, tegen de damwand over enige meters lengte afgedekt met een „plat geschikte laag zware basalt, die vervolgens met asfaltspecie werd geïmpregneerd. Na het opruimen van de — de bouwput omringende — kade zal „in” het overgangsstuk een zinkstuk, waarop een vlak afgewerkte bestorting, worden aangebracht.

Als bestortingsmateriaal zal zoveel mogelijk basalt worden gebruikt.

De verdediging van de taluds van de aansluitende oevers buiten en binnen de sluis zijn van een gelijke

constructie, zie de dwarsprofielen 4 resp. 5 (van fig. 94) in de figuren 98 resp. 99. De taluds in profiel 4 moeten in belangrijk geringere mate tegen het uitstromende water weerstand bieden dan in profiel 5, zulks vanwege het daar kleinere natte profiel en het concentreren van het boezemwater. De verdedigingen b.v. bij G en E — zie fig. 94 — zullen dan ook grote weerstand dienen te bieden.

De oeververdediging bij profiel 4 staat daarentegen bloot aan het geweld van het buitenwater.

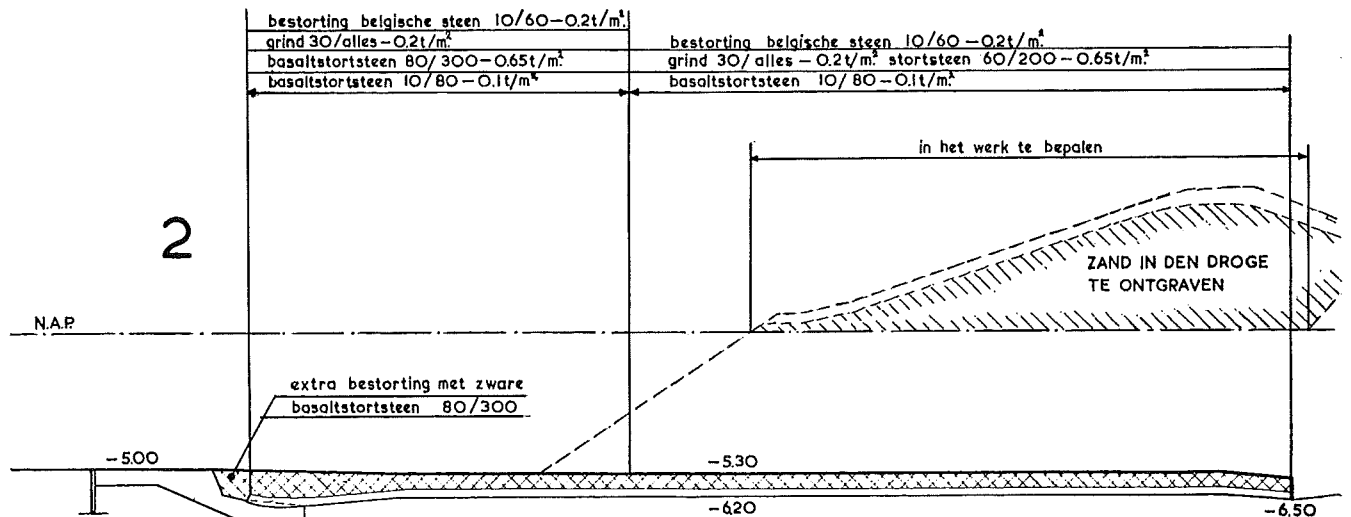
Op de constructie van de grond- en zinkstukken, benevens op de wijze van aanbrengen, zal nader worden teruggekomen.

d. Stroomduikers.

De bodem voor de stroomduikers, gelegen naast de 6,00 m brede schutsluizen in de Westerwoldse kanalen, werd in de jaren 1913-1917 verdedigd door een „gesloten” stortbed met een lengte van 15,00 m, fig. 100, terwijl het over 24,00 m lengte werd verlengd door een „open” verdediging. Bovenstrooms werd voor de 1,80 m wijde duiker de bodem eveneens van een „gesloten” bed voorzien.

Bovenkant stortbed ligt 0,20 m beneden de duikerdrempel, het verval kan plm. 1,00 m zijn, maximaal wellicht 1,30 m. De gesloten stortbedden bestaan uit een laag riet, dik 0,07 m waarover 0,12 m hoge betuingingen, en waartussen een vlijlaag en puin met een gezamenlijke dikte van 0,18 m. Op de puinlaag werd een \pm 0,20 m hoge bezetting van basaltzuilen aangebracht. De zuilen werden goed gestopt en verder „vrij goed” met betonspecie aangegoten.

Fig. 96. Lengtedoorsnede ontvangbed.



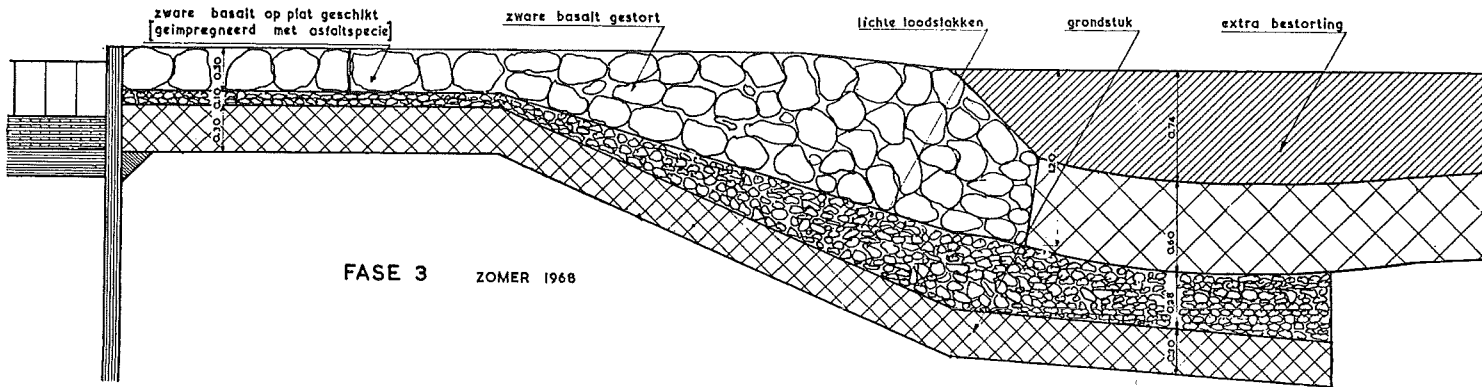


Fig. 97. Lengtedoorsnede overgangsstuk.

reeks stuwen en veel waterbezwaar wordt aan bedoelde voorwaarden evenwel niet altijd de nodige aandacht besteed en bepaald niet indien er meerderen met onderling afwijkende belangen bij zijn geïnteresseerd. Een centrale regeling is voor dergelijke situaties dan ook zeker onmisbaar te noemen teneinde extreme stroomsnelheden te ontgaan. De stortebedden liggen in droge perioden droog. De constructie dient derhalve ook zodanig te zijn dat er geen begroeiingen in kunnen voor komen. Deze zouden moeilijk zijn te verwijderen.

In verband met het voorgaande zou zijn te stellen dat:

- het natte profiel van het pand direct benedenstrooms van een dergelijke stuw minstens 2 x dat van het maximale doorstromingsprofiel van de stuw dient te zijn;
- het stortebed zanddicht dient te zijn, dat het overstortende water van de stuw het onder het bed aanwezige bodemmateriaal niet in beweging kan brengen c.q. verplaatsen;
- het overstortende water middels een ruw verdedigde bodem dient te worden afgeremd en vervolgens over een regelmatig in ruwheid tot nagenoeg vlak afnemend bed naar het afvoerkanaal met een onverdedigende bodem zonder bezwaar kan afvloeien,
- het bed tegen plantengroei bestand dient te zijn.

Bij de Spuisluizen in het Haringvliet, waar over een breedte van ongeveer 1000 m wordt gespuid, kan eigenlijk niet worden gesproken van een spreiding in de breedte, het werd „gevonden” in de diepte.

Resumerende betreffende het voorgaande is op te merken, dat de verdediging bij de Westerwoldse kanalen uiterst veilig is te noemen, doch het zonder meer niet doenlijk zal zijn de lengte van een stortebed uit te drukken t.a.v. doorstroomopening(en), het verval en de verhouding tussen het natte profiel van deze opening en dat van het aansluitende kanaal.

Voor de onderwerprijke kleine stuwen is een stortebed-lengte van 5,00 m echter wel als **minimum** te beschouwen.

Fig 102 geeft een constructie voor een stortebed waarbij aan het hiervoor onder b t/m d wordt voldaan. De overgang naar een oplopende bodem is evenwel ongewenst.

16. KRAAGSTUKKEN

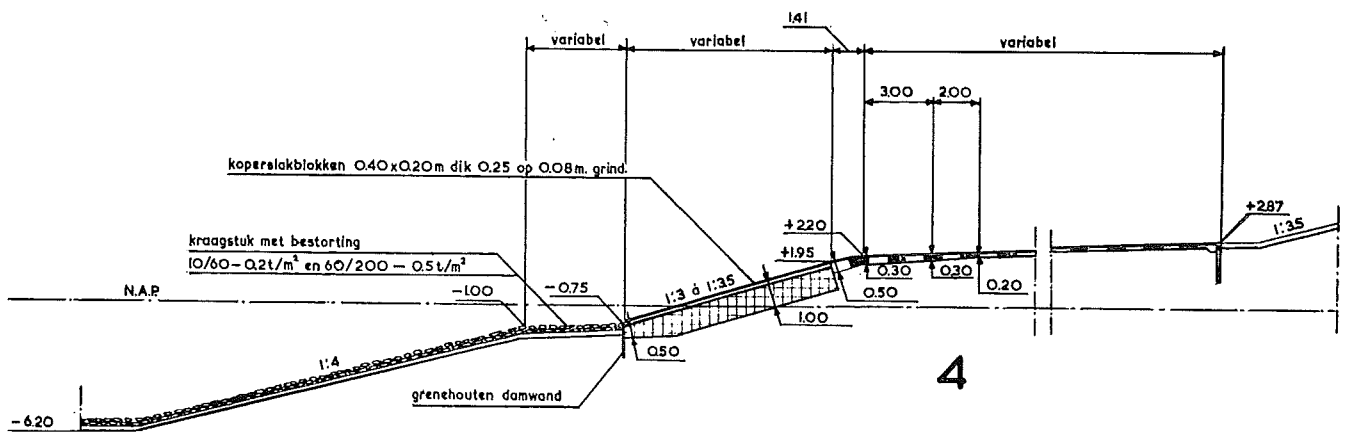
a. Kraagstukken in Buitenkanalen te IJmuiden.

De onderwatertaluds van het Buitenkanaal te IJmuiden, fig. 103, werden omstreeks 1926 verdedigd met een kraagstuk, rustende op de 4,00 m brede „onder-of laagwaterberm” en overigens over 8,00 m hangende op een talud van 1 : 3.

Het stuk werd samengesteld uit een laag riet en drie lagen rijshout, samen geklemd tussen twee roosterwerken en voorzien van de nodige betuiningen. De stukken werden merendeels in de droge aangebracht, ze kwamen pas ongeveer acht maanden na het gereedkomen onder water.

De bovenkant van de betuiningen lag op plm. N.A.P. -0,50 m, terwijl het verzwaard werd met 400 kg Belgische stortsteen 10/80 kg per m².

Fig. 98. Taludverdieping, profiel 4.



zinkstuk + bestorting

De stukken werden langs de bovenzijde afgesloten door een rij gecreosoteerde perkoenpalen waarachter, tot N.A.P. + 5.00 m, een glooiing van basaltzetsteen (20-30 cm) op een puinvloer, bestaande uit een vlijlaag en 0,15 m puin. De vlijlaag werd gelegd op een 0,05 à 0,20 m dikke kleibekleding. Het, ter hoogte van N.A.P., ± 170 m, brede buitenkanaal werd o.m. bevaren door schepen tot ongeveer 30.000 B.R.T., waarvan de schroef of schroeven zich op minstens 6 à 7 m beneden N.A.P. bevonden.

Bij het binnenvaren was de snelheid van de schepen beperkt, ze diende te worden verminderd in verband met het binnenvaren van de ± 2000 m verder gelegen Noordersluis, fig. 103. Tijdens het uitvaren werd echter vanaf de Noordersluis zoveel mogelijk op „volle kracht” gevaren, zulks teneinde bij vloedstroom of stormen tijdens het uitvaren van de havenmond goede koers te kunnen houden. Bij noordwestelijke stormen werd zoveel doenlijk „onder de noordwal” gevaren, bij zuidwestelijke „onder de zuidwal”. De daarbij opgetreden „haal-dan wel hekgolven” waren dan ook geenszins onbeduidend van hoogte.

Bij westelijke stormen traden in het kanaal eveneens krachtige golfbewegingen op.

Ondanks bedoelde aanvallen werden de kraagstuk-beschermingen op de berm dan wel op het talud niet beschadigd. Van de bestortingen van belgische steen op de bermen ging weleens een zeer klein deel verloren, doch na vervanging door basaltgesteente, fig. 104, bleef het onderhoud tot een minimum beperkt.

Van de betuingingen verweerde slechts het bovenste deel. (De betrekkelijk lichte basaltglooiing, fig. 105, vorderde evenmin veel onderhoud. In de loop van de verstreken 40 jaren werd de glooiing gemiddeld twee

Fig. 99. Taludverdediging, profiel 5.

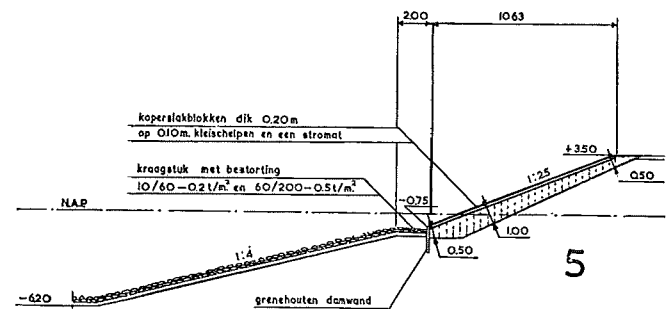
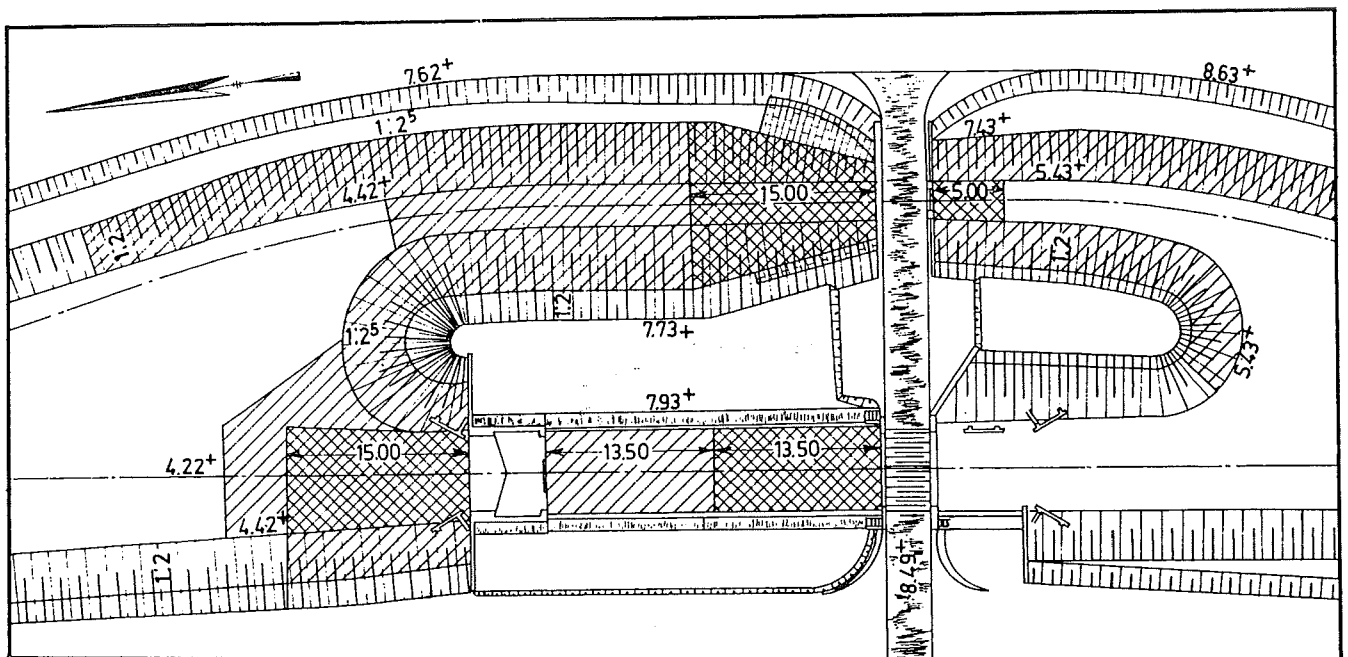


Fig. 100. Situatie schutsluis en stroomduiker.



maal herzet. De voornaamste schade trad op daar, waar de op 0,20 m dikke ontworpen kleibekleding z.g. „gekrompen” of indertijd „verkeerd gemeten” was.)

De voorbedoelde kraagstukken werden, inmiddels als gevolg van de vergroting van de Buitenhaven en de daarmee gepaard gaande verruiming van het Buitenkanaal tot een breedte van ± 370 m, opgeruimd.

Daarbij bleek, dat het riet- en rijshoutmateriaal van de kraagstukken — ondanks dat deze materialen, plm. 40 jaren terug, bij de bouw ongeveer acht maanden droog lagen — in een nog goede staat verkeerden. Ook de paalworm had zich niet aan het hout vergrepen; de bij uitgevoerde baggerwerken vrij gekomen slibdelen hadden uiteraard hierop wel een gunstige invloed.

Hieromtrent zij volledigheidshalve opgemerkt, dat alleen tijdens natte perioden bij laagwater brak water (3000-6000 mg. chloor) werd gespuid en overigens slechts brak schutwater door het Buitenkanaal werd afgevoerd.

Na de verruiming van het Buitenkanaal zijn kraagstukken van een soortgelijke constructie aangebracht, terwijl ook de breedte niet sterk afwijkend was. Thans zal de kraagstukverdediging, als gevolg van de ruimere en tevens op het noordwesten gerichte havenmond, zie fig. 5, benevens fig. 106, aan grotere golfhoogten zijn blootgesteld, terwijl eveneens de door de grotere schepen met krachtigere voortstuwing teweeg gebrachte haal- of hekgolven aanzienlijk zwaarder zullen zijn dan voorheen.

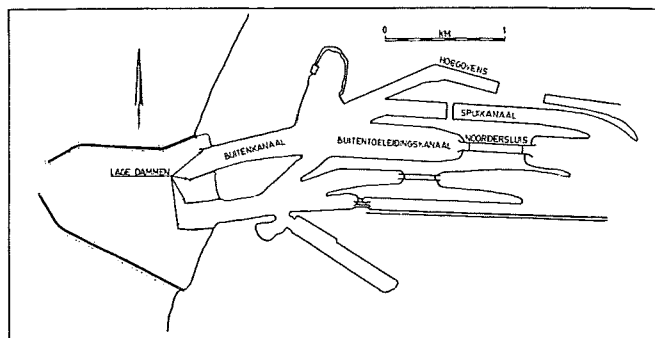
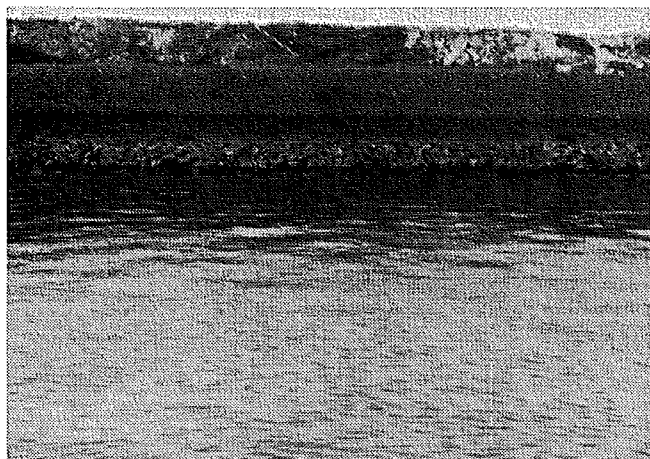


fig. 103 *Situatie van het slechts ± 170 m brede Buitenkanaal ten opzichte van de Noordersluis en de havenmond.*

fig. 104 *Laag- of onderwaterberm met een nabestorting van merendeels zetbasalt. (Foto J. van der Vlies).*



In verband met de grotere golfaanvallen valt voorts nog te wijzen op het nu ontbreken van de z.g. lage dammen bij de ingang van het Buitenkanaal. Daarentegen dient ook te worden opgemerkt, dat de nog in de Buitenhaven aanwezige resten van de „oude hoofden” een remmende invloed op de golfbeweging zullen uitoefenen en het daarna voortgaande golfpatroon zich meer zal spreiden in de thans veel ruimere wattervlakte benoorden het z.g. Fort-eiland, figuren 5 en 106.

b. Kraagstukken langs de Rotterdamsche Waterweg

De oevers van de Rotterdamsche Waterweg werden decennia geleden verdedigd met kraagstukken tot \pm N.A.P. — 0,50 m — ongeveer overeenkomstig die, als omschreven voor IJmuiden — waarachter een perkoenpaalenrij en een basaltbezetting van N.A.P. — 0,50 m tot een op \pm N.A.P. + 1,00 m gelegen grasberm breed 4,00 m.

De scheepvaart werd op deze benedenrivier evenwel steeds intensiever, terwijl vooral bij eb zeer sterke haal- dan wel hekgolven werden verwekt. Zo kliefde b.v. het passagiersschip „Nieuw Amsterdam” weleens met een snelheid van zelfs 5 à 6 m/sec. tegen de stroom in.

Door de aanwezigheid van de, op \pm N.A.P. — 3,00 m liggende, onderwaterdammen, fig. 107, bleef genoemd vaartuig, evenals andere, op een afstand van b.v. 50 à 100 m vanaf de oever, zulks afhankelijk van de lengte van voorbedoelde dammen.

Daar, waar deze dammen vrijwel ontbraken, hadden de hekgolven, die een hoogte bereikten van plm. 1,00 m. een zodanige invloed op de, merendeels uit korte zetbasalt bestaande, onderwater-berm-bestorting dat het basalt in de lengterichting — langs de er achter liggende glooiing van zuilenbasalt — werd meegevoerd en tegen de, om de 200 m dwars geplaatste staak- of perkoenpaalrijen op een hoop kwam te liggen. De in de laatste oorlogsjaren aanwezige Schnellboten veroorzaakten eveneens zulke verplaatsingen.

Het aanbrengen van meerdere dwarsrijen beperkte het bedoelde euvel wel, doch onvoldoende. Een bestorting met tinslakken (in 1944 afkomstig van de Metalurgische Bedrijven te Arnhem) met een s.g. van $\pm 3,6$ en een stukgewicht van — slechts 1 à 8 kg — bood echter wél de gewenste weerstand.

De kraagstukken, liggende op de plm. 5 m brede berm en vervolgens over een breedte van circa 8 m op het talud, ondervonden geen schade van de hevige golfbewegingen.

fig. 105 *De uit korte basaltzuilen bestaande glooiing van het Buitenkanaal (noordzijde). (Foto J. van der Vlies).*



Van de aan de regelmatige golfaanvallen bloot staande meerdijken diende de constructie zodanig te worden gemaakt, dat uitspoeling van het grondlichaam niet het gevolg zou kunnen zijn.

In verband met het vorenstaande werden de in fig. 111 afgebeelde verdedigingen ontworpen en uitgevoerd. Fig. 112 geeft een dwarsprofiel van de verdediging van de Afsluitdijk weer.

De aansluiting van de kraagstukken tegen de 1,60 à 1,80 m hoge damwand werd zodanig gemaakt, dat het optreden van de uitspoeling niet meer zou zijn te verwachten, terwijl ook de constructie van het aangrenzende kraagstuk zodanig is, dat het voldoende zand dicht wordt geacht tijdens het optreden van de direkte golfaanval, fig. 113.

In het najaar wordt een peil van NAP — 0,40 m nagestreefd, zie Otar, augustus 1968, terwijl getracht wordt voor de periode van 1 april tot 1 oktober het peil van NAP — 0,20 m aan te houden.

Op het toekomstige IJsselmeer kunnen evenwel ook standen worden bereikt van NAP + 0,50 tot + 0,70 m. Uiteraard kunnen door opwaaiing deze standen nog belangrijk hoger zijn.

In verband met vorenstaande peilen wordt opgemerkt, dat de bovenkant van de damwand evenals die van de gezette- dan wel gevlijde steen op NAP ligt en die van de bovenste wiepen op plm. 0,25 m daar beneden.

Op de constructie, de bestorting en op de wijze van aanbrengen zal nader worden teruggekomen.

e. Kraagstukken bij de stuwen van de Rijnkanalisatie

Ten behoeve van het verdedigen van de nieuwe oevers — ontstaan bij de bouw van stuwen in verband met de Rijnkanalisatie zoals o.a. bij Amerongen, fig. 114 — werden kraagstukken toegepast, samengesteld uit riet en rijshout.

In het bijzonder bij de hier voorkomende stroomgeleidende werken is het een eerste vereiste, dat de teen goed verzekerd is, d.w.z. dat er geen specie — meestal rierzand — onder de kraagstukken kan weglopen. Het is daarom gewenst, dat de stukken op de belopen worden doorgetrokken tot aan of op de te verwachten, dan wel berekende bodemhoogte van de rivier.

Deze hoogte is evenwel minder gemakkelijk te berekenen of te voorspellen. Zo werd b.v. bij de normalisatie — in de jaren 1927—1934 van het Pannerdse kanaal en de Neder-Rijn de rivier ± 30 m versmald, zulks om op natuurlijke wijze een beoogde verdieping te verkrijgen. Deze werd echter aldus niet bereikt,

slechts door baggeren kon de geprojecteerde diepte worden verkregen.

Hier bleek andermaal, dat de rivier geen kanaal is, doch een beweeglijke, van de stroom afhankelijke, geul. Men berekent wel een bepaalde bodemligging of stelt de gewenste hoogteligging vast, de zekerheid echter dat de rivier zich daarna zal gedragen ontbreekt of wel is geenszins aanwezig.

Voor de kanalisatie van de Rijn en de IJssel werd een tweetal liggingen voor de bodem berekend. De tot uitvoering gebrachte, dan wel te brengen, hoogte ligt evenwel ongeveer op het gemiddelde daarvan. Bij de berekening van dergelijke bodems dient voorts rekening te worden gehouden met het dwarsverhang, zulks op grond van de desbetreffende formule van dr. ir. C. W. Lely.

In verband met de mogelijkheid van een grotere diepte als hiervoor bedoeld werden de aangebrachte kraagstukken aan de voet van een horizontaal gedeelte voorzien, zulks opdat bij een niet voorziene verdieping de stukken kunnen bijplooiën en het talud nergens onverdedigd blijft. Behalve met het oog op het afbrokkelen van het talud door de langs lopende stromingen, is het bedoelde, niet onverdedigd zijn ontoelaatbaar ten aanzien van het uittreden van water uit de taluds, met de gevolgen van dien, bij een snel vallen van de waterstand bij de stuw. Hierbij zij opgemerkt, dat een onverdedigd rivier-zandtalud geen voldoende weerstand zal kunnen bieden aan stroomsnelheden die groter zijn dan plm. 0,50 m per seconde.

Met het oog op de gevaren voor de scheepvaart — bij lage waterstanden — werd het voorts niet wenselijk geacht dat het horizontaal liggende deel van de kraagstukken met de daarop gestorte steen — die veelal daar toch al hoger dan wel onregelmatiger komt te liggen dan theoretisch bedoeld — boven de rivierbodem uitsteekt. Op grond van deze bezwaren worden de stukken met de onderkant op 1,00 m beneden de verwachte bodemligging gelegd, fig. 115.

De verwachting is, dat op een beloop van 1 : 3 de stukken niet zullen afzakken, zekerheidshalve werd echter een helling van 1 : 3,5 geprojecteerd.

De stukken, bevattende drie rijlagen, worden goed ingezand in verband met de erosie. De bestorting bestaat niet geheel uit grof materiaal, zodat deze niet zo snel zal worden uitgespoeld. Voorts zet zich bij hogere waterstanden veel fijn grind, zand en slib in de rijlagen af en wordt de bestorting daarmee tevens aangevuld. Aldus ontstaat wel een tamelijk goede afsluiting ten aanzien van de gevreesde erosie.

Daar, waar de stukken veelvuldig droog komen vanwege lage waterstanden, zal na enige jaren een steenzetting worden aangebracht; dit is uiteraard nogal arbeidsintensief. Een daarna volgend dichtslibben verbetert dan verder voorbedeelde afsluitingen in sterke mate.

De stukken, waarvan de breedte varieert van 20 tot 28 m, zijn in het talud ingekast, zodat ze — theoretisch bezien — buiten het z.g. profiel van de rivier liggen.

f. Kraagstukken langs de Afsluitdijk van de Lauwerszee

De Afsluitdijk van de Lauwerszee wordt aan de buitenzijde verdedigd met een plm. 20 m breed kraagstuk, waarvan 5,00 m breedte op een berm en overigens op een keilemtalud van 1 : 4, en — zulks afhankelijk van de plaatselijke diepte — op de veelal uit zandgrond bestaande bodem, fig. 116.

De bovenkant van het stuk op de berm ligt op NAP — 0,75 m, zodat het bij laag water slechts gedurende een korte tijd droog komt te liggen.

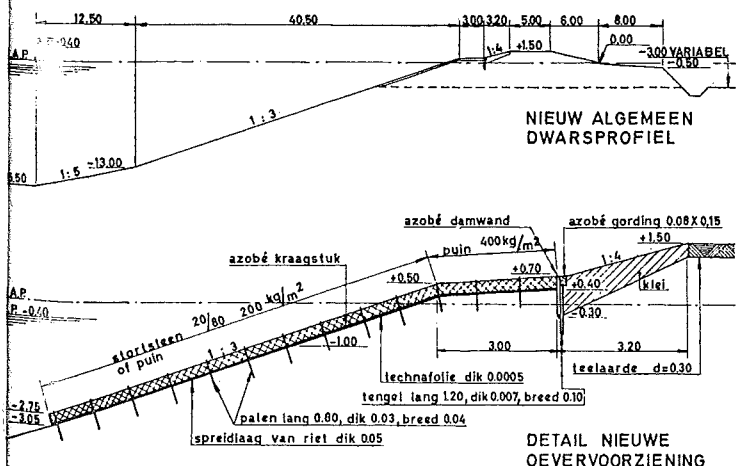


Fig. 110. Oevervoorziening langs het Noordseekanaal.

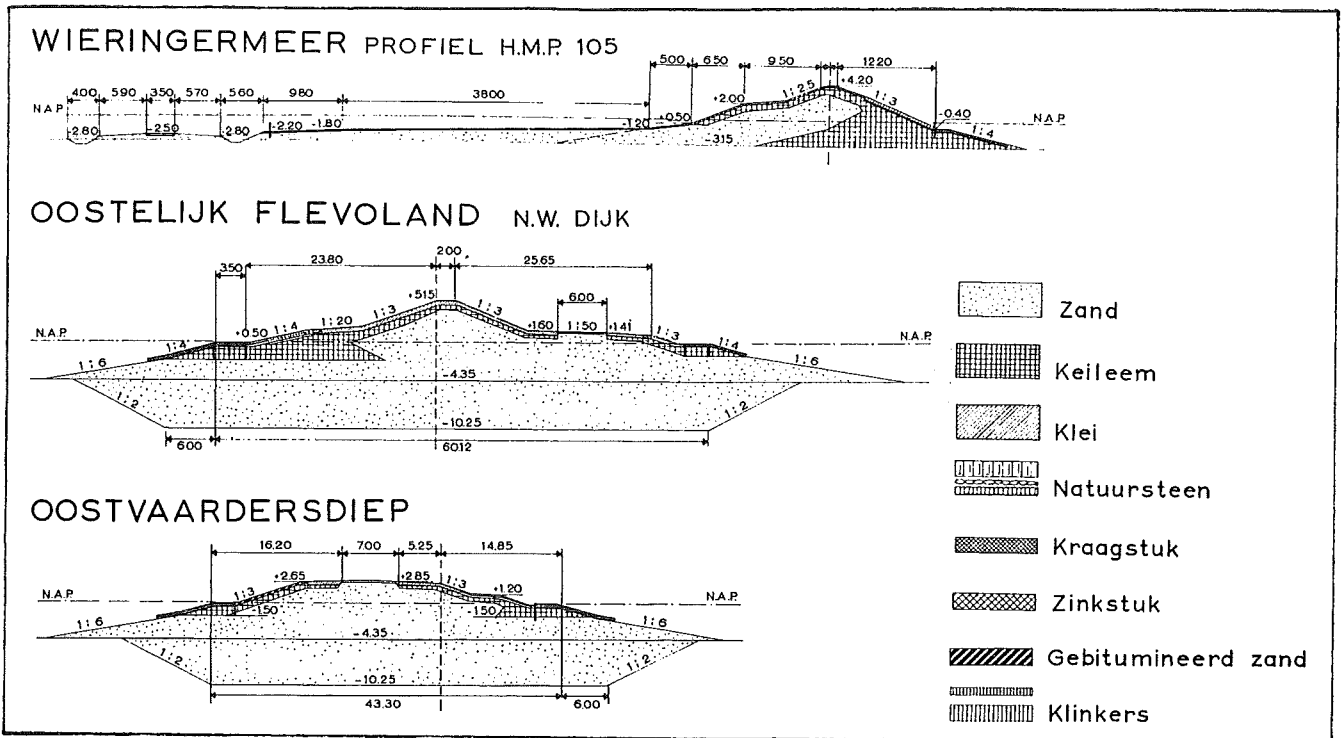


Fig. 111. Dwarsprofiel van enige IJssel-meerdijken met buitenberm.

Voorts rust het stuk op een zware laag keileem en tegen een hierin geplaatste wand van azobéhout en damplanken, lang 1,80 m. Het stuk wordt over het bovenste deel bestort met 0,25 ton belgische stortsteen 10/60 per m² plus een gelijke hoeveelheid basalt 60/200. Op het benedenste gedeelte van het stuk komt een zelfde totale hoeveelheid van alleen belgische steen 10/60.

Aan de binnen- of boezemzijde krijgt het kraagstuk een breedte van slechts 6,00 m. Het bovineinde daarvan ligt beneden het peil van NAP — 0,90 m, zulks in verband met het a.s. boezempeil van NAP — 0,93 m.

Tussen dit stuk en de op het peil van NAP — 0,50 m staande wand van azobéhout en damplanken, lang 1,25 m, wordt op een mat van dezelfde houtsoort en waaronder een rietmat, een laag steen aangebracht.

Het, bij het enigszins langdurig boven water liggen niet tegen de daarbij optredende erosie bestand zijnde rijshout, werd aldus nagenoeg beneden het boezempeil gebracht.

g. Taludverdedigingen langs Noord-Beveland en het Zijpe

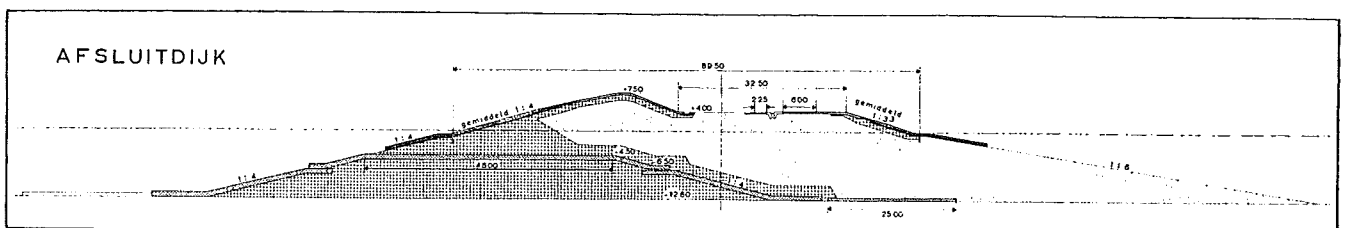
Zeer lange tijd is er strijd gevoerd om het eiland Noord-Beveland te behouden. Door de inscharing van geulen, die dikwijls met oevervallen gepaard ging,

werd men gedwongen de onderzeese oever vast te leggen. Op een aantal plaatsen langs de kust van de Oosterschelde werd een verdediging aangebracht, die veelal uit vaste punten bestond, doch naderhand zodanige uitbreidingen kregen, dat bijna van een aaneengesloten verdediging sprake werd, zoals hiervoor b.v. in fig. 24 van "4. Afschuivingen en oevervallen in o.o. Zeealnd" aangegeven. Dit systeem handhaafde zich met wisselend succes.

Ten behoeve van de Deltawerken werd een grondmechanisch onderzoek ten aanzien van de bodem ingesteld, waarbij de gaande mening dat in de ondergrond zich losgepakte zandlagen zouden bevinden, werd bevestigd. De in dergelijke lagen vrij snel optredende zettingsvloeiingen kunnen als gevolg van een kleine ontgroning aan de teen van het geultalud stabiliteitsverlies inleiden. Uit geologische interpretaties van de ondergrondsamenstelling valt af te leiden dat de los gepakte zandlagen zich veelal bevinden ter plaatse van oude geulen die later, na een geulverlegging, met fijner materiaal werden opgevuld.

Bij de Deltadienst wordt thans verwacht, dat de stroomsnelheden — en wel voornamelijk de ebstroom — in de Oosterschelde met 5 à 10 % zullen toenemen als gevolg van de geplande afsluiting van het Volkerak. De toename zal voornamelijk zijn te verwachten in het gebied westelijk van de Oud-Noord-Bevelandpol-

Fig. 112. Dwarsprofiel met de verdediging tegen de zee en het meerwater.



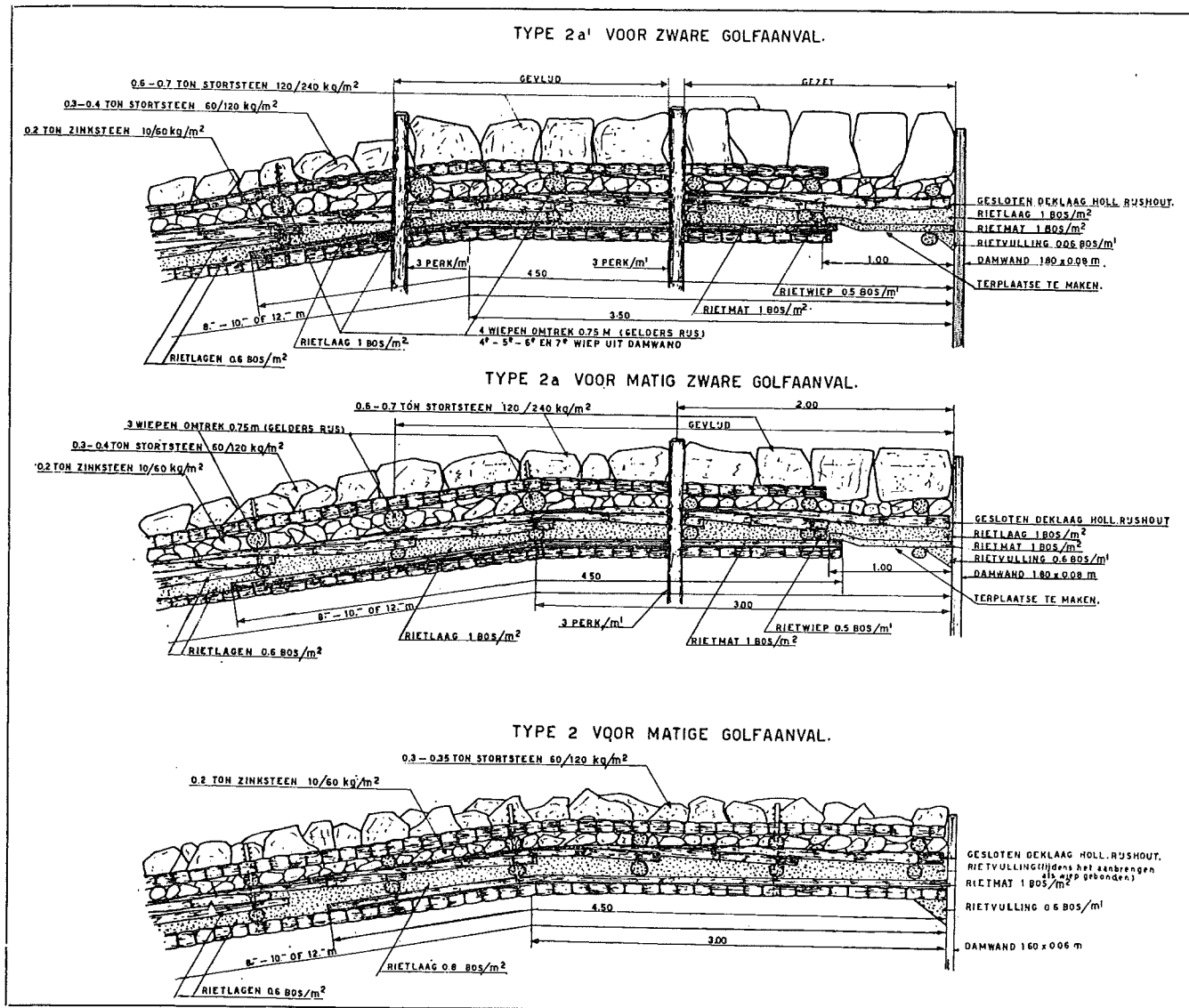


Fig. 113. Kraagstukconstructies voor zware, matig zware en matige golfaanval.

der, fig. 117, en eveneens ten westen van het punt waar de ebstroom uit de Vuilbaard in de Roompot uitmond. ¹⁴⁾

Uit een verrichte studie is gebleken, dat het gemiddelde talud direkt na een val sterk varieert, en wel tussen de grenzen van 1 : 3 en 1 : 22. Hierbij werd de taludhelling gezien tussen het punt van inschering van de val en een nulpunt, dat ligt op de plaats, waar de verdieping overgaat in een verontdieping, fig. 118. Als een gemiddelde taludhelling van de oever na de val werd tenminste 1 : 15 verkregen. Hierbij werd vanuit de as van de waterkering vanaf het peil van NAP een vlak geconstrueerd onder een helling van 1 : 15 respectievelijk 1 : 20 en vervolgens de snijlijn van dit vlak met het geultalud bepaald, fig. 119. Bij een verdediging van het geultalud beneden bedoelde snijlijn — zodat hier geen ontgroningen kunnen optreden — zal daardoor de kans op het optreden van een oeverval, waarbij de waterkering verloren gaat, kleiner worden.

Komen evenwel in het gebied, dat boven de snijlijn is gelegen, zeer steile taluds voor — hetgeen veelvuldig het geval is — dan is met voorbedoelde geulverdediging niet te volstaan aangezien de kans op een oeverval, ingeleid door een kleine plaatselijke afschui-

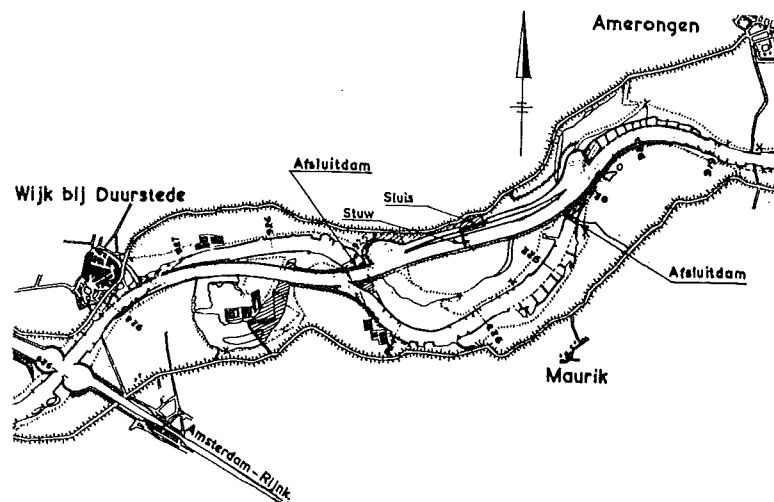


Fig. 114. Situatie bochtafsnijdingen ten behoeve van de stuw bij Amerongen.

¹⁴⁾ Deels ontleend aan Deltawerken nr. 43, februari 1968.

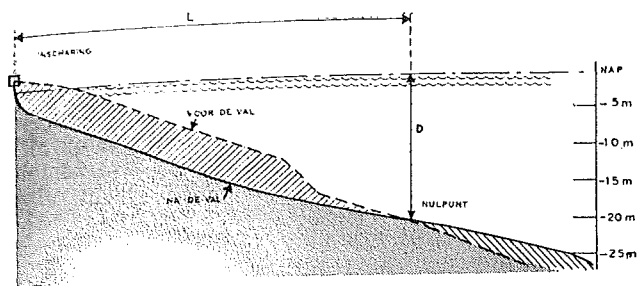


Fig. 118. Schematische voorstelling van de bodemligging voor en na een oeverval.

De bestorting van grof grind — met afmetingen van 5—300 mm — werd per onderlosser aangebracht tot onder een door het Laboratorium van Grondmechanica bepaalde helling van 1 : 3.

Tot dusver hebben de opgedane ervaringen geleerd, dat een grindpakket van ongeveer 50 cm dikte daar een goede verdediging vormt. Pellingen wezen uit dat bedoelde verdediging stabiel is en aan de onderrand van de grindbestorting nog geen ontgroning of geulvorming valt te constateren.

Op grond van voorvermelde ervaringen werd besloten de verdediging van de oever van Noord-Beveland uit te voeren in de vorm van een bestorting met grind 30—200 mm. Voor taluds, flauwer dan 1 : 3, wordt als gemiddelde laagdikte van het grindpakket 50 cm aangegeven. Daarvoor voor een dergelijke verdediging ongeveer een dikte van vijf maal de gemiddelde diameter van het grind aanvaardbaar wordt geacht.

Van de stabiliteit van dit grove grind op een talud, waarvan de hellingshoek loodrecht op de stroomrichting staat, werden de volgende waarden gevonden:

| Hellingshoek talud loodrecht op de stroomrichting: | Kritieke stroomsnelheid op 1,00 m afstand van het talud: |
|--|--|
| 0° | 3,04 m/sec. |
| 10° | 2,96 m/sec. |
| 20° | 2,72 m/sec. |
| 30° | 2,13 m/sec. |
| 35° | 0,00 m/sec. |

Fig. 120. Dwarsdoorsnede van een aan te brengen bestorting voor de Nieuw-Noord-Bevelandse-polder, waar hellingen van meer dan 1 : 3 voorkomen.

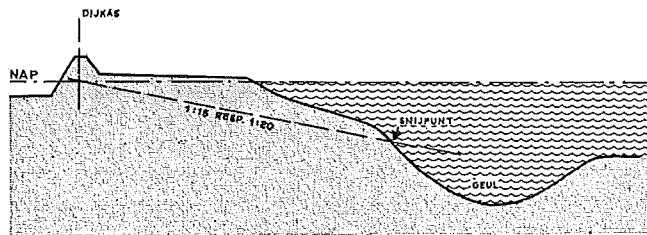
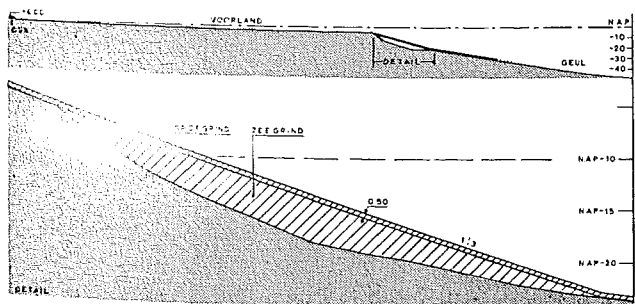


Fig. 119. Voorbeeld van een vlak, dat onder een hoek van 1 : 15 uit het hart van een dijk is geconstrueerd.

Oevergedeelten, steiler dan 1 : 3, zullen zodanig worden bestort met grind, dat de taludhelling wordt terugggebracht tot ca. 1 : 3 of 18°, waarbij een kritieke snelheid van 2,72 m/sec behoort.

Fig. 120 geeft een dwarsdoorsnede van een aan te brengen bestorting voor de Nieuw Noord-Bevelandse-polder, waar hellingen van minder en meer dan 1 : 3 voorkomen.

De te verdedigen oppervlakte bedraagt rond 500000 m². Voor het opvullen van de taluds, steiler dan 1 : 3, is ca. 100000 m³ materiaal benodigd, terwijl in totaal rond 350000 m³ zal zijn te verwerken.

Het opvullen van de steile taludgedeelten zal plaats vinden met het goedkopere minder grove Engels zee-grind. De diameter daarvan varieert van 1 tot 6 cm. Het grind is bij de dikke lagen met onderlossers aan te brengen, bij de dunne lagen met steenstorters, waarover later meer.

Zoals in fig. 120 in detail voorgesteld zal de grindbekleding tot circa NAP — 30,00 m op het regelmatig van vorm zijnde talud worden doorgezet, ze heeft daarop een breedte van rond 50 m. Een bezwaar van dergelijke bestortingen — in den natte — kan naar ik meen mogelijk de zeer sterk gekartelde rand zijn, deze geeft nl. aanleiding dan wel inleiding tot een turbulerende werking van de toch zeker sterke waterstromingen. Ter plaatse van bedoelde, zowel in verticale- als in horizontale zin, zeer onregelmatige rand, zullen woelingen en als gevolg daarvan verdiepingen kunnen ontstaan. Een onregelmatige rand als voorbedoeld is ook bij een verdediging met rijshoutconstructie aanwezig, doch deze brokkelt niet af of, althans behoudens de daarbuiten gevallen steen.

Er is bij de grindbestorting echter geen flexibele slabbe aanwezig die met de inleiding van een geulvorming mee zal buigen, zoals b.v., in het „Voorontwerpen aanzien van de havenhoofden van IJmuiden” in de figuren 34 en 35 voorgesteld.

Bij geulvorming zal de rand van de grindlaag aan afbrokkeling onderhevig zijn dan wel meezakken, hetgeen de voorbedoelde onregelmatigheid wellicht nog zou kunnen doen toenemen. De los van elkaar liggende biggels zullen verder gaan, zie **Opmerking 2**. Slechts de gesloten massa zal een afsluiting blijven geven.

Gezien het voorgaande zou n.i.m. zijn te stellen, dat een grindlaag een goede afdekking kan vormen, doch slechts dan, wanneer de benedenrand een zodanige dikte, breedte en massa heeft, dat bij afbrokkeling voldoende voorraad aanwezig is om de „bijgekomen geulhelling” meteen te kunnen blijven bedekken.

Onderhoud blijft overigens bij beide systemen geboden.

h. Kraagstukken in de havens van het Europoortgebied

In de havens en kanalen van het Europoortgebied van de gemeente Rotterdam, bestemd voor schepen van de allergrootste tonnage, dienen de oevers te worden verdedigd.

Onder A 16 a en A 16 b werden de verdedigingen van de Buitenkanalen te IJmuiden respectievelijk die van de Rotterdamse Waterweg — in het bijzonder die onder water ofwel de kraagstukken — beschreven. In beide situaties betrof het een verdediging van het natte talud en de bermen tegen de door stormen en de door de scheepvaart teweeggebrachte haal- dan wel hekgolven van de nagenoeg uitsluitend **doorgaande** scheepvaart.

De situaties, die zich in de Eurokanalen en havens voor gaan doen, zijn van andere vorm, hier is in het bijzonder rekening te houden met schepen van uitzonderlijke afmetingen, zoals o.m. met die van super-tankers met een draagvermogen van ca. 225.000 t.d.w. en in de toekomst mogelijk nog groter tot misschien 300.000 of zelfs 500.000 t.d.w.

Dergelijke binnenkomen schepen worden normaliter, zodra ze binnen de pieren (havenhoofden) zijn, vastgemaakt door een 4 à 8 tal havensleepboten van 2000 à 3000 IPK, teneinde de vrijwel niet meer op eigen kracht bestuurbare vaartuigen naar binnen, naar buiten óf naar de plaats van bestemming in de haven te slepen (of te sturen); een totale transportlengte kan ontstaan van omstreeks 600 m. Het behoeft geen betoog,

dat het manoeuvreren in de onderwerpelijke, betrekkelijk „kleine” wateren niet eenvoudig zal zijn en bepaald niet bij stormachtig weer en tijdens het binnenlopende — volle — vloedwater.

Er kunnen zich zeker situaties gaan voordoen, waarbij de ongeveer 4,00 m diepgaande sleepboten met hun schroeven tot onmiddellijk onder de wal komen. Bij de gemiddelde waterstand van NAP betekent zulks, dat de zeer krachtig werkende schroeven van de sleepboten op het peil van omstreeks NAP — 4,00 enorme turbulenties zullen veroorzaken.

Zulks heeft tot gevolg, dat de onderwatertaluds van een daarbij passende verdediging dienen te worden voorzien. In figuur 121 zijn ter oriëntering betreffende de grootte van de vaartuigen ten opzichte van die van de watervlakte — bij B — twee concentrische cirkels ingetekend. De kleinste cirkel is die van een om haar verticale as zwaaiende mammoettanker, terwijl de grootste die van de tanker plus de sleepboten weer geeft.

Behoudens met de, tegen bedoelde schroefwerking, te bieden weerstand, zal rekening zijn te houden met de golfaanvallen uit zee, zoals die bij o.a. hoge stormvloedden uit het noordwesten optreden. Bij standen van b.v. N.A.P. + 3,50 m en hoger komen de enorme rollers over de tot slechts N.A.P. + 2,00 m opgetrokken noorderdam — tussen de op N.A.P. + 5,00 m gelegen Maasvlakte en de Splitsingsdam — de watervlakte op het ontmoetingspunt tussen Calland- en het Beerkanaal binnen. Het behoeft geen betoog, dat zowel de aanvallen als de halingen bij b.v. punt A (in figuur 121) wel bijzondere aandacht voor de verdediging doen vragen. (De slechts op NAP + 5,00 m gelegen Maasvlakte zal nog van een golfkering worden voorzien).

De Afdeling Havenwerken van de directie van gemeentewerken Rotterdam, ontwierp voor voorbedoelde kanalen en havens in principe een glooiingsconstructie met kraagstuk volgens figuur 122. De breedte van het kraagstuk, de aan te brengen bestorting en de aard van de glooiingsconstructie zijn uiteraard afhankelijk van de situatie van het te verdedigen beloop. Bij het in figuur 121 aangegeven punt A zijn b.v. de kraagstukken tot N.A.P. — 6,00 m doorgetrokken, terwijl hier i.v.m. de verwachte sterke golfaanval geen zetsteenconstructie is toegepast, maar een verdediging, bestaande uit met gietasfalt gepenetreerde stortsteen.

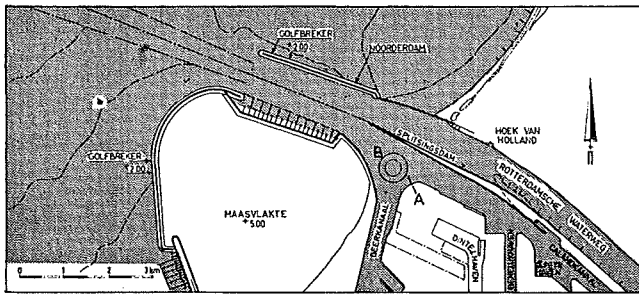


Fig. 121. Situatie Maasvlakte-Rotterdamse Waterweg-Beerkanaal-Calandskanaal, enz.

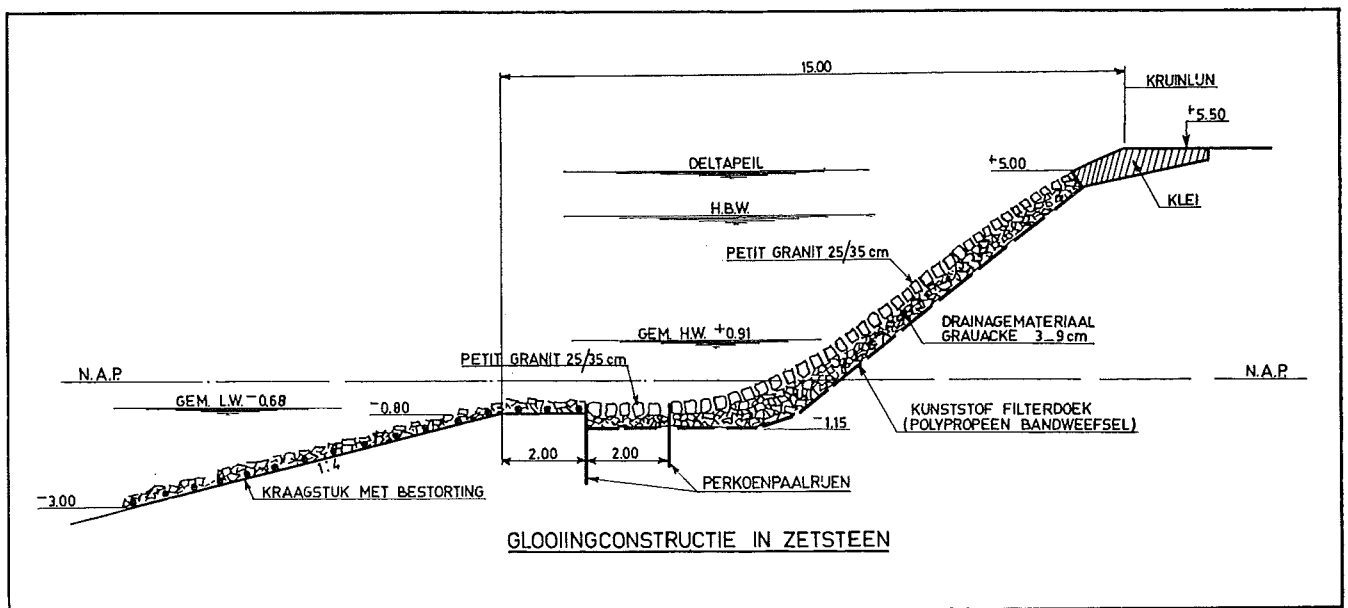


Fig. 122. Glooiingsconstructie in de Eurohaven (principe). (De overhoogte bij het Deltapeil is uiteraard ten aanzien van golfaanvallen veel te gering).

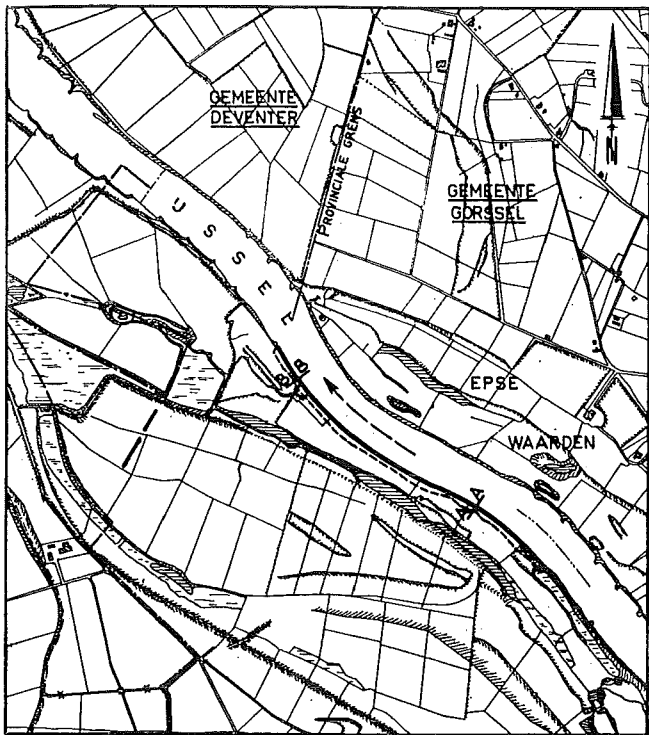


Fig. 123. Situatie verdedigingswerken aan de linker-oever van de IJssel.

i. Oeververbindingen langs de IJssel

Het is nodig gebleken om op verschillende plaatsen langs de IJssel gestrekte oeververdedigingen aan te leggen. Enerzijds is dit — uit de aard der zaak — het geval ter plaatse waar bochtafsnijdingen worden aangelegd; anderzijds is het noodzakelijk gebleken om in bepaalde riviergedeelten de haast vergeten normalisering weer ter hand te nemen, fig. 123.

Over grote lengten, vooral daar waar destijds geen stroomgeleidingswerken werden aangelegd, zijn de oevers door verschillende oorzaken — of het samenspel daarvan — dermate aangetast dat de rivier dreigt te gaan verwilderen, fig. 124. Tot deze oorzaken kunnen, naast de langsstrekkende stromingen, worden gerekend de haalgolven van de in grootte en motorvermogen sterk uitgegroeide scheepvaart en de in een reeks van jaren opgetreden betrekkelijk hoge rivierstanden. Bovendien moet een oeverbekleding worden aangebracht, omdat bescherming nodig is tegen het uitzakken der belopen, als gevolg van het uittreden van water na het dalen van de voorliggende waterstand.

De van oudsher toegepaste constructie, bestaande uit een bestort kraagstuk, een perkoenpaalregel met daarboven zetwerk, biedt tegen de meeste vormen van aantasting een goede voorziening. Een zwak punt er-

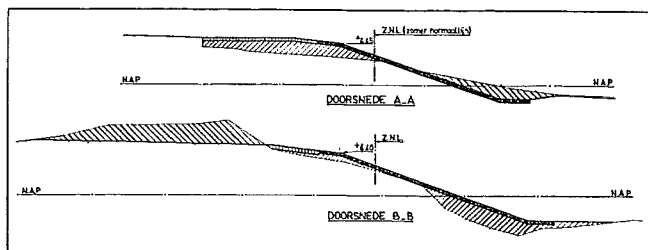


Fig. 124. Dwarsprofiel A-A en B-B van figuur 123.

van is bedoelde perkoenpaalregel, terwijl voorts het hiervoor genoemde uittreden van water nogal eens bezwaren van uitspoeling van achter de steenconstructie aanwezig zand teweeg brengt.

Voorts dient thans bij het samenstellen van de verdedigingsconstructie rekening te worden gehouden met de toestand, welke zal ontstaan na het gereedkomen van de Rijnkanalisatie. Gemiddeld 9 maanden per jaar zullen de laagwaterafvoeren van de Neder-Rijn kunstmatig worden verkleind en de waterstanden — zowel op de Neder-Rijn als op de IJssel — worden verhoogd. Tijdens deze perioden van waterstandsverhoging zal de afvoer van de IJssel liggen tussen 250 en 350 m³/sec, de stroomsnelheden langs de oever zullen daarbij wellicht 0,8—1,0 m/sec zijn. De bij deze afvoeren optredende waterstanden variëren ter plaatse van de situatie in fig. 123 van NAP + 2,95 tot 3,90 m.

Fig. 125 geeft een overzicht met toelichting van de diverse standen enz. tussen de kilometerraaien 923 en 947. Als gevolg van de variatie in het peil van de rivier wordt het verdedigingsmateriaal met lange tussenpozen blootgesteld aan water en licht, zodat het zoveel doenlijk bestand dient te zijn tegen verwerings- en ontbindingsprocessen.

Op grond hiervan wordt bij vele diensten, o.a. ook in de dienstkring Deventer, reeds jarenlang gezocht naar — en gewerkt met vervangende, i.c. kunststofmaterialen. Zo werd het oude „rijsbeslag” vervangen door een kunststofweefsel met bestorting, waar de ijverige propaganda van de N.V. Nicolon te Enschede zeker toe bijgedragen heeft.

Als uitgangspunt voor deze toepassing geldt, dat de kunststofweefsels in wezen hetzelfde doen als de van oudsher toegepaste rijshoutconstructies, n.l. het zand vasthouden en het water doorlaten; één en ander zelfs in sterkere mate.

Evenwel was het verwerken van deze weefsels tot voor kort maar op beperkte schaal mogelijk, omdat voor het aanbrengen ervan onder water nog geen praktisch bruikbare methode bekend was.

In een goede verstandhouding tussen directie en aannemer — gesproken mag worden van een „brain-trust”: Hoogendoorn-Hubregtse-Baumann — werd, in samenwerking met de N.V. Nicolon hiernaar gezocht, n.i.m. op initiatief en naar de ideeën van genoemde (collega) Hoogendoorn.

Bij de, als resultaat hiervan, gevonden methode werd van de gebruikelijke rijshoutconstructie afgestapt en werd na meerdere proefnemingen vorm gegeven aan de nu toegepaste constructie, voorgesteld in fig. 126.

Deze constructie is zeer simpel; zij bestaat uit polyetheenweefsel met een bovenroosterwerk van rijshout en een bestorting van 300 kg steen (15-40 kg) en 100 kg fijn bestortingsmateriaal.

De wiepen van het roosterwerk worden met verslagen want (touw) om de 0,50 m aan het weefsel bevestigd, waartoe de nodige lussen in het doek zijn gegeven, fig. 127 en 128.

Dat dit touw, evenals de aan water en licht blootgestelde wiepen spoedig zullen wegrotten wordt beseft, doch men gaat van het standpunt uit, dat het aangebrachte bestortingsmateriaal, op belopen met een helling van 1 : 3½, ook zonder wiepen op de doekbekleding blijft liggen. De functies van het roosterwerk zijn dus geheel tijdelijk, n.l. om de stukken drijvend vanaf de oever en over de rivier te verplaatsen, om het stuk daarbij de hoog nodige stijfheid te geven en om het bestortingsmateriaal, vooral tijdens het aan de grond brengen, ter plaatse vast te houden. Het op stromend water aan de grond brengen van deze stukken vraagt

Fig. 125. Overzicht diverse standen tussen de kilometeraaien 923 en 947.

een bijzondere voorziening, n.l. een aan, op een dek-schuit geplaatste lieren opgehangen zinkbalk, welke met nylonlussen aan het stuk wordt bevestigd. D.m.v. een „schieter” kunnen deze lussen tegelijkertijd worden gelost. Aan de zinkbalk worden aan de stroomop-waartse zijde de anker- en zinklijnen bevestigd; deze kunnen na het zinken dus direct weer worden opge-haald. Om het stuk op stil water als kraagstuk toe te passen behoeft het slechts te water geschoven, vastge-zet en vanaf de kant gezonken te worden.

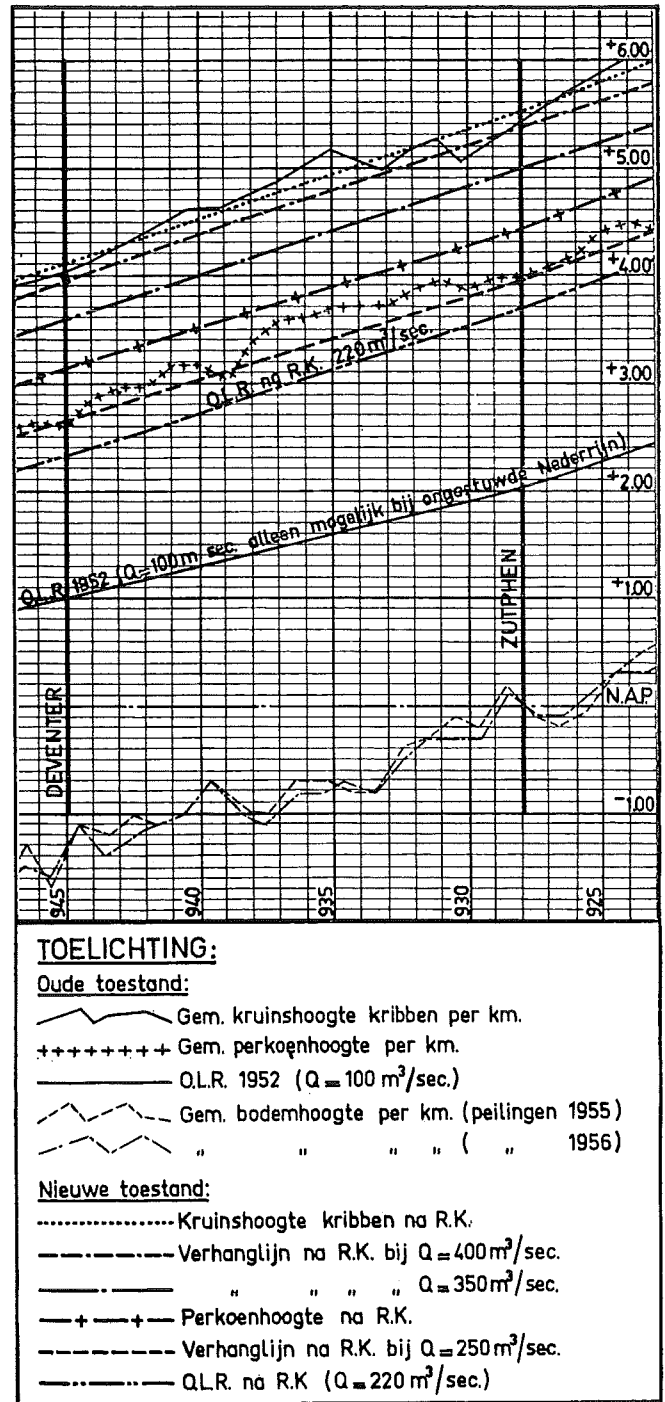
Het zoveel mogelijk blijven verwerken van klassieke materialen (o.a. rijshout voor wlepen) heeft er toe geleid, dat deze methode bijzonder snel werkt, met goede resultaten. Vanaf augustus 1967 werd met dit systeem als experiment begonnen; dit liep zo vlot, dat reeds spoedig dit experimentele stadium als beëindigd kon worden beschouwd en de toepassing ervan met kracht kon worden voortgezet. Toen in december 1967 de hoge waterstanden verder werken onmogelijk maakten, was inmiddels 55.000 m² in de dienstkring Deventer aange-bracht. Wanneer deze oeververdedigingen op de klas-sieke wijze met perkoenpaalregel en zetwerk gemaakt hadden moeten worden was slechts een fractie van dit oppervlak gereed gekomen, enerzijds door de veel grotere arbeidsintensiviteit daarvan, anderzijds door-dat nu bij veel hogere standen doorgewerkt kon wor-den.

Overigens dient nog vermeld te worden, dat ten be-hoeve van de toepassing van deze kunststofbekleding op plaatsen, waar andere eisen gesteld worden, b.v. doordat de te bekleden belopen steiler zijn, kunstwie-pen in ontwikkeling zijn. Hierdoor wordt de duur-zzaamheid van de gehele constructie aanzienlijk ver-hoogd.

De bekleding (kraagstuk) wordt in de bodem „inge-kast”, gelijk bij de stuw bij Amerongen is omschre-ven.

Het gehele beloop wordt onder één helling van 1 : 3½ tot aan de kruin doorgetrokken en wordt ver-volgens onder een helling van 1 : 10 aangesloten op het aanwezige afgegraven maaiveld. De bekleding wordt over een breedte van 2,00 m landwaarts van de kruin doorgezet. Vanaf ongeveer M.R. wordt de bestorting als vlijwerk aangebracht, doch wel opgevuld met fijn bestortingsmateriaal.

De landwaarts van de constructie aangebrachte klei-bekleding wordt ingezaaid. De verdedigingen, welke nu ongeveer een jaar geleden werden aangebracht, heb-ben zich na verschillende hoogwaterperioden goed ge-houden, een behoorlijke doorgroeiing van het ingezaai-de gras is zelfs ontstaan.



TOELICHTING:

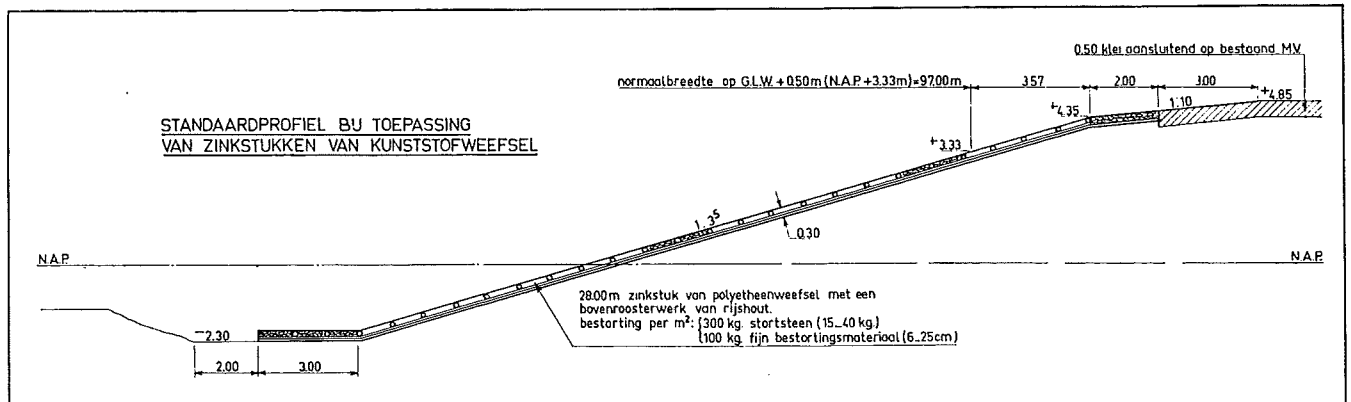
Oude toestand:

- Gem. kruinshoogte kribben per km.
- +++++ Gem. perkoenhoogte per km.
- O.L.R. 1952 (Q = 100 m³/sec.)
- - - - - Gem. bodemhoogte per km. (peilingen 1955)
- - - - - " " " " (" 1956)

Nieuwe toestand:

- Kruinshoogte kribben na R.K.
- - - - - Verhanglijn na R.K. bij Q = 400 m³/sec.
- - - - - " " " " Q = 350 m³/sec.
- + - + - Perkoenhoogte na R.K.
- - - - - Verhanglijn na R.K. bij Q = 250 m³/sec.
- Q.L.R. na R.K. (Q = 220 m³/sec.)

Fig. 126. Dwarsprofiel verdedigingsconstructie.



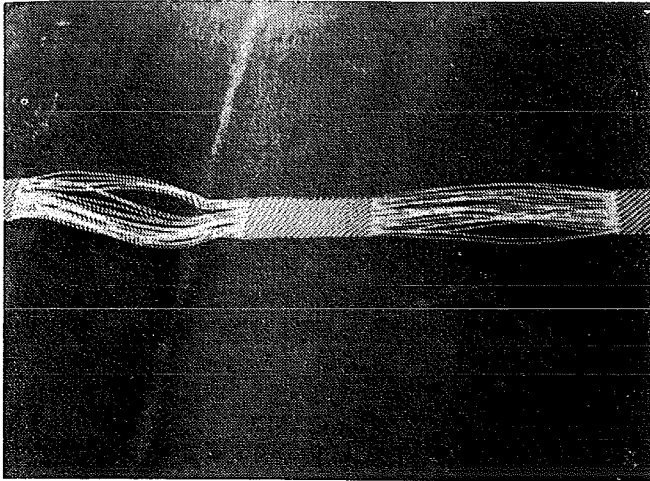


Fig. 127. Lussen, om de 0,50 m, in het kunststofweefsel.



Fig. 128. Wiepen, om de 0,50 m, met verslagen want aan het weefsel bevestigd.

B. BESCHRIJVING VAN MATERIALEN VOOR DEZE WERKEN

1. Rijshout

Het rijshout was steeds en is ook thans nog veelvuldig het voornaamste materiaal, waaruit de werken ter verdediging van de bodem, taluds, etc. kunnen worden samengesteld.

Het bij de waterbouwwerken gebruikte rijshout wordt op vrij grote schaal gekweekt, n.l. op de lage, kleiachtige gronden langs de benedenrivieren en op de hoge gronden langs de bovenrivieren. Zowel op de buiten- als de binnendijks gelegen gronden werden houtbeplantingen aangelegd.

In beide gevallen moet voor een behoorlijke afwatering gedurende de zomermaanden worden zorggedragen, fig. 129.

Percelen, welke te laag liggen om daarop andere gewassen te kweken, of in de zomer door hoge rivierstanden tijdelijk worden geïnundeerd, of de hinder van kwelwater ondervinden, werden veelal tot z.g. grienden aangelegd. Het graven van sloten en greppels vindt zodanig plaats, dat het water zo spoedig en zo goed mogelijk kan afvloeien. Stilstaand water is n.l. zeer nadelig voor de houtcultuur aangezien de grond daarbij verzuurt, koud blijft en onvoldoende verweert; de lucht kan dan onvoldoende toetreden en het nuttige, dierlijke leven niet mogelijk maken. De griendgrond dient ten minste 0,50 m boven de zomerwaterstand te liggen.

De, enigszins met tonronde in bedvorm, aangebrachte grond wordt met stekken bepoet. Stekken zijn bij de aanleg takjes ter lengte van 0,50 m en met een dikte van 1,5—2 cm. Ze worden ter halve lengte in de grond gestoken. Bij oudere grienden wordt onder stek verstaan, het bijpoten van uit de griend gehakte stokken ter lengte van plm. 2,50 m en een omtrek van 8-12 cm, bij voorkeur het topeind van de stok, welke ongeveer over 0,30 m lengte in de grond wordt gestoken, fig. 129. Zo de grond wat harder dan normaal is, kan met 0,25 m worden volstaan.

De beste tijd om stek te steken is — gelijktijdig met het hakken van de griend — in de periode oktober-

maart. In vakkringen wordt zelfs gezegd: „een aprilse poot—gaat dood.”

De grienden moeten jaarlijks van onkruid worden gezuiverd met het loshakken van de bovengrond, terwijl de te dicht op elkaar gegroeide uitlopers (takjes) dienen te worden gedund.

Het hakken van het hout vangt pas na het tweede levensjaar aan, dit levert echter slechts twijgen op. Het z.g. griendhout wordt verkregen bij het om de vier jaar hakken in de buitendijkse en om de drie jaar in de binnendijkse grienden. Tegenwoordig hakt men ongeveer 75% van de buitendijks gelegen grienden ook om de drie jaar, omdat thans in hoofdzaak slechts behoefte bestaat aan rijshout voor waterwerken, terwijl het zwaardere materiaal nagenoeg geen afzet meer vindt.

Het hakken geschiedt op 0,30 à 0,40 m boven de grond. Aan de overblijvende stomp — stoelen of stoven — ontspruiten de nieuwe takken, welke later eveneens bij de stam worden afgehakt. Aldus worden boomstompen tot 0,40 à 0,60 m boven de grond gevormd, fig. 130. Bij de huidige vierjarige hak moeten de stoven ± 0,70 m uit elkaar staan.



Fig. 129. Pas gehakte griend met rijsstoven, stekken en een onvoldoend afwaterende greppel (Foto Reproductie-inrichting Rijkswaterstaat).



Fig. 130. Het hakken van een driejarige griend, met op de voorgrond een drietal afgekapte stekken, waaraan straks nieuwe takken ontspruiten.

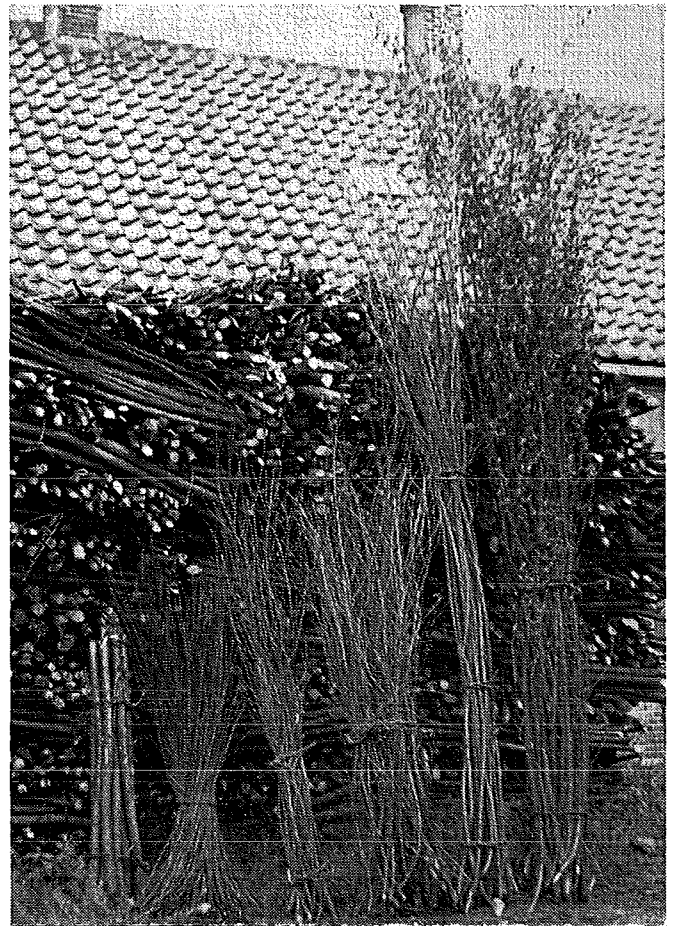


Fig. 131. Op de achtergrond opgestapelde, onbewerkte palen. Verder van links naar rechts: een bos onbewerkte palen, een bos wiepband, een Hollandse rijsbos, een bos éénbands toppen, een bos bleeslatten en een — in blad gekapt — Gelderse rijsbos.

Bij het afsterven, door verschillende oorzaken, worden de in fig. 129 zichtbare lange stekken bijgepoot.

De hak vindt plaats van half oktober tot half maart. Verkieselijk is echter er pas mee aan te vangen als de bladeren zijn afgevallen; na de vorst is het blad uiteraad verdwenen. Griendhout, in blad gesneden en tot bossen gebonden, kan nl. niet worden opgestapeld aangezien de dan tot rotting overgaande bladeren het hout doen verstikken.

De, op lage kleigronden gekweekte, houtsoorten bestaan veelal uit wilgehout. Meer dan 200 soorten zijn ervan bekend; ze zijn evenwel zeer moeilijk van elkander te onderscheiden. In de grienden groeien gewoonlijk verschillende soorten door elkaar. De hoofdsorten zijn echter **rood** en **grauw**.

Op de hoge kleigronden komt dikwijls een wilgehoutsoort voor, bekend onder de naam van werf- en wervelhout. Voornamelijk in het hierna te noemen Brabants rijshout wordt deze soort aangetroffen. De twijgen zijn scherpkantig, over haar gehele lengte bevinden zich scherp getekende ruggen en diepe groeven. De bast is licht grijs-groen, terwijl de houtvezel zeer los is, met een dikke merg. Als rijshout staat deze soort daardoor minder goed aangeschreven; voor waterwerk is het minder geliefd.

Op verarmde gronden, waar bemesting door bevoeiing niet mogelijk is, wordt tussen de wilgestruiken enig elzehout gepoot. Behalve dat de els even welig

groeit als de wilg, dient zijn blad voor bemesting van de grond, waarop hij groeit. Op de wortels van de els komt een groot aantal wortelknolletjes voor, waarin zich bacteriën ontwikkelen, die op deze wortels parasiteren. Deze bacteriën nemen veel stikstof uit de dampkring in zich op en verwerken dit, met het zetmeel dat ze uit de hospus halen, in hun lichaam tot eiwit. De eiwitstoffen leveren bij ontbinding der bacteriën de voor de plantengroei benodigde stikstof in de vorm van ammoniak.

Het gemakkelijk verteerbare elzeblad levert aan de bodem een goede humus. Deze eigenschappen tezamen zijn oorzaak, dat de els de fysieke toestand van de bodem zeer verbetert.¹⁵⁾

Het beste bewijs daarvoor is, dat nieuwe stekken, naast elzestoven, bijna altijd aanslaan, terwijl in grienden uitsluitend met wilgen beplant, vele nieuwe stekken sterven. De levensduur van zuiver wilgengrienden is dan ook korter dan van die met els gemengd.

Omdat elzehout aldus veelvuldig tussen wilgehout wordt gekweekt, wordt toegestaan dat 1/10 deel uit **andersoortig** rijshout bestaat, zoals o.a. elzehout. In afwijking daarvan mag rijshout, niet afkomstig uit grienden (boshout), niet meer dan 1/10 deel **elzehout** bevatten.

¹⁵⁾ „Hollands rijshout”, door (wijlen-collega) L. G. van Breen.



Fig. 132. Een slecht gevormde Hollandse rijfsbos.

Elzehout moet men evenwel ten minste drie jaar oud laten worden, daar de stoven bij tweejarige hak spoedig sterven. De els verlangt, evenals de wilg, een vruchtbare bodem. Het hout is zacht en gemakkelijk te splijten, weinig buigzaam, broos en in de lucht verwerkt, in zeer korte tijd verweerd. Elzehout wordt aldus wel vaak geweerd; bij het tijdig verwerken op plaatsen, waar het niet meer boven water komt, is elzehout echter wel goed bruikbaar. Elzehout moet evenwel vóór mei worden verwerkt. In vakkringen zegt men dan ook wel: „Elzehout mag geen meizon zien”. Op deze gronden is derhalve de beperking van maximaal 10% gebaseerd. Onder water wordt het steenhard en heeft dan een „eeuwige” levensduur.

In de grienden worden ook wel populieren aangetroffen, ze hebben een weelderige bloei en leveren veel hout, dat evenwel minder deugdzaam is. Als rijshout is het niet aan te bevelen. Het rijshout, langs de bovenrivieren gekweekt, bestaat meestal uit wilge-, elze-, denne- of eikehout.

Op hoge diluviale gronden, welke voor geen ander doel rendabel zijn, wordt denne- en eikehout gekweekt. Deze houtsoorten groeien minder snel dan wilgen en elzen.

Het in de waterbouw gebezigde denne- en eikehout wordt daarom om de zeven à acht jaren gehakt. Behalve genoemde vier soorten, bestaat het rijshout ook wel uit samenvoeging van diverse houtsoorten als populier, berk, beuk, hazelaar, es, esdoorn enz.

Het hout bezit vaste houtstof, water en uit in water opgeloste stoffen waarvan voor technische eigenschappen van belang zijn de stikstofverhoudingen (eiwit-

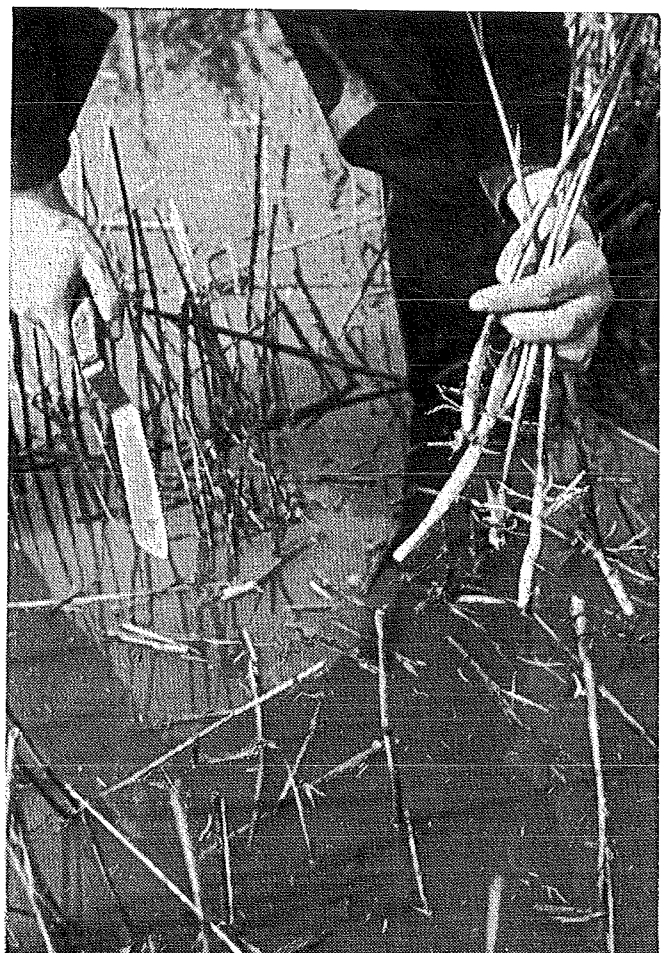


Fig. 133. Bewortelde rietpijlen ofwel jonge scheuten met daaronder een stuk wortelstok met wortels.

stoffen), de harsen, het zetmeel en de asbestbestanddelen. De eiwitstoffen, die voornamelijk in het spint en het cambium voorkomen, gaan spoedig tot rotting en gisting over en geven aan het hout een gering weerstandsvermogen. De stikstofbestanddelen zetten zich bij vochtige warmte sterker uit dan de celwanden en doen deze scheuren. Zwammen en insecten ontwikkelen zich bij voorkeur daar, waar veel stikstof als voedsel aanwezig is. Aldus is rijswaardenhout, dat zeer rijk is aan eiwitstoffen, bij vochtige warmte (broei) spoedig verstikt. Indien deze stikstofhoudende stoffen door uitloggen in water verwijderd worden, blijft de overblijvende houtvezel — bij niet toetreden van lucht — onvergankelijk.

Rijshout, dat uit jonge takjes bestaat en als zeer jong hout niet duurzaam is, heeft — onder water — echter ook een eeuwenlange levensduur.

Groen hout is pas geveld hout, bosdroog wordt het na lang liggen in het bos, terwijl luchtdroog hout lange tijd onder een afdak bewaard moet zijn. Bruikbaar rijshout kan alleen groen of bosdroog zijn aangezien het in het stadium van luchtdroog breekt bij de minste buiging en aldus ongeschikt is. Droogte verhoogt de veerkracht, doch vermindert de taaheid; vocht heeft een tegengestelde invloed op het hout.

De wilg, es, eiken, lijsterbes en de iep zijn de meest taai. Betreffende het soortelijk gewicht zij opgemerkt, dat de es zeer zwaar is (0,75), de wintereik en beuk zwaar zijn (0,75—0,70), de iep, berk en lork vrij zwaar (0,70—0,55) en de den en mast licht zijn te noemen (0,55 en minder).



Fig. 134. Het moeizame en kostbare transport uit degrienden.

Vroeger werd uit de grienden gehakt en/of gesneden:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Hollands rijs | 16. tonneband |
| 2. palen | 17. kitteband |
| 3. Hollandse latten | 18. karreband |
| 4. Gelderse latten | 19. haringband |
| 5. bleeslatten | 20. negen voeten |
| 6. band | 21. tien voeten |
| 7. boonstaken | 22. elf voeten |
| 8. Gelderse rijs | 23. twaalf voeten |
| 9. Overijsselse rijs | 24. dertien voeten |
| 10. hoepelband | 25. veertien voeten |
| 11. schop- en bezemstelen | 26. vijftien voeten |
| 12. stikband | 27. zestien voeten |
| 13. toppen | 28. vierling karreband |
| 14. tenen | 29. proppalen |
| 15. kruisband | 30. slieten |

Het Hollands rijs was daarbij een afvalprodukt. Door wijziging in de emballage in karton, waarmede o.a. de hoepels vervielen, en vervanging van stelen door buitenlands hout, enz. veranderde er veel. Nu maakt men als hoofdprodukt Gelderse rijsbossen, zowel in de grienden als in de bossen, derhalve Gelders griend- resp. Gelders boshout, en voorts nog palen, staken, slieten, latten, bleeslatten en zelden rijstoppen en nog zeldzamer Hollandse rijsbossen.

In fig. 131 zijn enige handelsoorten voorgesteld, terwijl in fig. 132 een minder goede Hollandse rijsbos is afgebeeld. Ten opzichte van het Gelderse rijs had het Hollandse het voordeel, dat het vanwege de dunnere twijgen een dichtere mat opleverde en geschikter was voor het spinnen van wiepen. Het Gelderse daarentegen maakt de grote zinkstukken ten behoeve van het vervoer over golvend water sterker.

Moelijkheden met de arbeidsvoorziening hebben er echter toe geleid dat, in het algemeen, een verschuiving in de wijze van exploitatie heeft plaats gevonden.

In plaats van Hollandse rijsbossen maakt men Gelderse rijsbossen uit de grienden aan de paal gesnoeid, geschikt voor wiepen. Bij het maken van deze bossen bespaart men in de grienden, bij vergelijking met Hollandse bossen, nogal op arbeidsloon en bindteen. De inhoud van een Gelderse rijsbos komt overeen met die van $4\frac{1}{2}$ Hollandse rijsbossen. Behalve voor de wiepen is dit griendhout — los gesneden — goed bruikbaar voor de vullingslagen.

Eveneens ter besparing op arbeidsloon worden in sommige grienden ook Hollandse rijstoppen gehakt. Deze — eveneens los te snijden — rijstoppen, zijn evenwel, wegens de kleinere lengte, minder geschikt voor verwerking in zinkstukken e.d. dan het fijne Gelders griendhout. Ze staat voor vullingen zeker ver achter bij Hollandse rijsbossen; de dichtheid wordt er echter wel door bevorderd. De inhoud van de rijstoppen komt overeen met $2\frac{1}{2}$ Hollandse rijsbos. Het top-hout vergt veel arbeid en komt dan ook steeds minder voor.

Het meeste rijshout komt uit de Biesbosculturen; plm. 2000 bossen Gelders griendhout per ha per drie à vier jaar. Bij driejarige hak komt minder zwaar hout voor, hetgeen de dichtheid van de zink- en kraagstukken ten goede komt.

Van rijkswege wordt deze cultuur bevorderd, zulks in verband met de uit te voeren grote werken.

Griendhout komt voornamelijk in twee soorten voor en wel rood en grauw. Het grauwe is het beste hout; ook bij opslag onder minder gunstige omstandigheden — te laat in het seizoen — blijft het grauwe het beste.

Naast het Gelderse griendhout komt het z.g. bos-hout. Het wordt voornamelijk gewonnen in de centra van Brabant, Utrecht en Gelderland, terwijl ook het Oranjewoud dergelijk hout voortbrengt. De Friese rijsbossen zijn echter minder geschikt voor zinkwerken.

2. Riet

Riet behoort niet tot de rijsmaterialen, het wordt echter veelvuldig toegepast voor één van de lagen van de zink- en kraagstukken.

Riet geeft een betere dichting van de stukken dan rijns en wordt alzo veelal onder in de stukken aangebracht teneinde de nadelige werking van het overgaande, dikwijls min of meer turbulerende, water op het bodemmateriaal tegen te gaan. Voorts is rijshout niet bestand tegen vernieling door de paalworm, terwijl riet er geenszins door wordt aangetast. In gevallen, waarin men aantasting door de paalworm verwacht, verwerkt men het riet dan ook wel in de deklaag.

Riet is een waterplant, die in ondiep stilstaand of weinig stromend water in ons land veelvuldig voorkomt. Het is een grassoort met een rolronde, holle stengel, die een paar meter hoog opschiet en op verschillende afstanden van knopen is voorzien. De wortelstok kruipt in en over de grond meermalen over een lengte van 20—30 m. Bij hare geledingen (wortelknopen) vormt ze wortels en nieuwe loten. Op goede vruchtbare kleigrond, die geregeld door zoet, slibhoudend water overstroomd wordt, is het riet een welig groeiende plant, die op verschillende plaatsen in ons land voor diverse doeleinden gekweekt wordt.

In ondiepe geulen en krekken van de Biesbos wordt veel riet gekweekt. Op drooglopende gronden wordt het riet geplant gelijk het stek bij rijshout.

Bij terreinen, die voortdurend onder water staan, laat men op afstanden van 0,50 m een rietzode, welke aan hoger liggende rietgorzen werd ontleend, onder water zinken; de wortels dringen vanzelf de bodem in en verspreiden zich over de oppervlakte.

Bij zuinig gebruik kan men zelfs volstaan door een rietwortel in een kleibal te kneden en deze onder water te laten zinken. De laatste tijd worden trouwens ook zonder meer bewortelde rietpijlen of wel de jonge



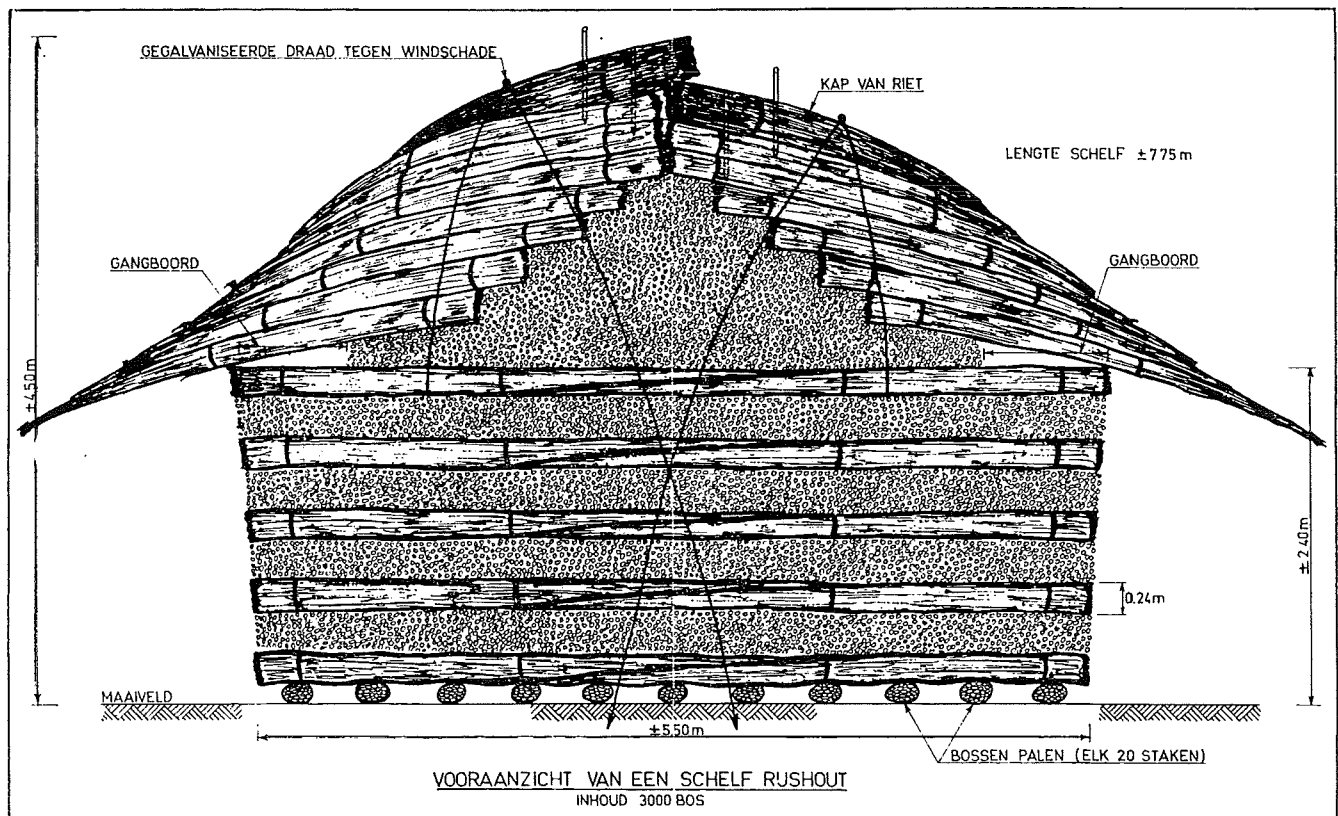
Fig. 135. Het vletten van riet (Uit de film „Bagger” van Adriaan Volker N.V.).

scheut met daaronder een wortelstuk met wortels, fig. 133, in de grond gestoken. Deze enkele rietplantjes dienen snel te groeien willen ze niet onder het onkruid geraken.

Het zwaarste riet groeit op de lage slikken buitendijks. Riet komt in de handel voor als droog- en groen- of bladriet. Droogriet wordt verkregen door het in december of januari te snijden, nadat door de vorst de meeste bladeren zijn afgevallen. Het heeft een grauwe kleur. Droogriet heeft het voordeel, dat het goed kan worden overgehouden en niet spoedig verstikt, verbroeit of schimmelt, waardoor het sterk in waarde zou verminderen.

Groenriet moet daarentegen onmiddellijk worden

Fig. 136. Schelf Gelderse rijbossen (Schets W. J. Schuil).



verwerkt, zelfs een lang transport kan oorzaak zijn, dat het tijdens dit vervoer in waarde achteruit gaat. Het is daardoor niet altijd verkrijgbaar.

Al naar gelang het riet in de nazomer, in de herfst of in de winter wordt gesneden spreekt men van groen- respectievelijk droogriet.

Ofschoon droogriet voor waterbouwkundige werken wordt gebruikt, past men daar ook veelal groenriet toe. Dit wordt in augustus gesneden, wanneer het zijn volle wasdom heeft verkregen en geheel in het blad staat. Men neemt veelal de dunne stengels, ze geven met de bladeren een dichte dekking.

Aan riet is er ongeveer 1200 ha in ons land, terwijl per ha gemiddeld 600 bos kan worden geoogst.

De winning van riet is evenals dat van het griendhout nogal arbeidsintensief.

Het vervoer van de rijsmaterialen uit de grienden en van het riet van de winplaats naar het middel van vervoer is veelal nog primitief, fig. 134 en 135. Bij boshout en het rijshout uit de binnendijs gelegen grienden is het anders gesteld, aangezien het vervoermiddel daar meestal nabij de plaats van winning kan komen.

Aan rijshout en riet, dat in de handel wordt gebracht, zijn bepaalde eisen gesteld; deze zijn opgenomen in NEN 747 („Rijsmaterialen en riet voor waterbouwkundige werken”).

In 1964 was in ons land een oppervlakte van 4600 ha griend ter beschikking en wel 3700 ha hakgrienden en 900 ha snijgriend.

Van genoemde hoeveelheid bevond zich 2350 ha binnen- en 2250 ha buitendijs. Als gemiddelde kan als produktie worden aangehouden voor vierjarige grienden ongeveer 2000 bos per ha (buitendijs), driejarige grienden ongeveer 1800—2000 bos per ha (buitendijs) en driejarige grienden ongeveer 1800 bos per ha (binnendijs).

Een goed gegroeide driejarige griend geeft veelal evenveel hout als een slecht gegroeide vierjarige.

De binnengrienden leveren soms een geringere hoeveelheid dan 1800 bos, zulks afhankelijk van de vraag naar latten. In meerdere van deze grienden staan vaak veel mooie bleeslatten met gevolg, dat minder hout per bunder ontstaat. Worden de bleeslatten echter „in” het Gelders griendhout gehakt dan ontstaan daardoor moolere bossen.

Het gehakte hout is niet altijd onmiddellijk af te voeren en te verwerken, waarom het merendeels in opslag dient te worden gebracht.

Hierbij zij opgemerkt, dat de grote vraag naar rijshout als gevolg van de uitvoering van grote waterbouwkundige werken (Deltaplan, havenhoofden te IJmuiden en Hoek van Holland, de Zuiderzeewerken, de afsluiting van de Lauwerszee en de normale onderhoudswerken) ertoe heeft geleid, dat de rij-, bos- en griendcultuur in stand dienden te worden gehouden. Waar echter deze werkzaamheden bijzonder arbeidsintensief met gevolg kostbaar waren, kwam het rijk met een subsidieregeling betreffende het onderhoud tegemoet.

Subsidie wordt verleend op de volgende onderhouds- onderdelen:

1. hoe is de bezetting van de grond;
2. is er voldoende stek bijgepoot en op de juiste plaatsen;
3. zijn de greppels op de diepte gegraven;
4. is de hoofdwatering goed, en
5. is er voldoende gewied en op de juiste tijden.

Het te laat wieden van een griend kan tot gevolg hebben, dat het lot is aangetast door haagwinden e.d., zodat het geheel is krom getrokken en niet meer recht kan groeien.

De subsidie bedraagt van nihil tot f 1.000,- per ha.

Bedoelde politiek bracht met zich mee, dat — mede wegens gebrek aan ruimte in of nabij de grienden en laadplaatsen — veelal hout in opslag werd gebracht bij de in uitvoering zijnde werken. Uiteraard is voor een efficiënte uitvoering van zinkwerken een dergelijke opslag ook van grote betekenis. De houtopslag duurt meestal slechts één seizoen.

Overigens brengen leveranciers, die — om welke redenen ook — het rijshout niet direct verkopen, dit materiaal vaak ter plaatse in opslag van meer tijdelijk karakter. Bij het ter plaatse in opslag brengen moet men echter — althans in de Biesbos — rekening houden met het stormseizoen. Hoge vloed kunnen dan de voet van het opgeslagen hout tijdelijk onder water zetten en het ontstaan van schimmel in de hand werken.

| Omschrijving | Eenheid | Prijs per eenheid in gld. | | | Vracht in gld. per | | |
|--|----------|---------------------------|------|---------------|--------------------|---------------|---|
| | | 1953 | 1962 | 1964/ 1968 | schip | | auto |
| | | | | | 1953 | 1964/ 1968 | 1967/1968 |
| 1. Hollandse rijs | bos | 0,24 | | 0,65 | 0,033 | 0,057 | } 0,16 (1-50 km) 0,24 (51-100 km) 0,30 (101-150 km) |
| 2. Gewone Hollandse rijstoppen | „ | 0,44 | 0,80 | 1,60 | | | |
| 3. Lange Hollandse rijstoppen | „ | 0,46 | | 1,70 | | | |
| 4. Fijn Gelders griendhout (wiepen) | „ | | | 2,00 | | | |
| 5. Gelderse rijs uit de grienden (vulling) | „ | | 1,25 | 1,90 | | | |
| 6. Gelderse rijs, niet afkomstig uit de grienden | „ | 0,55 | | 1,20 | | | |
| 7. Bleeslatten | 25 st. | 0,84 | 1,40 | 2,50 | | | |
| 8. Palen, ongescherpt | 10 st. | | | 0,80 | | | |
| 9. Proppalen, ongescherpt en ongestript | st. | | 0,25 | 0,30 | | | |
| 10. Slieten, ongestript | st. | | | 0,70 | | | |
| 11. Wiepband | 250 st. | | | 2,00 | | | |
| 12. Wiepband Belgisch rood e.d. | 1000 st. | 8,50 | | 10,00 | | | |
| 13. Gorsriet (met percentage matriet, ± 4%) | bos | | | 2,90 | | | |



Fig. 137. Per as aangevoerd wiepenhout, wordt gelost nabij de wiepenmachine.

Het in opslag nemen van hout dient in het algemeen voor eind juli te geschieden. De kwaliteit van het hout moet vanzelfsprekend goed zijn en voorts moet het droog in de daarvoor op te bouwen schelf worden gebracht. De schelven, fig. 136, dienen zo dicht mogelijk bij de plaats van afvoer per water of per as te worden gemaakt en, bij het opslaan op het werk, zoveel mogelijk nabij de te maken stukken.

Het hout kan tegenwoordig per transportband in de schelf worden gebracht, dit vindt plaats per bos.

Een grotere aanpak vindt op een werk plaats met een, bij het maken van de stukken te werk gestelde torenkraan, waarbij de bossen in een aantal van b.v. 33 stuks gebundeld in een strop van „nylonkoord” worden verplaatst. De koorden worden veelal door de koper (aannemer) aan de leverancier ter beschikking gesteld, zodat deze het materiaal ook reeds als bundel — met strop — in, dan wel op het vervoermiddel kan laden.

Het in losse bossen opslaan, zoals voorgesteld in fig. 136, kan zodanig plaatsvinden, dat het hout zelfs acht à tien jaren goed kan worden bewaard.

Het op het werk door een kraan opslaan per bundel is van zeer tijdelijke aard. Hout, bestemd voor o.a. wiepen, wordt nabij de plaats van verwerking in een z.g. struik opgesteld, zoals in fig. 137 afgebeeld.

De kap van een schelf wordt samengesteld uit rijsbossen, waarop riet, fig. 136. Van schelven, waarvan het hout jaren goed dient te blijven, wordt de driehoekvormige kap steller opgezet, het gangboord smaller gemaakt en uitsluitend met riet waterdicht afgedekt. Gelijk bij een rietdakbedekking op een veeboerderij kan ook hier een rietkop waterdicht zijn en toch uitwasemen.

Het aanbrengen van een waterdichte afdekking met b.v. plasticfolio, is af te raden aangezien daarbij geen uitwaseming kan plaats vinden en als gevolg van de dan voorkomende gecondenceerde waterdamp het materiaal zou gaan schimmelen.

In Willemstad bedroeg bij de Volkerakwerken het verlies na een tweejarige opslag in een schelf volgens fig. 136 ca. 3%. Tijdens de opslag vond voorts — wegens uitdrogen benevens bij het betreden van het hout tijdens de afvoer en het verwerken, waarbij vooral dunne twijgjes braken — een verlies plaats van 7%, zodat bij een normale verwerking van 2,7 bos per m² dan op 3 bos/m² is te rekenen. Eén en ander is mede afhankelijk van het seizoen, waarin het werd opgeslagen.

Bij de Deltawerken wordt bij gebruik van Gelders griendhout momenteel — bij zinkstukken van drie lagen plus een laag riet — op gemiddeld 4,0 bos/m², inclusief de wiepen, gerekend. Hierbij zij opgemerkt, dat het mechanisch spinnen meer wiephout vraagt dan het uit de hand spinnen op een wiepenstelling, het hout wordt beduidend meer samengeperst. Per machine wordt bij gebruik van boshout uit een Gelderse rijsbos 5 à 6 m wiep gemaakt en op een wiepenstelling 7 à 8 m.

Als een euvel is tenslotte ten aanzien van griendhout nog op te merken, dat een gebrek aan deskundig personeel zich meer en meer doet gelden en wel in het bijzonder aangaande het hakken. De kosten van het materiaal stegen in de laatste 15 jaren beduidend.

Uitsluitend ter globale oriëntering diene het volgende overzicht op de vorige pagina. De eenheidskooprijzer betreffen franco boord of auto. (De vervoersrijzen zijn exclusief de z.g. groentoeslag, wachttijden, enz.).

Het genoemde materiaal moest, voor de hak 1967/1968, voldoen aan de eisen, gesteld in NEN 747.

In het algemeen worden ten aanzien van het vervoer de prijzen berekend ten opzichte van een Hollandse rijsbos, met gevolg dat voor:

een bos palen 2 x
 een bos band 2 x
 een bos bleeslatten 4 x
 een bos Geldershout 5 x en
 een bos droogriet 7x die van de Hollandse rijsbos wordt berekend.

Het tarief per schip wordt wel „zwevend- of margetarief” genoemd. Dit wil zeggen, dat de vastgestelde vervoersrijzen per bos kan verschillen van 80%-135%, zulks afhankelijk van het aanbod van schepen. Zo kan b.v. in de bieten-campagne 135% betaald moeten worden, daarentegen in de z.g. slappe tijden 80%. De „gebruikers” houden uiteraard zo mogelijk hiermede rekening.

Het vervoer van groene bladrijzen kan in de maanden januari en februari 20% en in maart 10% meer bedragen. Dit geldt ook voor vervoer per auto.

3. Diverse andere materialen

Zowel ter verdediging van het natte en droge beloop van de zeeeringen, als tot het beschermen van aangevallen onderzee oevers, wordt op ruime schaal gebruik gemaakt van natuurlijke en kunstmatig gevormde steen en van andere materialen. In het algemeen worden boven water „gesteenten” van een regelmatig vorm verwerkt, terwijl die, welke door vorm en afmetingen minder geschikt zijn om daarmee een behoorlijk aaneensluitende bekleding te kunnen maken, onder water als zink- en stortsteen worden gebezigd. De daarbij meest voorkomende steensoorten zijn o.a. basalt, kalkgesteente, porfiergesteente, petit-graniet, grauwache, graniet, norit, terwijl voorts loodslakken, fosforslakken, koperslakken en betonblokken (-elementen) van bijzondere vormen worden gebruikt. Verder wordt nog gebruik gemaakt van enige andere materialen, zoals kunststof.

a. Basalt

Basalt komt in Europa — behalve in Ierland, Schotland, Frankrijk, Bohemen, Hongarije en Italië — in ruime mate voor in Duitsland.

Basalt is een eruptief gesteente; het is in verschillende vormen uit de aardkorst geperst. Van deze vormen komt de — in fig. 138 weergegeven — z.g. „pad-

destoelvorm" het meest voor. Langs — en op niet te grote afstanden van — de Rijn treft men ze als rotsachtige puisten aan. Bij de eruptie spreidde het basaltmagma zich als een „klinknagelkop" boven de aarde uit. De vloeibare massa stelde vervolgens zeer langzaam, waarbij de kern als het ware — gelijk bij opgespoten slibmassa's — krakuleerde. Het wonderlijke daarbij was, dat de krakulatie zeldzaam mooie vijf- en zeshoekvormige zuilen deed ontstaan en wel tot hoogten van zelfs 100 m. In de kern van deze kraters — met diameters van 500 tot 3000 m — hebben de zuilen een te loodstand, fig. 139, en waaieren, verder naar buiten, onder een helling uit, fig. 140 en 141.

De in de figuren getoonde zuilen leveren de zuilen en de zetsteen voor de glooiingen. Niet alle basaltgroeven leveren echter dergelijk materiaal. Zo geeft o.a. de groeve Marienberg (op p.m. 100 km afstand van Linz) zeer ruwe „zuilen" met gevolg dat dit materiaal geenszins geschikt is voor zetwerk. Ze zijn van veel grotere doorsnede of afmetingen en geven alsof het materiaal voor stortsteen met stukgrootten van 10-60 kg, 60-120 kg, 100-300 kg, 300-1000 kg en 1000-3000 kg.

De uiterste gedeelten van o.a. de „klinknagelkop" van de wel goede „zuilgroeven" leveren vaak ook dergelijke stortsteen. Het s.g. van dit stortmateriaal is zeer gunstig, het bedraagt $\pm 3,0$.

De vrijwel onmiddellijk langs de rechteroever van de Rijn gelegen groeven zijn bijna allen uitgeput. (De — zelfs 80 m diepe — gaten zijn met water gevuld). Thans wordt veel basalt ontleend aan groeven, gelegen ca. 90 à 100 km afstand van deze rivier; het atransport is daardoor nogal kostbaar. Linz is een zeer belangrijke laadplaats voor vervoer per schip. Ook aan de linkeroever wordt basalt ontleend en wel o.a. bij Hoffeld. Dit gesteente wordt voor een groot deel eveneens te Linz geladen in vaartuigen.

Op de zuilenlaag bevinden zich verweerde massa's met een dikte van ettelijke meters, fig. 140. Deze grondmassa's kunnen ijzer- dan wel kalkhoudend zijn met gevolg, dat het daaruit zakkende water de zuilen een overeenkomstige kleur kan geven. Uiteraard doet zulks aan de kwaliteit niets af.

Behalve het voorkomende „zonnebrand" heeft basalt geen gebreken. Een groeve waar zonnebrand van betekenis voorkomt mag niet voor export in exploitatie worden genomen.

De ontginning van de groeven vindt om redenen van veiligheid plaats in lagen (etages) van circa 12-15 m hoogte. Het winbedrijf was aanvankelijk handwerk, met behulp van een koevoet werden de lange zuilen zover uiteen gebogen, dat de zuilen — van een min of meer plaatselijke structuur — afknapt en omver vielen. Het afkorten van de zuilen op de geringste

lengten van b.v. 0,25 m, 0,30 m, 0,35 m, 0,40, 0,50 m en andere maten, vindt plaats door zeer ervaren vaklui, die men „kipper" noemt en die met speciale hamers werken. Eén tik is meestal voldoende om de zuilen loodrecht en op maat af te korten.

De winning van basalt voor zink- en stortsteen en ook wel van keien geschiedt door kleine springladingen. Hieruit ontstond de methode van het z.g. „Kammersprengverfahren" waardoor grotere hoeveelheden materiaal met één lading vrijkomen.

Voor zuilenwinning mag niet of zo min mogelijk met springladingen worden gewerkt, zulks om mogelijke haarscheurvormingen te ontgaan. Als springmethode is meer modern het z.g. „Gross-Lochverfahren". Hierbij worden de dynamietpatronen met zeer korte tussenposen tot ontploffing gebracht en daardoor aanzienlijk minder geconcentreerd als bij de eerder genoemde methode.

De productie van zuilen is thans meer dan voldoende evenals die van zink- en stortmateriaal. In iedere groeve of combinatie van groeven bevindt zich tegenwoordig een breekinstallatie, die het materiaal tot de gewenste grootte voor de wegenbouw, en de laatste jaren tevens als toeslagstof voor betonblokken met een hoog soortelijk gewicht — van b.v. 2,65 — geschikt maakt. De stukgrootte daarvoor is 3,5-10 mm, 10-30 mm, 30-70 mm en 70-150 mm.

b. Kalkgesteente

Het kalkgesteente wordt evenals de porfier ontleend aan de bodem van België. Deze is bijna uitsluitend uit bezinkingsformaties samengesteld. De reeks van deze formaties is betrekkelijk volledig ondanks de beperkte uitgestrektheid van het grondgebied.

Het gesteente van de Maasvallei is een harde in lagen gevormde kalksteen met drukvastheden variërende van 1200-1800 kg/cm².

Als regel werkt men bij de winning van de steen uit de groeve niet lager dan het niveau van de Maas. De zich boven de rotsmassa bevindende kleilaag wordt eerst afgepeld. In het verleden werkte men vanwege de exploitatiemogelijkheden in banken, variërende van 12 tot 20 m. Deze „banken" zijn onderverdeeld in verschillende lagen van uiteenlopende dikten van 0,50 tot 3,00 m.

Met pneumatische boren werd verticaal in het rotsgesteente geboord, doch door het vastlopen van de boor en drijfstaaf in het steenmeel, was men aan een beperkte boordiepte gebonden. Sedert een tiental jaren is evenwel een methode ontwikkeld, waardoor men mogelijkheden heeft om tot diepten van 45 m te boren.

Fig. 138. Schematische doorsnede over een z.g. „Paddestoelvormige" uitbarsting, waarin het basaltmagma o.m. wordt aangetroffen.

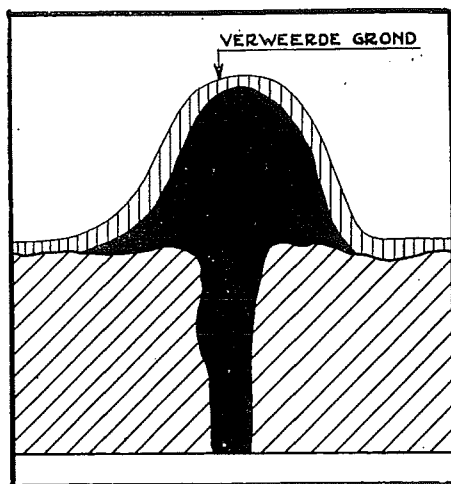


Fig. 139. De loodrechte formatie, waarin de zuilen in het midden van de krater voorkomen.

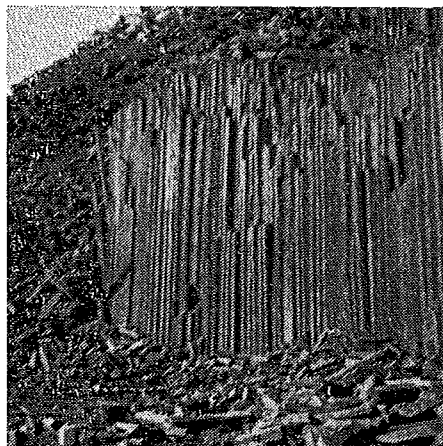
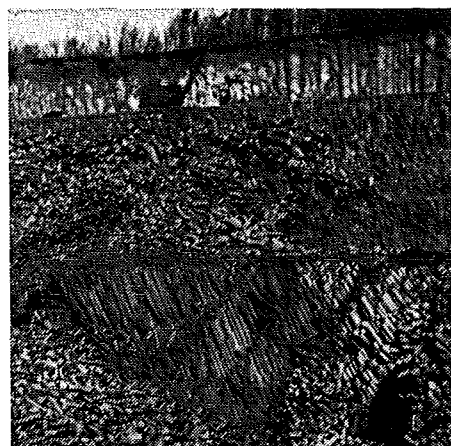


Fig. 140. Een deel van de groeven. De etages, waarin de zuilen worden ontgonnen zijn duidelijk waarneembaar, evenals de „verweerde" bovenlaag. (De aanwezige draglijn geeft een beeld v.d. afmetingen.)



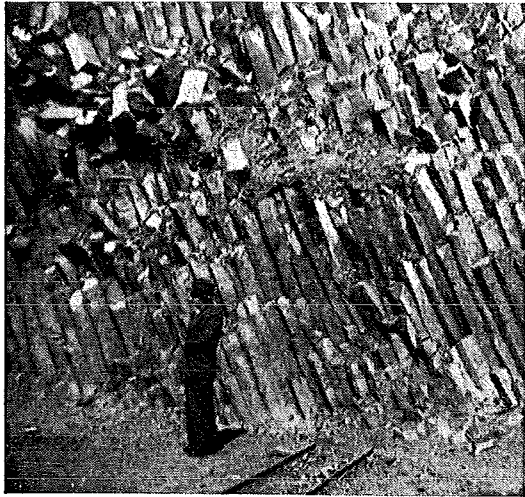


Fig. 141. Detail van de groeve, voorgesteld in fig. 140.



Fig. 142. Stortsteen met een z.g. stukgrootte van 10-80 kg (oftewel $\pm 4-30 \text{ dm}^3$). Zoals uit deze foto wel blijkt, komen er grotere stenen in voor. De kleine stukken worden er uitgezocht om per hand te worden doorgegeven. Het stuk moet in het midden wel het meest worden belast en zouden derhalve daar de grootste stenen dienen te komen. Het „handtransport” daarvan doet het in de praktijk echter veelal anders zijn en komen de kleinen in het midden terecht. Opgemerkt dient te worden, dat de hier als z.g. „10-80” geleverde steen wel „stijf” aan haar stukgewicht is. De grotere worden ten laatste in of nabij gangborden verwerkt. (Hierover later.)

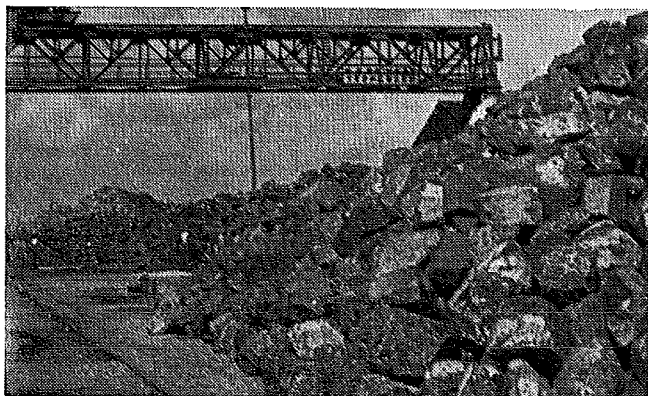


Fig. 143. Stortsteen met een stukgrootte van 80-200 kg. De spoorbreedte van 1,435 m geeft wel een vergelijkingsmaat.

is, toegepast.

De mogelijkheden worden dan ook, waar het nodig vóórdat de bouw van de havenhoofden te IJmuiden resp. nabij Hoek van Holland aan de orde kwam, was er maar zeer weinig vraag voor waterbouwkundige werken naar steen, zwaarder dan 200 kg. De grotere blokken rots, die uit de gesprongen formatie kwamen, moesten dan ook nog eens een of meerdere malen extra worden geboord, geladen en gesprongen. De steen moest vervolgens verder op de gevraagde gewichten met de hand worden gekloofd. Vanwege de gelaagdheid van het sedimentaire van de Maasvallei en de afwisseling in dikte van de banken is het percentage zeer zware stortsteen enigszins beperkt.

Vroeger vond het sorteren van de steen uitsluitend met de hand plaats. Men kende toen nog de klassieke fundering van zetpaklaag tot 0,25 m en voorts de stortsteen 10/80 kg en 80/200 kg, figuren 142 en 143.

Voor de lichte stortsteen werkt men soms nog op dezelfde wijze hoewel het merendeel der groeven dit — voor lichte steen via zeven — machinaal doen.

Wanneer — na het boren en springen van een rotswand — zware steen moet worden geladen, wordt deze met een poliepgrijper uit de gesprongen massa gesorteerd. Het kan voorkomen, dat zware steen — afkomstig uit dikke lagen — boorgaten vertoont. De afstanden van de boorgaten variëren — naar gelang de hardheid van de steen, de mogelijkheden in de groeven wat betreft de laagdikte en de produktiemiddelen — om 10.000 à 35.000 ton ineens tot een steenmassa te verwerken, fig. 144.

(De kalksteen van de Maasvallei wordt — behalve voor waterbouwkundige doeleinden gebruikt voor wegenbouw materiaal en behakte steen voor bouwwerken — ook voor de hoogovens, kalk- en suiker- en soda-industrie.)

De kalksteen heeft een s.g. van 2,6.

De bouw van de havenhoofden van IJmuiden, zie fig. 38, vorderde in hoofdzaak steen van 300/1000 en 1000/6000 kg. Hieraan kon slechts in onvoldoende mate worden voldaan, waarom ten behoeve van deze bouw overgegaan werd op porfiergesteente uit Midden-België. Het vervoer van de kalksteen van de Maasvallei naar IJmuiden vond plaats per schip.

c. Porfiergesteente

De porfiergroeven in België moeten gerekend worden tot de meest belangrijke en zijn gelegen in Quenast, Lessines en Bierghes. De carrière de „Quenast” is de grootste groeve in Europa, fig. 144.

Porfier heeft aan een grote druk bloot gestaan met gevolg, dat de drukvastheid loopt van 2500-2800 kg/cm². Het eruptieve gesteente is een rotsmassief wat niet gelaagd is, zodat hier meer mogelijkheden liggen om grote rotsblokken als stortsteen te leveren, welke in grote hoeveelheden in slechts weinig andere steengroeven in België beschikbaar zijn.

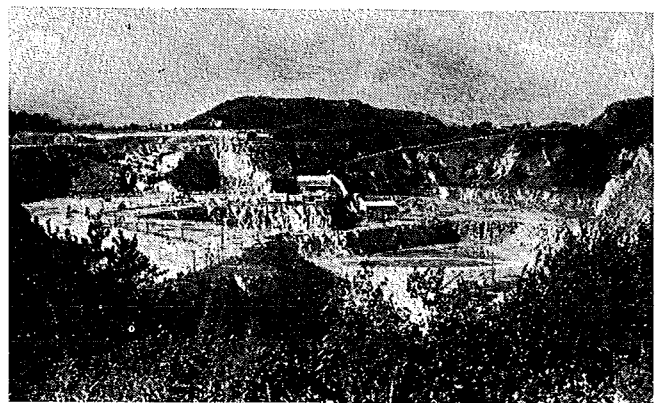


Fig. 144. Gedeelte van de plm. 110 m diepe groeve te Quenast.

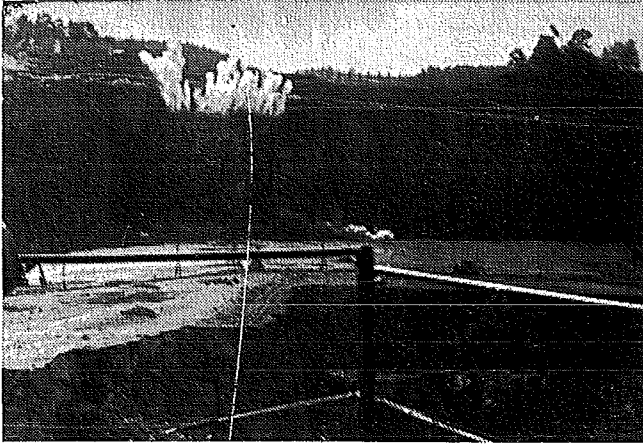


Fig. 145. Het springen van een hoeveelheid van plm. 30.000 ton rots bij een wandhoogte van 45 m.

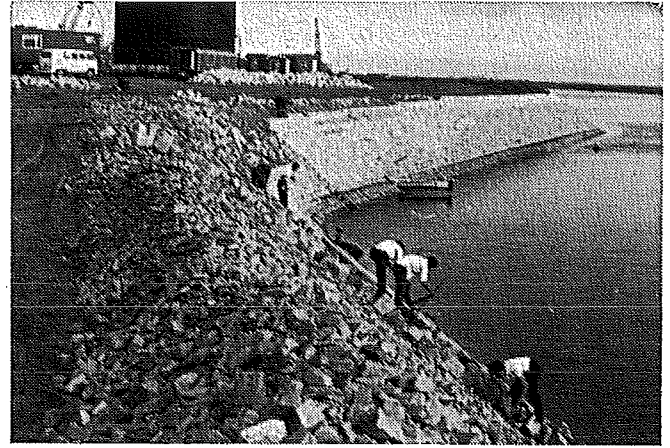


Fig. 146. Draineerlaag van grauwacke onder een te zetten glooting. (Foto H. Blokland).

Vóórdát de bouw van de havenhoofden te IJmuiden aanving was er geen vraag naar stortsteen 1000/6000 kg per stuk geweest en had de groeve aldus nimmer dergelijke stortsteen geproduceerd.

In de porfiergroeven worden op gezette tijden rotsmassa's van 25.000 tot 35.000 ton gesprongen, fig. 145; het is mogelijk zelfs 100.000 ton bij één keer springen te verkrijgen. Deze gesprongen steen ligt dan tegen de rotswand, die achter de springgaten is blijven staan. De steen bestaat uit een gamma van gewichten, die lopen van 0 tot 6.000 kg. Het percentage beneden de 300 kg varieert sterk en is voornamelijk afhankelijk van de aard van het gesteente en van de wijze van springen.

Het sorteren van de steen is moeilijk; zo moet voor het verkrijgen van steen 300/1000 kg ongeveer het tienvoud worden verwerkt.

Van b.v. 100 ton gesprongen materiaal hebben slechts 6 à 8 blokken een totaal gewicht van \pm 20 ton. Deze blokken worden verder verkleind met explosieven en gekloofd met wiggen wat ongeveer 60% steen 300/1000 kg oplevert. Voor het verkrijgen van 1000 ton steen 300/1000 kg is ongeveer 7.500 ton te springen. Het percentage steen 1000/6000 kg is nog geringer.

Momenteel worden uit dit bekken in deze maten grote hoeveelheden voor het Europoortgebied geleverd. De steen wordt met de laadschop geladen en per Oclud truck naar boven gereden en gestort bij het spoorwagengemplacement, vanwaar de steen per kraan op de wagons wordt geladen en afgevoerd. Het gewicht wordt per wagon op een weegbrug bepaald.

De steen, die te klein is voor waterbouwkundige werken, wordt afgevoerd naar een brekerinstallatie om in diverse maten als porfier voor de wegenbouw en betonfabrieken te worden geleverd. In feite is echter de volgorde andersom. Men springt om porfier te verkrijgen, terwijl de grote stukken er uit gehaald worden om als stortsteen te worden geleverd.

d. Petit Graniet

De groeven zijn gelegen in de bekkens van Soignies en Ecaussinnes. Ook deze steen wordt in de diepte gewonnen. Het vindt evenwel niet langs exploitieve weg plaats, doch middels staalkoorden uit de lagen gezaagd. De zwaarste blokken, welke tot 8 m³ groot zijn, worden in de steenzagerij bij de groeve gezaagd op dikten van 3-5-10 cm of dikten ten behoeve van de steenindustrie.

Er zijn echter plaatsen in de groeve waar men banken aantreft, waarvan de dikte van de blokken zich niet leent om te zagen. Deze steen wordt dan tot petit-graniet verwerkt. Voor het kloven van deze platen gebruikt men ook pneumatische boren, zodat men zetsteen aantreft met boorgaten. De zetsteen wordt verder — waar nodig — met de hand behakt, vandaar de kubische vorm.

Tevens is uit deze bekkens steen in de maten 300/1000 kg en 1000/6000 kg voor de aanleg van de havenhoofden van IJmuiden geleverd en wordt momenteel steen in dezelfde maten voor de werken in het Europoortgebied aangevoerd.

e. Grauwacke

Grauwacke, een gekleurd splijtbaar quarziet-kiezelgesteente, komt voor op diverse plaatsen in Duitsland en België; geschikt voor scheepsverlading echter alleen in Trechtshausen bij Bingen (Duitsland). In de daar aanwezige, modern geoutilleerde groeven wordt het materiaal uitgesorteerd in de afmetingen van 0—3 cm, 3—6 cm, 6—9 cm en 9—25 cm en in de sorteringen 10—60 kg, 10—80 kg en 80—200 kg. De kleur is zeer gevarieerd van licht tot donker bruin, terwijl ze ook als rood- en groenachtig aanwezig is.

Behalve in de wegenbouw wordt de grauwacke in Duitsland sinds decennia verwerkt in de waterbouw, o.a. als bestortingsmateriaal. De laatste decennia wordt in Nederland grauwacke toegepast als stortsteen 10—80 kg langs de rivieren in Zeeland en Rotterdam en ook als z.g. fijn bestortingsmateriaal 6—25 cm.

Het s.g. = 2,60—2,65, de drukvastheid van 1650—1700 kg/cm², de vorstbestendigheid, de min of meer „gelaagde” en hoekige stukvorm waardoor een vrij vaste onderlinge ligging ontstaat maken het materiaal geschikt voor het belopen en gelijkmatig afwerken op zelfs steile taluds, fig. 146.

Het wordt aldus meer en meer gebruikt ter vervanging van puin en grind als onder- en drainerende laag. Het lastige — door deskundig personeel — opstoppen met veelal te kloven puinstukken vervalt daarmee merendeels, en eveneens de uiterst moeilijk te belopen en op dikte te houden laag grindbiggels; zulks zeker indien deze biggels op een rietmat of dergelijke rusten.

Ook het drainagevermogen — langs door golfbewegingen aangevallen oevers — is zeker gunstig te noemen.

Het materiaal maakt het derhalve goed mogelijk zetsteen van gelijke lengte te doen plaatsen door minder vakkundig personeel. De kostprijs maakt geen bezwaar voor bedoelde vervanging.

f. Graniet en Noriet

Noorwegen bezit Norietgesteente met een s.g. van ruim 3,0 ofwel overeenkomstig die van basalt, de kleur komt nagenoeg eveneens daarmee overeen. Evenals basalt is het een stollingsgesteente. Het wordt nabij de Fjorden ontleend aan de rotsen, deze zijn van een dichte massieve formatie.

De groeven liggen in het zuid-westen tussen Stavanger en Christiansand. Het transport betekent voor dit gesteente een zeer voornamelijk factor. De kosten daar-

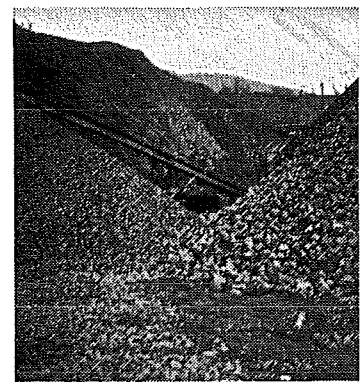
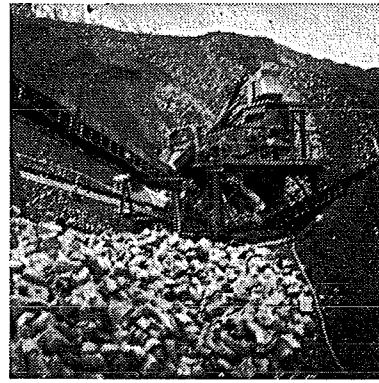


Fig. 147. Mijnsteendepot in Duitsland. Op het bovengedeelte van de foto is de fijne korrel laag, waar te nemen.

Fig. 148. Mijnsteendepot in Duitsland. De steen is sterk ge-laagd.

Fig. 149. Slakkenberg bij Ober-Lahnstein.

Fig. 150. Het sorteren van loodslakken bij Ober-Lahnstein.

van zijn over zee met de normale scheepvaart te hoog, waarom ten behoeve van zeer grote leveranties — zoals voor de bouw van de havenhoofden bij Hoek van Holland, waar de steen in stukgrootte van 300—1000 kg en van 1000—6000 kg worden geleverd — eigen schepen werden aangeschaft en ingezet.

Een gedeelte van de, voor genoemde bouw benodigde hoeveelheden, steen van 300—1000 kg en van 1000—6000 kg is in België gekocht. Deze steen, eveneens een stollingsgesteente — profier — is, zoals reeds eerder vermeld uit groeven ten zuiden van Brussel.

Aangezien deze groeven niet aan goed vaarwater liggen moet het transport per trein geschieden. De optimale produktiehoeveelheid van deze groeven is evenwel te klein voor Hoek van Holland, zodat voorbedoelde Noorse steen werd ingeschakeld. De concurrerende prijzen van de, over zee aangevoerde, steen zijn wellicht alleen mogelijk voor aan zee en in diep water gelegen bestemmingen.

Zweden bezit omvangrijke hoeveelheden graniet met een soortelijk gewicht van $\pm 2,7$. Voor het transport per zeeschip geldt hetzelfde als voor de steen uit Noorwegen.

Zweden, Polen en Portugal behoren tot de leveranciers van graniet-bloksteen, waarvan die uit Polen zelfs zeer mooi is te noemen.

De toepassing van deze bloksteen is ook hier sterk afhankelijk van de kostprijs.

g. Mijnesteen

De mijnesteen komt vrij bij de produktie van kolen uit de mijnen. De steen kan uit Duitsland worden betrokken in twee soorten, en wel in de ongesorteerde grootte van 0—groter, en van 20—80 mm. Deze laatste sortering is meer stroombestendig, ze kan gelijk grind een stroomsnelheid weerstaan van plm. 2,00 m/sec en is daardoor beter geschikt voor het vormen van kaden.

De fijne korrel uit de eerstgenoemde sortering spoelt vrij spoedig weg, terwijl daarentegen het fijne materiaal het samenkoeken sterk bevordert.

De Duitse mijnesteen van 0—groter wordt in de figuren 147 en 148 weergegeven.

Mijnesteen is een afvalprodukt, dat men moet aanvaarden zoals het geleverd wordt. In Duitsland wordt een veel grotere hoeveelheid geproduceerd dan in Nederland met gevolg, dat men in Duitsland meer keus heeft tussen grof en fijn.

h. Loodslakken

Loodslakken zijn afkomstig uit loodsmelterijen. Deze „afval” was in grote „hopen” in depot beschikbaar, totdat men na de tweede wereldoorlog begon met het lonend in de handel brengen van deze slak. Vanwege het uitzonderlijk hoog soortelijk gewicht — 3,65 tot 3,85

— werd dit materiaal in Duitsland veel gebruikt bij verdediging van de Rijn oevers.

Helaas worden ook grote hoeveelheden verwerkt in wegfunderingen waar het hoge soortelijk gewicht niet nodig is, ja zelfs nadelig.

Omstreeks de jaren 1955—1957 was nog een zeer grote hoeveelheid (meer dan één miljoen ton) van dit materiaal aanwezig bij Ober-Lahnstein.

Als verdedigingsmateriaal aan zee werd het eigenlijk te laat ontdekt. Ten behoeve van het onderhoud van de havenhoofden te IJmuiden konden alzo pas omstreeks 1956 betonblokken in de golfbrekers worden verwerkt met een s.g. = 2,85, dat daardoor onder water 50% hoger lag dan dat van normaal beton! (Loodslakken onder water s.g. = 1,85 tegen s.g. beton = 1,30).

De slakken werden bij Ober Lahnstein gezeefd in onderscheidene sorteringen, figuren 149 en 150).

Edoch de voorraad slakken raakte te vroeg uitgeput; ze zijn daar nog slechts in beperkte mate te bekomen.

Een loodsmelterij te Antwerpen brengt eveneens loodslakken voort, doch in kleine hoeveelheden, terwijl het soortelijk gewicht enigszins geringer is, nl. + 3,6.

In de laatste jaren van de bezetting waren nog tinslakken te Arnhem te verkrijgen. Zoals onder A-16-b vermeld leverden deze slakken met een s.g. = 3,6 een zeer gunstig resultaat op. De tinsmelterij is echter niet meer in bedrijf.

i. Fosfor-slakken

Aan het Sloe, bij het Chemisch bedrijf van Hoechst-Vislingen N.V., waar fosfor wordt geproduceerd, komt per jaar circa 250.000 ton slak vrij, welke hoeveelheid eind 1969, bij het gereedkomen van een tweede oven, verdubbeld zou worden. Deze slak, die een natuursteenachtig uiterlijk heeft, is een calciumsilicaat, dat bij de fosforwinning uit hoogwaardig ruw fosforerts (calciumfosfaat) onder toevoeging van o.a. grind ontstaat. Het erts, dat van overzee komt, wordt in Rotterdam (Botlek) aangevoerd en via een ertsoverslagbedrijf met binnenschepen naar het Sloe gebracht.

Het sg. van de slak bedraagt 2,80. Behalve voor het „natuursteenslag” in de wegenbouw is de slak in de waterbouw zeer goed te gebruiken als zink- en bestoringsmateriaal, fig. 151.

Omtrent de zeewaterbestendigheid werd door het T.N.O een aantal proeven genomen; het resultaat was zeer gunstig. De slak wordt „tout venant”, en gesorteerd in verschillende graderingen geleverd. Het aantal toepassingen is, mede gezien het vrij hoge sg, daardoor zeer ruim. Hierbij kan o.m. ook gedacht worden aan bestortingen op taluds e.d. zoals omschreven onder A-16-f, voorts als b.v. drainerend fundatiemateriaal onder steenbezettingen. De hoekige vorm van de slak geeft

een beduidend vastere ligging dan de ronde, dan wel afgeronde grindbiggels. Als dichtingsmateriaal op zandbodems, met b.v. een wadzandstructuur (140 mu), is een laagdikte van 0,25 m voldoende om een vaste ligging van deze kleine zandkorrel te verzekeren. Desbetreffend werden in het Waterloopkundig laboratorium proeven genomen. In een stroomgoot begon daarbij, met een verhang van 0,0175 ofwel $\pm 1:60$, de slak pas op een hoogte van 0,50 m boven de bodem en met een snelheid van 2,60 m/sec-beweeglijk te worden. Het uitspoelen van de fijne zandkorrel kwam bij de genoemde laagdikte niet meer voor. Het „dichten” van de zink- en stortsteenlaag op de rijshouten zinkstukken, welke aan sterke stromingen of turbulenties blootstaan, kan eveneens met dit materiaal — succesvol — plaats vinden.

De onderwerpelijke massale binnenlandse bron (in 1970 500.000 ton) zou weleens van grote betekenis kunnen worden.

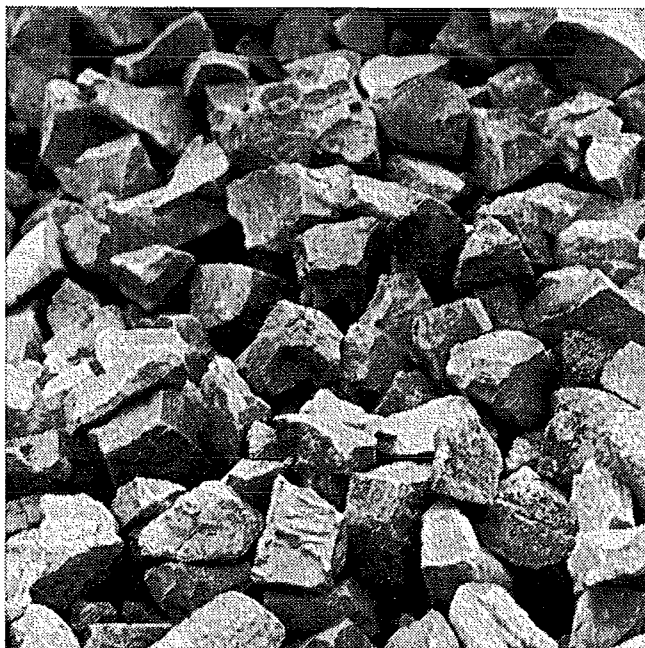
j. Koperslakkeien

Behalve voor glooiingwerken worden de laatste tijd, o.a. bij de Lauwerszeewerken, in de ontvang- en stortbedden bezettingen uitgevoerd in koperslakkeien (zuilen), zie 15-c. De daar toegepaste zuilen hebben een kopmaat van 0,20 m x 0,25 m en lengten van 0,25 m, 0,35 m en 0,45 m. Bekender en meer algemeen gebruikt zijn de blokken met een kopmaat van 0,20 m x 0,33 m en een hoogte (dikte) van 0,20 m of 0,25 m.

Het materiaal van deze koperslakkeien (zuilen) komt van de koperhoogovens in Centraal-Europa. Alleen daar blijkt men de zeer typische koperertsen te verwerken, die — behalve de constante samenstelling — de bijzondere eigenschappen bezitten, waardoor ze in principe geschikt blijken te zijn voor de fabricage van gegoten kunststeen.

De kern van de steen heeft thans — door bijvoeging van enige andere materialen — een grof kristallijne structuur. De koperslak verlaat de hoogovens bij een temperatuur van 1400° en wordt, middels speciale kipwagens, naar uitgestrekte gietbedden gebracht om daar in honderden van dergelijke gietbedden opgestelde — duizenden — mallen te worden gegoten. De wan-

Fig. 151. Fosforslakken, waarvan de structuur goed is waar te nemen.



den van de mallen zijn zo geconstrueerd, dat de gehele vorm uitneem- en verwisselbaar is. Het 12 mm dikke staal gaat vervorming tijdens het gieten tegen. Voor de vereiste taaie structuur van de steen is een sterk geleide afkoeling nodig. Daardoor zijn de mallen op een zwaar cokesbed geplaatst en onder een isolerende deklaag bedolven. Na 4 à 5 etmalen wordt deze laag uitgebrouwen, de steenproductie gesorteerd en voor transport opgetast. De chemische samenstelling komt ongeveer overeen met die van natuurbasalt en is dan ook eveneens corrosiebestendig. Met de in mallen van zuivere afmetingen gegoten elementen is mitsdien werk te maken van zeer goede kwaliteit. Bij een goed afgewerkte fundatie, van daarvoor geschikt materiaal, is voor het zetwerk geen geschoold personeel nodig.

k. Geprefabriceerde glooiingmaterialen van beton

Sinds jaren worden reeds zuilen of blokken van beton als zetmateriaal voor glooiingen gebruikt, en voorts elementen van andere vorm en afmetingen ten behoeve van het breken van snel- en krachtig bewegende watermassa's.

1. De zeskante betonzuil

Naar ik meen is van bedoelde materialen de zeskan- te betonzuil, fig. 152, het eerst toegepast. Met deze zuil kan goed glooiingwerk worden gemaakt, de zuilen sluiten onderling goed tegen elkaar en behoeven — zo het bed vooraf goed vlak is afgewerkt — beslist geen ervaren personeel. Meerdere malen werden de zuilen zonder meer rechtstreeks op een kleiachtige ondergrond geplaatst. Hierbij was evenwel geen afvoergele- genheid aanwezig voor het door de naden gaande water, dat als gevolg van golfslag, halingen, e.d., toch altijd binnen dringt. Uitspoelingen van de ondergrond en de daarmee gepaard gaande verzakkingen konden dan ook veelal niet uitblijven. Bij een drainerende tus- senlaag vormt dit type zuil een goede verdediging langs kanalen en dergelijke, althans daar waar de golf- aanvallen en halingen niet tot het zwaardere type behoren. De zuil is eenvoudig van vorm, niet zwaar en daardoor gemakkelijk te zetten.

Fig. 152. Zeskant-betonzuilen met verschillende aanzet- stukken.

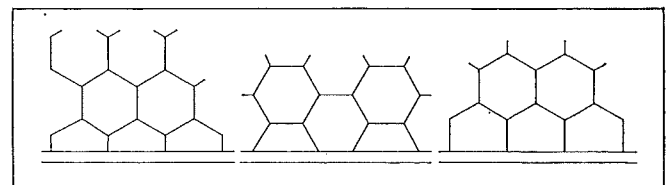
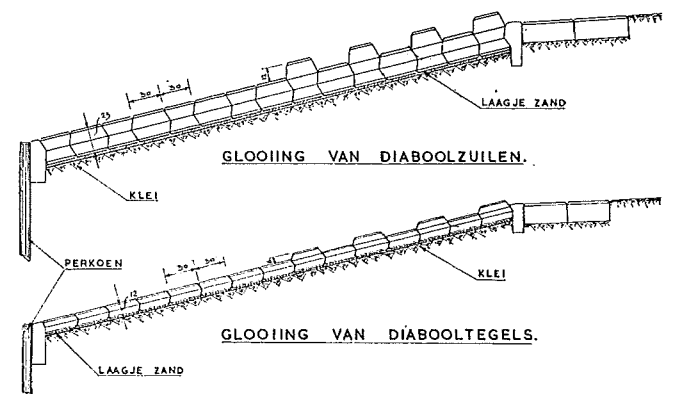


Fig. 153. Een glooiing van diabool-zuilen en van tegels.



Aan zee, aan benedenrivieren, in havens, enz., waar de verdediging niet alleen aan zware golfaanvallen bloot staat, doch de golfoploop van beduidende en ook zelfs van zeer grote of in enkele gevallen van uitzonderlijke grote kracht kan zijn, worden elementen toegepast van een „oplooppremmende vorm”. Meerdere systemen daarvan worden toegepast. Enige van deze zullen hier worden genoemd, terwijl bij de constructie-beschrijving daarop nader zal worden ingegaan, althans voorzover nodig.

2. Het diaboolblok

Dit bloksysteem, waarvoor wijlen collega I. Streefkerk indertijd octrooi werd verleend, bestaat uit een drie-à viertal bij elkaar behorende „delen”, fig. 153 en 154, waarmede een glooiing van zuilen, respectievelijk tegels is te vormen. De elementen kunnen op een laagje zand — respectievelijk klei — worden gezet; een waterdicht geheel vormen ze echter niet, waarom een meer drainerende onderlaag deze — door de stevige opsluiting een vast liggend geheel vormende — verdediging wel ten goede zou komen.

Door hun vorm zijn ze gemakkelijk te plaatsen en kan dit gebeuren door onge oefend personeel. Zoals uit fig. 154 blijkt boden deze blokken zelfs in 1953 afdoende weerstand; de glooiing was echter niet voldoende hoog opgetrokken.

3. Het Kant-blok

Collega J. A. Kant ontwierp in 1945 een glooiingsstelsel volgens de fig. 155 en 156. De op de blokken aangebrachte nokken staan afwisselend loodrecht en evenwijdig aan de oever, zodat ze de uit alle richtingen komende golfaanvallen zullen afremmen. De plaat van elk blok is voorzien van een z.g. „breeuwnaad” welke het mogelijk maakt het element goed met behulp van tangen te verplaatsen, doch vooral om de naden te kunnen dichten met een bitumen teneinde de doorvoer van water tegen te gaan. Dit bloksysteem behoeft dan ook niet bepaald een drainerende onderlaag; het is zonder meer op een vlakke grondslag te plaatsen, hetgeen door onge oefend personeel kan geschieden.

4. De Beverkop

De Beverkop (het geotrooieerde systeem „Van Beveren”) is voorzien van sterke driehoekvormige nokken met een naar beneden gerichte punt, fig. 157 en 158. De golfaanvallen worden hierbij als het ware wigvormig afgeremd. Ook bij dit type is een drainerende ondergrond wel aanbevelingswaardig. De blokken werden o.m. toegepast op de zwaar aangevallen noordpunt van Texel en in de Dijkkring IJselmonde. De leverancier brengt ook andere speciale blokken in de handel; deze kunnen n.l. een zodanige vorm worden gegeven, dat ze voor elke tonronde — zoals o.a. voor kribben — zijn toe passen, fig. 159.

5. Het P.I.T.-blok

Het systeem P.I.T.-blok bestaat uit blokken, welke zonder en met een verhoging (nok) worden geleverd. De plaat van de blokken heeft een dikte van 0,15 m. De blokken zij naar believen afwisselend met en zonder verhoging te plaatsen, fig. 160 en 161. Aanvankelijk grepen de blokken met uitsteeksels in elkaar en waren aldus moeilijk uit een te wrikken. Als gevolg van de huidige automatische fabricage werden de uitsteeksels vervangen door een visbekconstructie, waarmede een gelijke onderlinge vertanding werd bereikt. Het gewicht van een blok met verhoging bedraagt 78 kg.

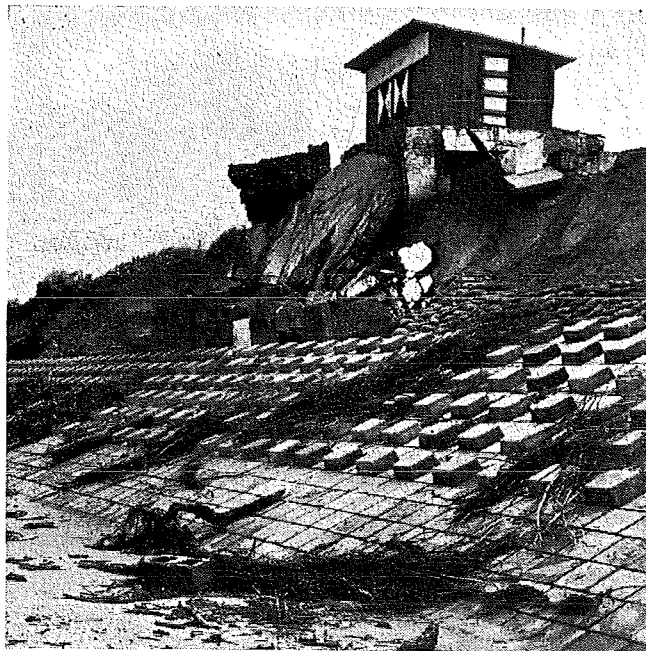


Fig. 154. Een tijdens de waternoodsramp van 1953 aangevallen diaboolglooiing. Ze overleefde de extreem zware golfaanvallen onbeschadigd, doch bleek onvoldoende hoog te zijn opgetrokken.



Fig. 155. Het Kant-blok wordt per tang verplaatst, deze grijpt aan in de z.g. „breeuwnaad”.

Fig. 156. Een Kant-blok glooiing.

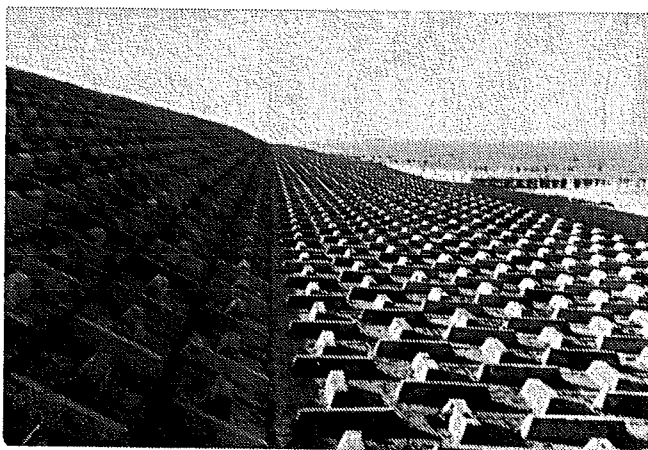




Fig. 157. Het stellen van Bever-blokken.



Fig. 158. Een Bever-blokglooiing.



Fig. 159. Een krib afgedekt met betonblokken.

De blokken werden op meerdere plaatsen toegepast, zoals o.a. bij de Volkerakwerken, bij polder Walcheren te West-Kapelle, bij het Schelde-Rijnkanaal en in het Botlekgebied.

6. Het Haringman-blok

Dit bloksysteem berust niet — zoals bij de voorge-noemden — op een nokvorm tegen de golfoploop, doch op een in het bovenvlak aanwezige put —. Dit type behoeft eveneens een waterafvoerende fundatie, of-schoon dient te worden opgemerkt, dat zulks nimmer als overbodig is te beschouwen.

7. Elementen van andere omvang

Voorgenoemde golfremmende elementen zijn niet al-tijd afdoende, zulks vanwege een niet beschikbare hoogte, dan wel op grond van mogelijk extreme golfkrachten. Aan het boven-einde van glooiingen als voor-bedoeld worden daarom ook wel keerwandelementen geplaatst volgens fig. 162, die de laatste golftoppen „omleiden”. De losse delen kunnen onderling door een in te storten balk worden gekoppeld. Om bijzon-der extreme golfaanvallen echter te doen breken past men in het buitenland, zoals o.a. op Helgoland en op Sylt, evenals in Japan, op brede buitenbermen „dammen of ruggen” toe van tetrapoden. De zware golven slaan in deze „versperringen” dood. De tetrapode-dam (of rug) kan ook op de berm en glooiing worden ge-legd, fig. 163. Ze dienen echter op een beschermende onderlaag te rusten, op dat geen uitspoeling kan ont-staan.

In plaats van deze nogal kostbare elementen zijn dergelijke „dammen of ruggen” eveneens succesvol op te bouwen van z.g. Stolk-blokken, fig. 164. Deze minder kostbare blokken zijn, zoals uit de figuur zal blijken tus-sen elk paar evenwijdige vlakken sterk geperforeerd en brengen daardoor zowel ten aanzien van de golfaanval als bij halingen enorme remmingen te weeg. Dergelijke versperringen, van netjes in een rij neergelegde, dan wel kriskras in elkaar „geworpen” elementen, zullen derhalve de allergrootste- en krachtigste watermassa's een halt toeroepen.

8. Onderwaterversperringen

Tenslotte zijn als prefeb-elementen nog te noemen de „tetraeders” (pyramiden) met vier gelijke gelijk-zijdige driehoekvormige vlakken), zie ook bij de Spui-sluizen van het Haringvliet in A-15-a, fig. 88. Zij dienen tot het vergroten van de ruwheid van het stortebed.

3-1. Perkoenpalen

Bij de overgang van de verdediging onder water op die van de daarboven liggende wordt veelal — voor opsluiting dan wel tot steun — gebruik gemaakt van een „rij van perkoenpalen”. Deze palen worden veelal achter de aanwezige laagwaterberm bij L.W., en — b.v. langs kanalen — bij een zo laag mogelijke water-stand aangebracht. De palen bestaan uit rondhout van Europees naaldhout, hebben — behoudens nadere af-wijkende bepalingen of voorschriften — nà te zijn voorzien van een punt en een loodrecht afgezaagde — en een enigszins gekruinde kop, een lengte van 1,60 m, en — op 0,10 m vanaf het worteleinde — een omtrek van ten minste 0,30 m. De palen mogen vorst — noch kringscheuren bezitten, terwijl slechts 25% van het to-tale aantal een kleine kromming mag hebben. Desbe-treffende voorschriften zijn vastgelegd in N.E.N. 3180 (Hout voor bouwkundige en waterbouwkundige doel-einden, K.V.H. 1958).

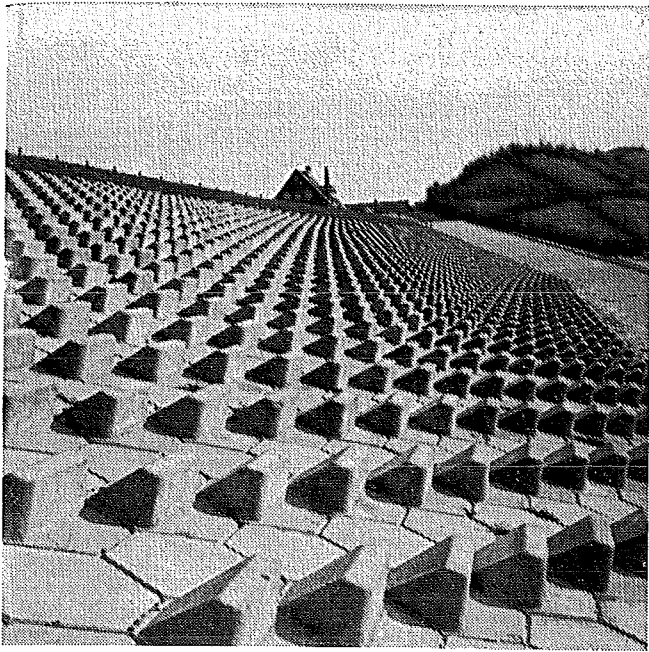


Fig. 160. Glooiing van P.I.T.-blokken met een regelmatige bezetting.

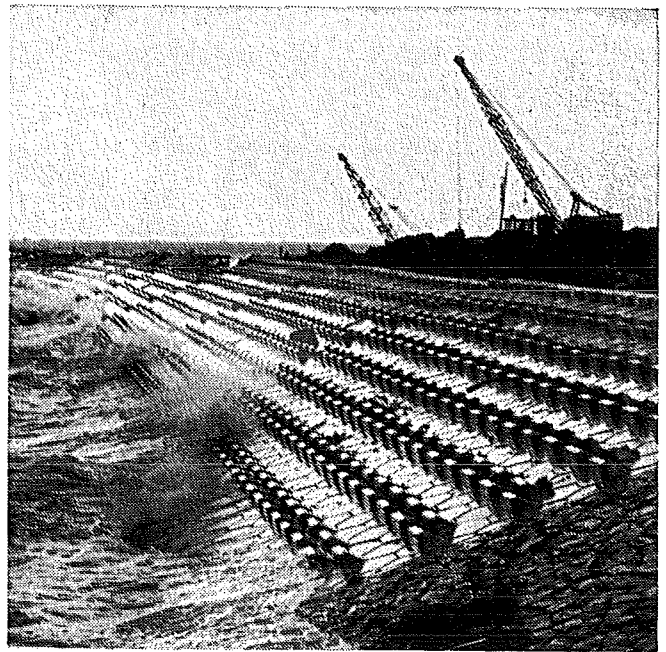


Fig. 161. Glooiing van P.I.T.-blokken met een rijbezetting. Het oplopen van de golven wordt reeds bij de eerste rij „belemmerd”.

De niet voortdurend onder water blijvende palen dienen tegen verwerking, evenals in het zeewatergebied tegen de paalworm, te worden beschermd, hetgeen door middel van creosoteren plaats vindt. De te creosoteren palen moeten ten minste winddroog zijn, zie N.E.N. 3255 (Verduurzaming van hout: Creosoteren). Het vochtgehalte moet bij voorkeur niet meer dan 25% bedragen. De palen moeten van schors en bast zijn ontdaan. Te nat hout moet vóór de bereiding op een natuurlijke of kunstmatige wijze worden gedroogd, terwijl het punten en kruinen ook vóór de bereiding moet plaats vinden.

De palen dienen vervolgens een hoeveelheid creosootolie op te nemen van 270 kg per m³ hout bij een oliedruk in de bereidingsketel van ten minste 8 kg/cm² gedurende maximaal 3 uren persen op voorgenoemde druk of korter, indien de voorgeschreven hoeveelheid reeds is bereikt. De opgenomen hoeveelheid wordt bepaald nadat de olie na het persen gedurende ten hoogste 20 min. uit de ketel is afgetapt en de druk in de ketel tot ten minste 60 cm vacuüm is verlaagd. Het bepalen van de aldus opgenomen oliehoeveelheid vindt plaats door het verschil te berekenen van de aangevoerde lading vóór respectievelijk na de bereiding. Aangaande de volledige voorschriften zij verwezen naar het N.E.N. 3155.

(Ten aanzien van de waarde van goed gecreosoteerde perkoenpalen wordt opgemerkt, dat dergelijke palen — bereid volgens de toen geldende bepalingen van „4 uren persen bij een overdruk van 8 atm.,” waarbij volgens metingen ruim 300 kg per m³ werd opgenomen — thans, na 40 jaar dienst te hebben gedaan als afrasteringpalen in drassige gronden, ofwel onder zeer ongunstige omstandigheden, nog in een zeer goede staat van kwaliteit verkeren!)

m. Azobé-hout

In plaats van perkoenpaalrijen past men ook azobé toe, en wel in de vorm van een damwand, dan wel als palen waar achter matten van azobé-tengels. Voorts wordt azobé gebruikt in de vorm van matten, bestaande uit tengels samen gebonden door nylonband,

zwaar en 2 x 15 mm, of koord met een diameter van 3 mm. Azobé heeft een zeer lange levensduur.

n. Kunststofweefsels

De oorspronkelijke teenbanden, waarmede wiepen werden gemaakt, worden merendeels vervangen door draden dan wel strengen van kunststof, fig. 165 en 166.

Fig. 162. Dépra-keerwand.

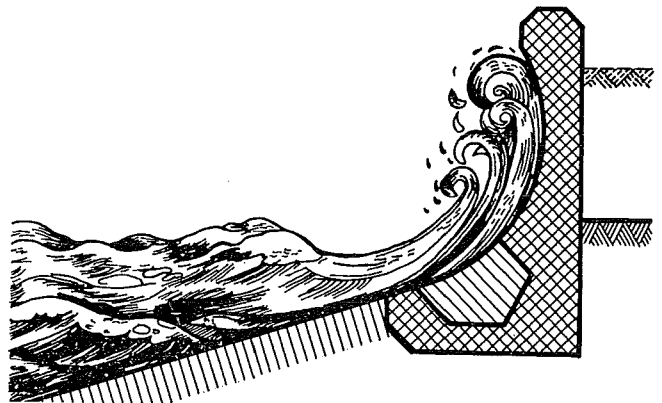
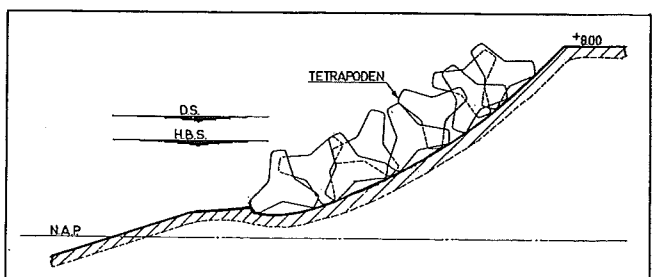


Fig. 163. Doorsnede over „dam of rug” van tetrapoden.



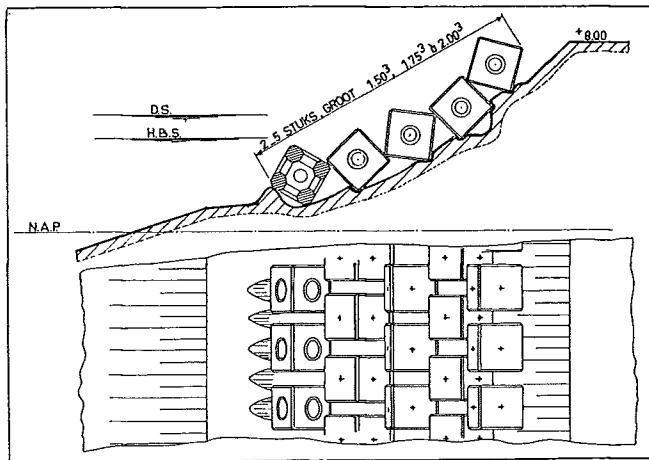


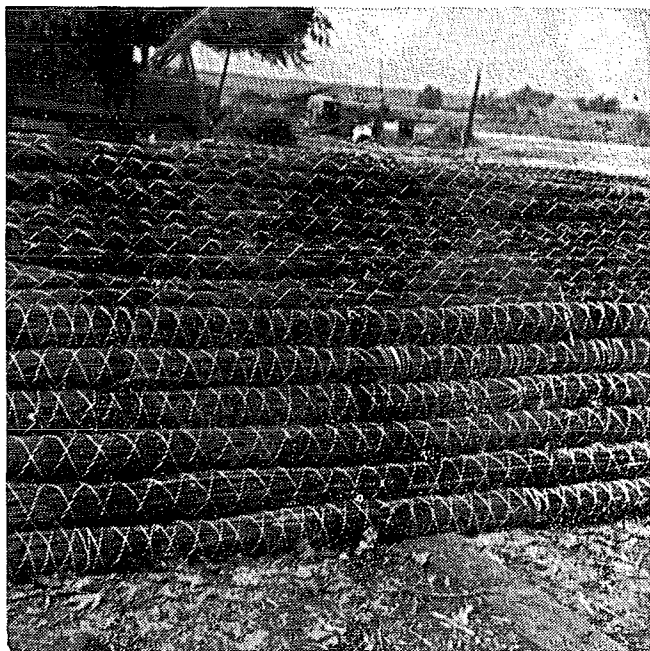
Fig. 164. Doorsnede en bovenaanzicht van in een rij opgestelde „Stolk-blokken”.

Zo zijn als soorten te noemen de in fig. 167 opgenomen strengen met de bijbehorende vastheden. Hierbij komt het polypropreen wel bijzonder gunstig qua sterkte en duurbelasting naar voren. De strengen worden machinaal aangebracht, waarover later meer.

Polypropreen, van Shell-Carlona, is een sterk materiaal waarvan tot nu toe zeer veel gebruik is gemaakt bij de fabricage van touw en kabels, de bekende oranje trossen. Het sg. van deze kunststoffen bedraagt 0,90 à 0,95; het drijvend vermogen van deze trossen kan in meerdere gevallen een prettige en gewaardeerde eigenschap zijn. De elasticiteitsmodulus van de kunststof wordt hoger bij een hogere temperatuur, deze temperatuurgevoeligheid is afhankelijk van de gerichtheid van de moleculen.

De wiepen werden op treksterkte onderzocht nadat deze een etmaal onder water waren bewaard. Teneinde een concentrische trekkracht uit te oefenen werden de beide einden van elke wiep over een lengte van circa 2 m in een zg. kabelkous geklemd. Door middel van

Fig. 165. Zware wiepen dubbel „gebonden” met kunststofstrengen.



een kabel, die met een strop om de kabelkous werd bevestigd en met het andere eind vastgemaakt aan het trekoog van deze kabelkous, werd met behulp van een éénschijfsblok de trekkracht op de wiep uitgeoefend. De resultaten van de trekproeven varieerden voor de enkel gekonden wiepen van 775 kgf tot 1125 kgf en van de dubbel gebonden wiepen van 1500 kgf tot 1950 kgf. In de verlenging bij breuk trad bij de enkel respectievelijk dubbel gebonden wiepen betrekkelijk weinig verschil op. Uit de bezwijkbeelden bleek, dat het hout goed op aftrek was gelegd. De stijve verbinding, de opbouw en het bindkoord resulteerden in een relatief hoge trekkracht en een lage breukrek.

Bij de grote werken, waar aan de zanddichtheid van de bodembescherming bijzonder hoge eisen worden gesteld, eisen waaraan de klassieke zinkstukken, ondanks uitvullingen, e.d., blijkens daartoe opgezette proeven niet altijd volledig kunnen voldoen, wordt nu bij de Delta- en Lauwerszeewerken daartoe het rijs-hout op een filter opgebouwd. Na velerlei proefnemingen wordt daar als filter thans een — zwaar samengesteld — kunstweefsel van polypropendraden gebruikt, dat er uitziet als een kokosmat, fig. 168. Door toepassing van een dergelijk kunststofweefsel ontstond een zanddicht geheel van een beduidende mechanische sterkte. Na de toepassing van deze weefsels gedurende een jaar is gebleken, dat in het bijzonder veel minder vakmensen nodig zijn en voorts vlugger en economischer kan worden gewerkt. Zeker voor werken van grote omvang kan dit bij de prijscalculatie tot uitdrukking komen. De Afdeling Ontwikkeling Nieuwe Werkmethoden, onder leiding van collega N. Smit, had hierin een groot aandeel. De weefsels werden geleverd door de „Zakkencentrale” te Schiedam.

Bij de verdediging van de oevers van de IJssel, evenals bij de Lauwerszeewerken, wordt gebruik gemaakt van weefsels (Nicolon) van polyaetheengaren. Deze polyaethylenweefsels hebben een zanddichtheid van maximaal 60 mu en een sterkte van 0,55 kgf/mm². Bij aanwezigheid van grof zand wordt voor de kraagstukken van de rivieren (IJssel en Maas) de grootste maaswijdte van 340 mu gebruikt. Bij de nieuwe Vissershaven in Harlingen past men bij grof zand een maaswijdte van 110 mu toe, terwijl bij de Lauwers-

Fig. 166. Een bovenroosterwerk van normale en zwaardere wiepen, gebonden met kunststofstrengen.



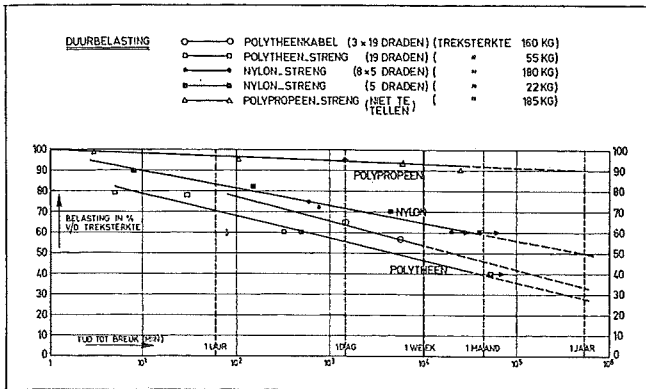


Fig. 167. Grafische voorstelling van strengvastheden van diverse kunststofsoorten.

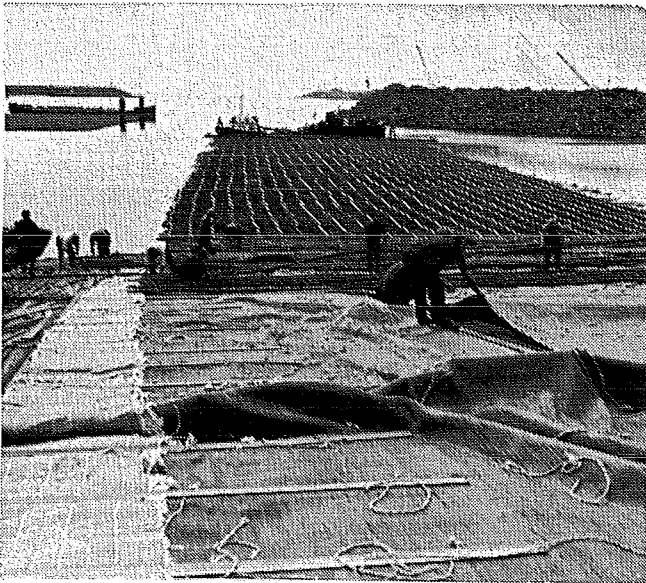


Fig. 168. Op de voorgrond een „zool” van een kunststofweefsel van polypropeendraden met daardoor gestoken touwen ter bevestiging van de wiepen. Links een „weefsel” ten behoeve van een „slabbe”, waaro- ver later meer. (Foto Shell-Carlona).



Fig. 169. Een weefsel van polyaethylenweefsel — waarop lussen ter bevestiging van de, met een kunststofstreng gebonden wiepen — voor een zinkstuk bij de Lauwerszeewerken. (Foto Nicolon).

zeewerken, waar fijner zand wordt aangetroffen, de dichtste uitvoering van 60 mm wordt genomen, fig. 169.

o. Kunststofweefsels met rietprodukten

Ten behoeve van kraagstukken en oeververdedigingen zijn zg. „Neprosamenstellingen”, bestaande uit polypropyleen waarop rietmatten, in de handel. Deze rietmatten zijn opgebouwd als een „gesloten-mat” waarin Oostenrijks riet is verwerkt. De mat wordt gebonden met gegalvaniseerd ijzerdraad.

Oostenrijks riet is bijzonder sterk en buigzaam, het gewicht per bos — van gelijke omtrek en lengte — is ruim 2 x zo hoog als dat van het Hollandse riet hetgeen een duidelijke indicatie geeft van de zeer hoge kwaliteit. Met behulp van Oostenrijks personeel wordt, nabij de winplaatsen van het riet, een groot percentage van het rietmattenmateriaal samengesteld; hiertoe behoren ook de zware matten, welke wel worden toegepast tussen de wiepen van een rijshouten zinkstuk.

Onder de rietmat wordt — met polypropyleen- en polytheleenband — langs mechanische weg het polypropyleen gebonden. Bedoelde band doet tevens dienst als lussen voor de bevestiging van de rijshouten wiepen, welke tesamen met de rietmat nodig zijn om het geheel (het stuk) voldoende stijfheid en drijfvermogen te geven. Een dergelijk kraagstuk bezit ruim de vereiste treksterkte, heeft een te verwaarlozen rekpercentage, is — als gevolg van ultravioletstabilisatoren en roettoevoeging-ultraviolet- en zuurstofbestendig (goed polypropyleendek is diep zwart van kleur) en bezit voorts een goede zanddicht- en een waterdoorlatendheid.

De rietmat op het stuk geeft een versteviging en bescherming tegen de steenstukken waarmee de stukken worden gezonken, dan wel nabestort. Het riet kan de klappen daarvan opvangen, terwijl daarmee tevens zakvormingen in het doek worden ontgaan.

De samengestelde matten worden in rollen fig. 170, breed 1,80 m tot 2,40 m, ter lengte van 5 à 11 m ofwel overeenkomende met de breedte van het op te bouwen kraagstuk, per as vervoerd, fig. 171. Ze worden o.m. verwerkt bij de Lauwerszeewerken, de Volkerakwerken en in het Europoortgebied, terwijl grote hoeveelheden naar het buitenland, zoals o.m. naar België, Frankrijk en Duitsland, worden geëxporteerd.

Blijkens door het T.N.O. verrichte proefnemingen is er nogal verschil tussen het Belgische- en Nederlandse polypropyleen. De oorspronkelijke sterkte van 4,31 kgf respectievelijk 3,95 kgf bleek na 500 dagen terug te lopen tot 0,83 kgf respectievelijk 3,68 kgf; de reststerkte bedroeg 19% respectievelijk 93%.

De kunststof-rietmat wordt ook toegepast onder de, hiervoor enige malen aangehaalde drainerende laag, o.a. de prefab-elementen.

Voor tijdelijke oeverbeschermingen wordt veelal een gesloten rietmat met aan de onderkant polyethyleenfolie — met een dikte van 0,15 mm en voorzien van gaten van 1 mm per 100 m² — gebruikt, terwijl daaronder nog een zg. „open” rietmat wordt aangebracht teneinde aldus een stevige „greep” op het grondtalud te verkrijgen. Bij dergelijke constructies kunnen de tuinpalen door de kunststof-rietmat worden geslagen om alzo een betuining te kunnen realiseren, fig. 172.

p. Bitumen

Bitumenprodukten vinden in de waterbouw op velerlei wijze toepassing, zoals o.m. bij het penetreren, als asfalthebeton en als steenasfalt. Bij het bespreken van de betreffende constructies zal daarop nader worden ingegaan.

C. ZINK — EN KRAAGSTUKKEN IN UITVOERING

1. De samenstelling van rijshouten zinkstukken

Zoals uit de onder „A” omschreven werken volgde, worden voor de bodem- en oeverbescherminingen zink- en kraagstukken toegepast. De stukken werden, tot voor enkele jaren en ook thans nog veelvuldig, geheel samengesteld uit rijshout, al of niet met riet. Een dergelijk „klassiek” stuk wordt samengesteld uit een onder- en een bovenroosterwerk van wiepen met een omtrek van 0,30 m, gemaakt van Hollandse- of fijn Gelderse rijns. De onderlinge afstand van de wiepen bedraagt 0,90 m (drie voeten), terwijl de vulling tussen de roosterwerken bestaat uit drie lagen Hollandse — dan wel deels uit fijne en/of gewone Gelderse rijns, óf uit twee van dergelijke lagen en één laag riet. Op zo'n stuk behoort een steenbestorting van b.v. 0,3 ton lichte plus 0,7 ton zwaardere steen per m²; ter plaatse van zeer zwaar aangevallen oevers wordt soms nog meer aangebracht. (Op de bovenrivieren worden de stukken dadelijk na het zinken middels onderlossers met zand ingewassen).

De wiepen worden gebonden met knijpbanden op onderlinge afstanden van 0,50 m en hiertussen, op afstanden van 0,125 m, met wiepbanden. Bij toepassing van drie lagen Hollandse rijns is de constructie zoals in fig. 173 voorgesteld, waarbij wordt opgemerkt, dat kruisbanden niet meer worden toegepast. In plaats daarvan wordt ieder kruispunt gesjord; zie A.V. 1938, par. 214 lid 3, en fig. 174.

De eerste laag (grondlaag) wordt gelegd tussen en evenwijdig aan de bovenwiepen van het onderroosterwerk en dient voor een min of meer rechtstreekse bedekking van de bodem. Ze wordt als uitschotlaag, fig. 175, bewerkt en bij Hollandse rijns van wiep tot wiep „uitgeschoten”, fig. 175, daarbij zorgdragende, dat de onderste banden van de bossen juist boven een wiep komen te liggen en alzo de bouteinden ver genoeg op de wiepen komen te dragen met gevolg, dat uitvallen van de bossen tijdens het vervoer van het stuk niet te vrezen zal zijn. In de buitenomtrek van het stuk worden de bossen zeer dicht in elkaar gewerkt (geschulpt), fig. 173. Het stuk verkrijgt daardoor een stevige buitenrand en wordt bij stoten of aanvaringen door rondvarende of aanliggende bakken minder spoedig ingedrukt. Het stuk heeft daardoor tevens aan de omtrek meer drijfvermogen, hetgeen het met gunstig gevolg zinken en het belopen van de rand, in het z.g. gangboord, ten goede komt.

In de grondlaag (van Hollandse rijns) worden, om de andere wiep drie à vier bossen uitgeschoten en in verband gelegd, zodat de ene bos de naad tussen de onderliggende bossen bedekt, doorsnede A — B, fig. 175.

De tweede en derde laag worden telkens rechthoekig over de onderste laag gelegd en als z.g. optrek- of aftreklagen, fig. 175, bewerkt, waarbij de bossen eveneens met hun kopband boven de wiepen komen te liggen. Hollandse bossen in de deklaag dienen geschulpt gelegd te worden. Aan, nabij de kruispunten van de wiepen geplaatste, staken, fig. 174, worden sjorringtouwen bevestigd; ze dienen tot het samenbundelen, fig. 173, van de beide roosterwerken en de daar tussen liggende lagen. De staken dienen derhalve om boven de aangebrachte rijslagen een kruispunt van onderliggende wiepen aan te geven en om de touwen z.g. naar boven te brengen. De — tegenwoordig — in de eerste laag gebrachte bossen Gelderse rijns worden, evenals de Gelderse ijsbossen in andere lagen, losgehakt, fig. 176.

Op de deklaag komt vervolgens het bovenroosterwerk, dat middels bedoelde sjorringtouwen aan het onderste wordt verbonden, fig. 177.

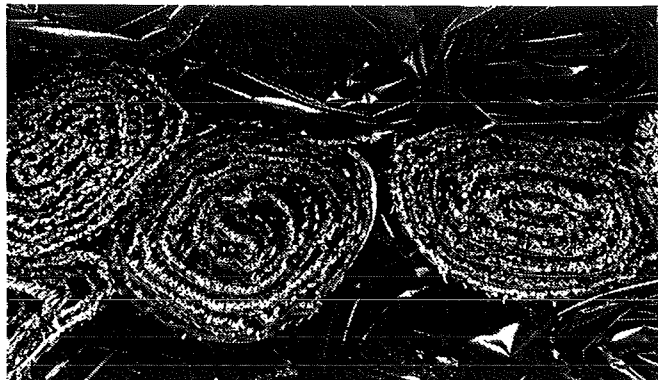
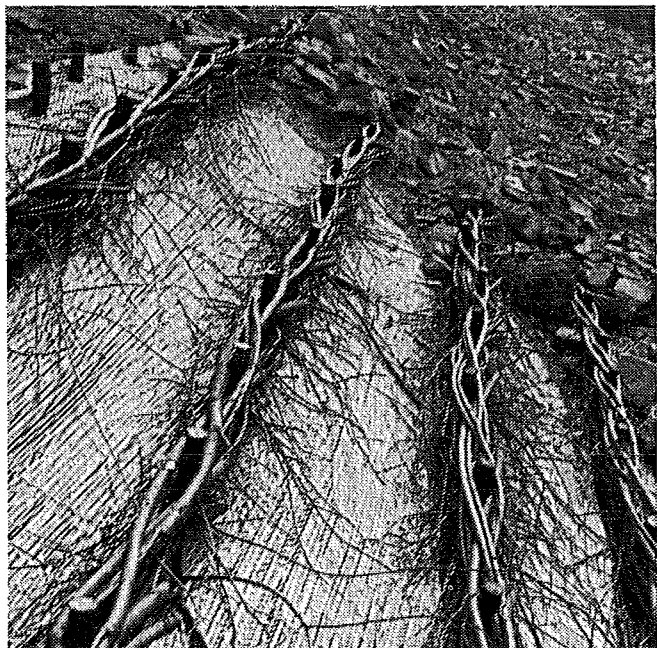


Fig. 170. Rollen „Nepro-matten”, met aan de ene zijde een 0,20 m brede slap folie ten behoeve van het overlappen (Foto Riet-Industrie Gouderak)



Fig. 171. Transport per as van 6000 m² mat.

Fig. 172. Draka-polyetheenfolie, tussen 2 rietmatten van Oostenrijks riet als tijdelijke verdediging.



Een zinkstuk van rijshout, hetzij van het fijnere Hollandse rijns dan wel van het grovere Gelderse, is niet z.g. zanddicht. De te beschermen bodemoppervlakte kan n.l. uit overwegend fijn zand bestaan, waarbij de korrelgrootte zelfs 100 mmu of kleiner kan zijn. De „valsnelheid” van een korrel van 100 mmu in water van gemiddelde temperatuur zal beneden 0,7 cm/sec. liggen en mitsdien nagenoeg „zweven”.

Bij, tussen de rijshoutdelen, plaats vindende waterbewegingen met even grotere snelheden zullen bedoelde korrels worden meegevoerd, hetzij in horizontale — dan wel verticale richting. Dergelijke waterbewegingen komen reeds vrij spoedig voor bij over het stuk — en de daarop liggende (min of meer) grove bestortingen — gaande stromingen. Ze doen zich veelal voor in wervelvorm en kunnen bij zeer krachtige stromingen een sterke „zuigkracht” uitoefenen; des te ongelijkmatiger of ruwer het bovenvlak, des te groter de voorbedeelde wervelingen! Bij herhaalde zuigkrachten zullen mitsdien beduidende korrelverplaatsingen plaats vinden, met gevolg ontgroningen onder het stuk. Een der eerste vereisten zal daarom zijn het zo dicht mogelijk maken van het stuk hetgeen betracht werd — en nog wel — door het aanbrengen van een rietlaag ter vervanging van de onderste — of tweede rijslaag. Het vervangen van de eerste rijslaag door riet heeft het grote bezwaar, dat het riet bij het belopen wordt stuk getrapt daar dit materiaal alleen om de 0,90 m op de onderste wiepen rust, fig. 178. De rietlaag is derhalve beter als tweede laag aan te brengen, fig. 176. In verband met het gevaar van aantasting door paalworm, brengt men bij zeewerk het riet ook veelal in de deklaag aan. Het gevaar van stuk trappen of stuk gooien bij het zinken is in de praktijk daar niet zo groot en wordt dan ook ondergeschikt geacht. (De samenstelling van de bestortingslaag heeft op het ontgroningsgevaar echter eveneens een zeer grote invloed;

hierover later). De laag los gespreid riet is te vervangen door geperste rietplaten ter dikte van plm. 0,02 m. Deze dienen evenwel in zinkstukken niet te dicht te zijn teneinde een gunstig zinken van het stuk niet onmogelijk te maken.

Op de rijns- (en) rietlagen wordt het bovenroosterwerk aangebracht en — zoals reeds aangehaald — middels de sjorringtouwen aan het onderste verbonden, fig. 173 en 177.

De wiepen werden vroeger met de hand voorzien van de nodige banden, fig. 173 en 179; de omtrek bedroeg veelal 0,30 m. (Deze maat is evenwel nogal mager waarom de omtrek beter op 0,40 m is te stellen). Het spinnen van wiepen vond plaats op een zg. wiepstelling en was zeer arbeidsintensief. (Hierbij wordt opgemerkt, dat bij werken aan zee, vooral voorheen, de nodige arbeidsuren wél beschikbaar waren aangezien veelvuldig, vanwege een „onwerkbaar zee”, dagen lang de personeelsbezetting geheel daarvoor ter beschikking stond).

Het bovenroosterwerk alleen werd niet voldoende geacht voor het vastleggen van de daarop aan te brengen zink- en stortsteen. Bij het zinken kunnen n.l. zeer steile hellingen in het stuk optreden, fig. 180, terwijl voorts, hetzij langs de taluds dan wel op de bodems, krachtige stromingen de steen over de wiepen zouden kunnen doen rollen. Tot het beter vastleggen van de steen worden zg. betuiningen aangebracht; ze bestaan uit staken of palen, waaraan tuinlatten. Hierover later meer. De afstand van de palen wordt afhankelijk gesteld van de buigzaam- en taaiheid van de latten, waarmede de tuinen worden gebreed. De Hollandse latten laten een staakafstand toe van 0,30 m, fig. 173, de zwaardere Gelderse latten daarentegen 0,40 of 0,50 m, fig. 181, 182 en 183. Ook op de wijze van breien van de latten had de dikte en de taaiheid invloed. Met de dunnere, taaie Hollandse latten werden

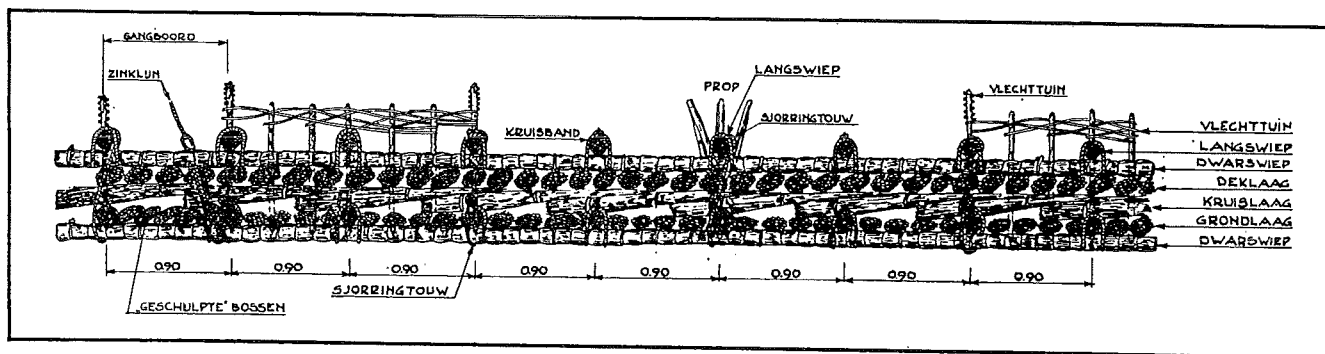


Fig. 173. Zinkstuk van Hollands rijshout, met tuinpalen h.o.h. 0,30 m, en met een prop. Doorsnede loodrecht op de richting van de stroom.



Fig. 174. Het bevestigen van opgehaalde sjorringtouwen en van een zinklijn aan tijdelijk geplaatste staken.

Fig. 175. Optrek- en aftreklaag en een uitschotlaag.

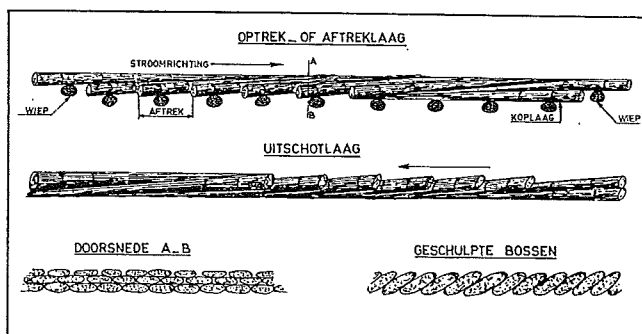




Fig. 176. Het losmaken dan wel spreiden van bossen Gelders hout. Hieronder de rietlaag.

vroeger vlechtingen gemaakt als voorgesteld in fig. 184. Aan de einden werd voorheen een aldus samengestelde vlechttuin keurig netjes afgesloten en tevens lat voor lat aangebracht; de tuinhoogte werd op 0,18 m gesteld.

Zoals vermeld wordt met de thans gebruikelijke zwaardere latten met 2 à 3 stuks tegelijk gevlochten, en wordt nu ook veelvuldig met een hoogte van 0,14 m volstaan. Uit fig. 173 blijkt hoe de tuinen elkaar kruisen; als totale hoogte van de betuining ontstond aldus plm. 0,36 m en daardoor steenvakken met een diepte van $2x \pm 0,08 \text{ m} + 2x \pm 0,18 \text{ m} = \pm 0,52 \text{ m}$ met gevolg, dat — bij een „Raumgewicht” van de steen van 1,60, **plus enig inknijpen** van de rijlagen — een hoeveelheid van $\pm 0,55 \text{ m} \times 0,80 \text{ m}^2 \times 1,60 \text{ t/m}^3 = \text{plm. } 0,70 \text{ ton}$ daarin zou kunnen worden opgesloten. De betrekkelijk dicht bij elkaar staande „wanden” daarvan doen evenwel veel ruimte verloren gaan, waarom niet meer dan op maximaal $\pm 0,55 \times 0,65 \times 0,65 \times 1,60 \text{ t} = \pm 0,37 \text{ ton}$ of wel per m^2 op $1,00/0,90 \times 0,90 \times \pm 0,37 \text{ ton} = \pm 0,45 \text{ ton}$ zal zijn te rekenen.

Behalve tot kering van de bestorting werd de tuinen een versterkende functie van het stuk toegedacht, het stuk werd er stijver door. Dit heeft echter zijn voor- en nadelen. Immers op sterk golvend water dient het stuk gelijk een slang mee te kronkelen óf er treden grote trek- dan wel drukspanningen in de buitenste lagen op, d.w.z. in de tuinen of in de onderste wiepen. Bij te grote trekspanningen in de tuinen zullen deze uit elkaar- en niet meer in elkaar schuiven; er zullen derhalve vervormingen op gaan treden. Bij de wiepen zal zich het zelfde gaan voordoen. Teneinde dit laatste te ontgaan of althans te verminderen werden o.a. ook daarvoor de wiepen met een spoed van plm. 1,50 m schroefvorming omwonden door uitgegloeid ijzerdraad; het uitrekken kon er evenwel niet mee worden voorkomen, immers bij het door de spoedwindingen samen knijpen van de wiepen ontstond zelfs heel spoedig ruimte. Een meer afdoende oplossing werd toegepast bij de bouw van de schutsluis te Hansweert, waar in het midden van de wiep een dunne staal- of een galvaniseerde draad in de onder- of bovenwiep, fig. 183, werd opgenomen; zie „Rapporten en Mededelingen, van de Rijkswaterstaat”, no. 8, door ir. J. A. Ringers. De rek werd daarmee tot nihil teruggebracht.

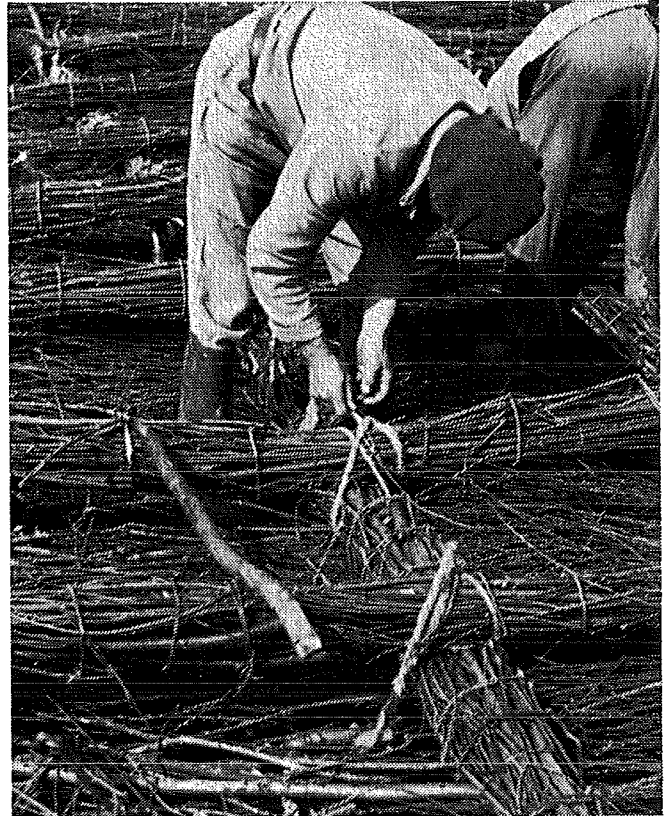


Fig. 177. Het „doorhalen” van de sjorringtouwen en het daarmee vastmaken van het bovenroosterwerk, zg. sjoorren.

De sterkte van de wiepen heeft voorts een functie bij het verslepen van de stukken van de „plaats van aanmaak” ofwel van de zg. „zate” tot boven de plaats van bestemming. Het zinkstuk wordt ten behoeve van dit verslepen voorzien van zg. sleeppropven, fig. 173, 185 en 186, elk bestaande uit zeven palen, waarvan zes — onder een helling van bv. 2 à 4 : 1 — om een te lood geplaatste paal worden ingeslagen. (Teneinde het samenknijpen door de er om te leggen lus te voorkomen pleegt men de „propholte” wel op te vullen met stukken stortsteen of klinkerkeien, fig. 185. De roosterwerken worden plaatselijk versterkt met slieten of met bossen Gelders rijs + enkele slieten. De slieten worden ook wel weggelaten. In par. 216 van de A.V. is e.e.a. voorgeschreven.

Fig. 178. Riet (Hollands) als eerste laag.





Fig. 179. Het binden van wiepen met wiepband.

Ter plaatse van een prop wordt een dwarstuint en een langstuint weggelaten, zulks in verband met het ontgaan van het vasthaken van de anker- en sleep-trossen, fig. 187. De stukken worden gemaakt zo dicht mogelijk bij het te maken object.

Aan zee houdt zulks in, het zoeken van een zate op een bij laagwater droog vallend gedeelte strand. Om het echter bij hoogwater vlot te kunnen brengen, dient de zate ongeveer de dikte van de vulling van het stuk, vermeerderd met de dikte van de onderste wiepen en een overdiepte van minstens 0,10 m onder de hoogwaterstanden te liggen, terwijl anderszijds het stuk bij laagwater zoveel mogelijk droog dient te vallen. Een en ander houdt in, dat de zate ten minste plm. 0,50 m beneden normaal H.W. moet liggen. Op plaatsen met een gering tijverschil brengt zulks min of meer grote moeilijkheden met zich mee. Bij de Dienst der Zuiderzeewerken werd dan ook reeds vóór de Tweede Wereldoorlog overgegaan tot een zg. kunstmatige zate ofwel een hellend plankier, fig. 188. (DE M.U.Z. — N.V. Mij Uitvoering van Zuiderzeewerken, waaraan het maken van de Afsluitdijk, etc. werd opgedragen — vroeg reeds in 1927 aan de directie ver-

Fig. 181. Wiepen „enkel gebonden” met kunststofstrengen en voorts op de kruisingen met 4-draads sisal.

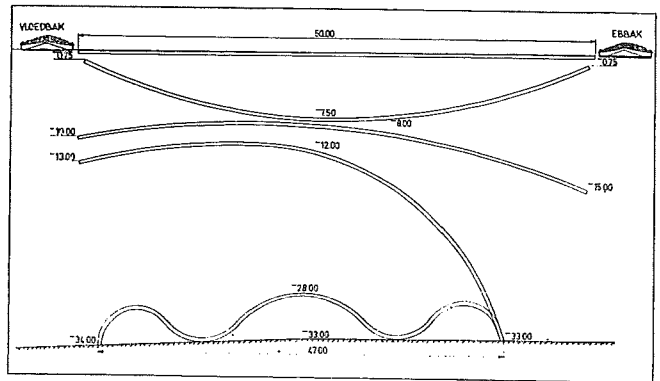


Fig. 180. Voorbeelden van waargenomen situaties, waarin een zinkstuk in diep water kan geraken. (Zie „Zinkwerken en steenbestortingen”, door W. Barentsen in Otter, juni 1957.)

gunning tot het maken van een schuin liggend plankier in de haven van Den Oever). Nadien werden ook elders dergelijke zaten toegepast, waarover later meer.

2. Het aanbrengen van zink- en kraagstukken

a. Verdediging Helderse zeevering

Na het gereed komen van een stuk wordt het — zodra mogelijk — op de plaats van bestemming tot zinken gebracht. Als voorbeeld wordt genomen de verdediging, omstreeks 1930—1934, van een deel van de Helderse zeevering met zink/kraagstukken volgens fig. 187. Nodig is daarvoor een kalme zee en een niet te sterke stroom. In het algemeen zal dan ook niet bij gierstroom worden gezonken, doch zullen zoveel mogelijk de dode tijen worden benut. Het bepalen van een al of niet voldoende kalme zee is veelal niet gemakkelijk, het moet meestal in de vroege ochtend of des nachts plaatsvinden. De beslissing en de verantwoordelijkheid daarvoor ligt bij de uitvoerder (aanneemer), doch gewoonlijk gebeurt het in overleg met de — met het toezicht belaste — ambtenaar. Een al of niet plaatselijke bekendheid van deze toezichthebbende kan bij het aan de uitvoerder te geven advies wel degelijk een rol van betekenis hebben. Verder mag de weersvoorspelling geenszins ongunstig zijn.

Voor de onderhavige werken worden de benodigde stukken normaliter ten zuiden van de Marinehaven te Den Helder gemaakt. Het over zee te vervoeren stuk wordt, om de haven heen, met de ebstroom mee versleept naar het te verdedigen gedeelte van de zeevering. De snelheid van het transport wordt bepaald

Fig. 182. Tuinen van Gelderse latten en staken, h.o.h. plm. 0,60 m. Ter plaatse van de proppen is het stuk versterkt met meerdere bossen Gelders rijs.



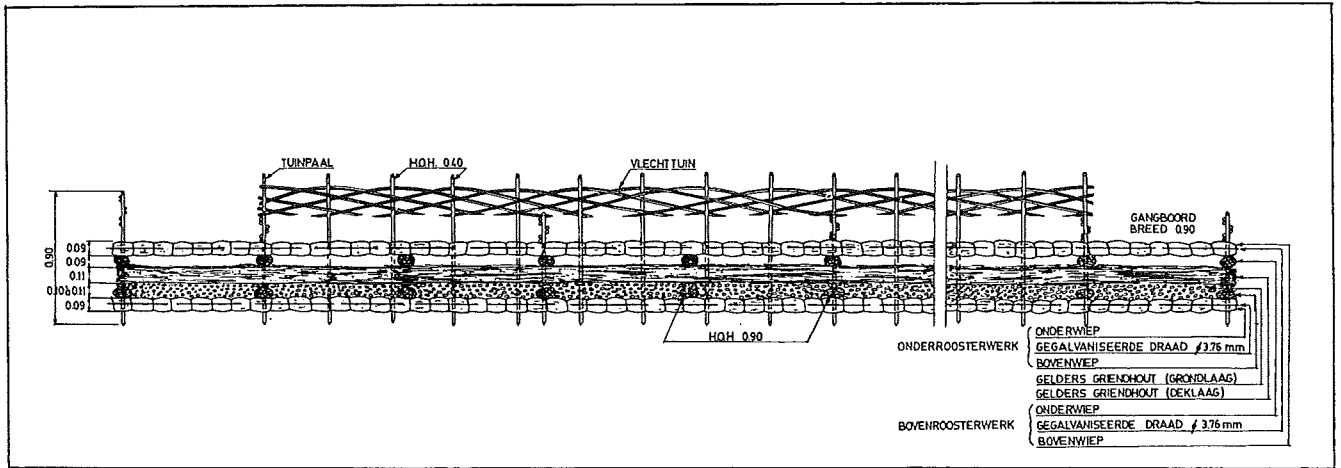


Fig. 183. Zinkstuk van twee lagen Gelders griendhout en met langs- en dwarswiepen, voorzien van ingesponnen gegalvaniseerde draad. De tuinen zijn aan de einden, zoals

in fig. 184 voorgesteld, niet als beslagroede behandeld en geven dan ook daar geen zg. verstijving.

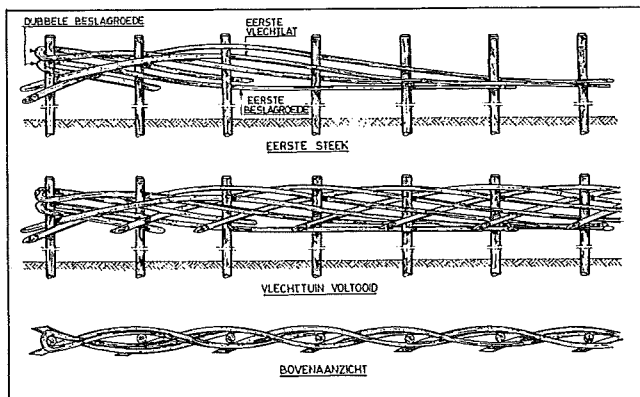


Fig. 184. Vlechttuinen van Hollandse latten met beslagroeden, staken h.o.h. 0,30 m.

ken, d.w.z. tussen een z.g. „kop“- en een „landbak“ ofwel tussen de bakken, welke aan het zeeëinde resp. het landeinde van het stuk worden vastgemaakt, fig. 189-1. Het transport wordt voorts vergezeld van zes of meer ankeraken, beladen met de nodige trossen en ankers, fig. 189-2.

De sleeptrossen worden over de kopbak gelegd naar een tweetal daarvoor bestemde proppen, fig. 187-E¹ en V¹, waaraan later zinktrossen worden vastgemaakt. Deze twee z.g. sleeppropen worden dikwijls zwaarder dan de overige proppen uitgevoerd. Met het transport gaan in de regel alle beschikbare rijswerkers mee. Naderhand bij de aankomst ter plaatse voegen de steenlossers, en zij die alleen bij het zinken als steenlossers behulpzaam zijn, zich bij het reeds aanwezige personeel.

Geëist wordt in de regel een zestal arbeiders per 100 m² zinkstuk. Tijdens de reis slaan de meevarende rijswerkers de staken — nadat deze op de zate reeds zóver zijn ingeslagen, dat ze niet onder het stuk uitsteken — verder „in“ en voorts de tuinen „aan“. Bij dit inslaan zullen de staken nu wel onder het stuk uitsteken; dit geeft op de plaats van bestemming geen bezwaar, het doet het stuk zelfs enige „verankering“ aan de bodem geven, hetgeen in het bijzonder op hellende vlakken zeker wel waarde heeft.

door de sterkte van de stroom en komt ongeveer met de snelheid daarvan overeen. Op grond van deze snelheid kan tevoren de sleeptuur ongeveer worden bepaald en daarmee tevens het tijdstip van vertrek, dat meestal zeer vroeg in de morgen zal liggen.

Het zinkstuk wordt „gevat“ tussen een tweetal gedeeltelijk met zink- en stortsteen beladen steenbak-

¹⁰⁾ Meerdere gegevens werden ontleend aan „Zink- en steenbestortingen“, door W. Barentsen Ing., in OTAR van juni 1957.

Fig. 185. Zinkstuk met proppen, langs- en dwarstuinen (van zeer beperkte hoogte). De proppen zijn gevuld met stortsteen. Het stuk ter plaatse van de proppen met bossen zwaar Gelders hout versterkt, de onderste wiep met latten. (Foto Dekker)

Fig. 186. Prop. Hier zijn de dwarstuinen niet aangebracht, evenals de verzwaring van de prop zittende onder de — tot het bovenroosterwerk behorende wiep. De paalafstand is hier zelfs plm. 0,70 m.



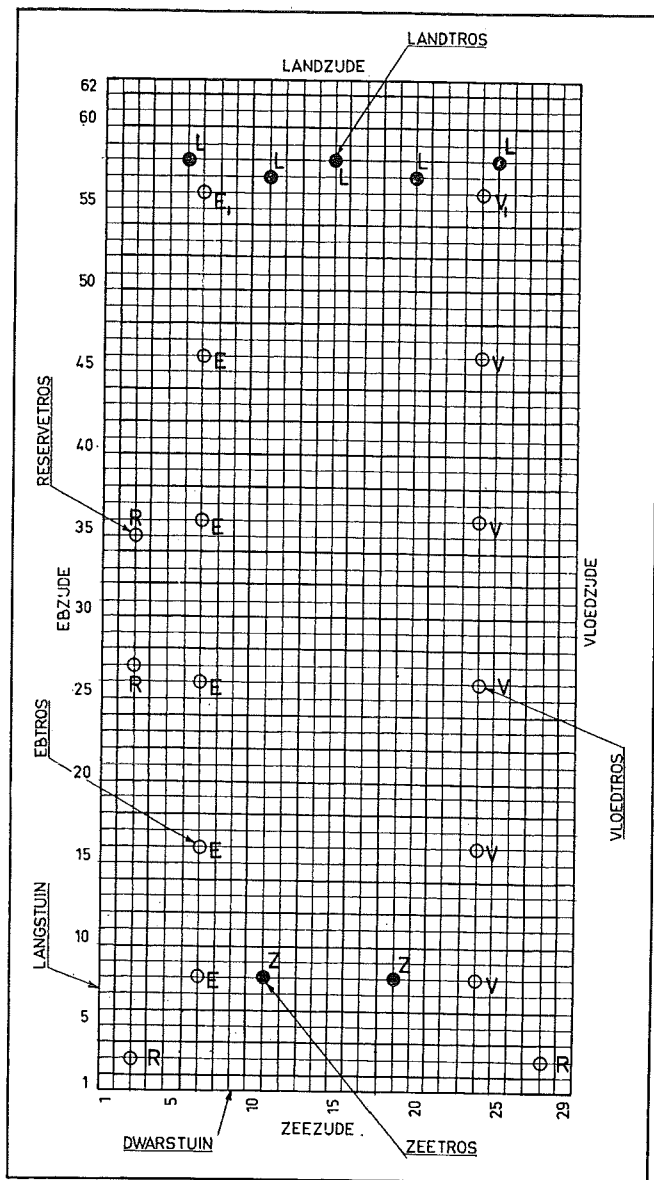


Fig. 187. Zinkstuk met betuiningen en proppen.

De lengte van de trossen wordt voor deze werken meestal bepaald op zes à tien maal de diepte, waarop wordt gezonken; volgens de betreffende bestekken is 300 m een vrij normale lengte.

Nabij de zinkplaats wordt inmiddels een raai ten behoeve van de ebankers uitgezet en wel 275 m uit de

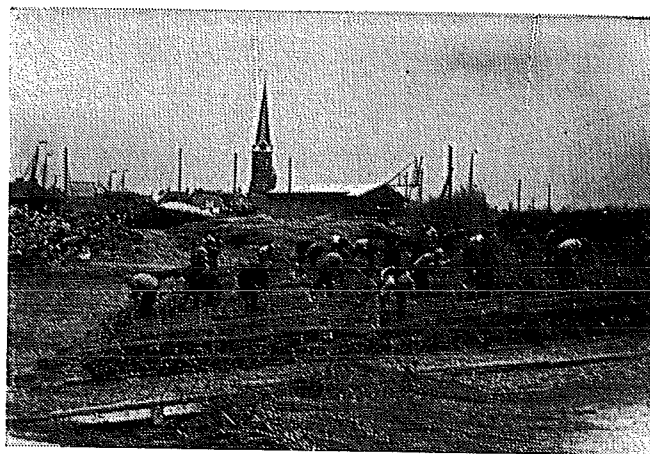


Fig. 188. Hellende plankier of „kunstmatige zate” — in 1934 — bij de Zuiderzeewerken. (Foto Zuiderzeewerken.)

lijn van de ebproppen, waarin deze zich zullen bevinden, direct vóór het zinken, fig. 189-6. Bij het onderhavige stuk bevinden deze proppen zich op 6,70 m uit het midden daarvan, fig. 189-5. Ten behoeve van de afstand van de vloedankers wordt de raai geplaatst op 250 à 275 m uit de lijn van de vloedproppen. Hier is de afstand even korter aangezien bij de aanvang van het stellen het stuk zich nog te veel stroomopwaarts bevindt en ook dan de vloedtrossen nog een voldoende lengte ten behoeve van de bevestiging dienen te hebben.

Vóór het uitwerpen van de ebankers wordt het stuk, fig. 189-1, voor de eerste keer 180° gezwaaid, fig. 189-2, waarna de sleepboot het stuk langzaam laat zakken tot de ankers van het stuk en van de kopbak, vanaf deze bak en vanuit ankeraken — en voor zoveel nodig gespreid — kunnen worden af- en uitgeworpen, fig. 189-3¹⁰). Aan de ankers zijn de ebtrossen verbonden welke — aan de op het stuk geplaatste proppen a t/m f vastgemaakt — vervolgens langzaam worden gevierd.

Aan de ankers zijn, door middel van lichter touwwerk, de ankerboeien verbonden met gevolg, dat ze na het zinken van het stuk kunnen worden teruggevonden en gelicht. De sleeprossen worden, zodra blijkt dat het stuk voldoende is verankerd aan de uitgeworpen ankers met trossen, gevierd. Daarna laat men het stuk zakken tot op bijvoorbeeld 230 m uit de anker-raai, fig. 189-4. Onderwijl worden twee landtrossen en de twee vloedankers uitgebracht, waarna het stuk nog 90° wordt gezwaaid om de gewenste positie te verkrijgen. Hiermede is de afstand tot de ankerraai tot ± 260 m vergroot, fig. 189-5. (Is de stroomsnelheid daarbij groter dan ongeveer 0,80 m/sec, dan worden langs de ebzijde van het stuk ankeraken gelegd om het overstromen van het stuk te voorkomen).

Tijdens het wachten op het afnemen van de stroomsnelheid vangt men aan met het ballasten met zinksteen van de middenstrook ter breedte van plm. 3

Fig. 189. Verschillende fasen waarin een zinkstuk verkeert tussen de aankomst en het ajstellen.

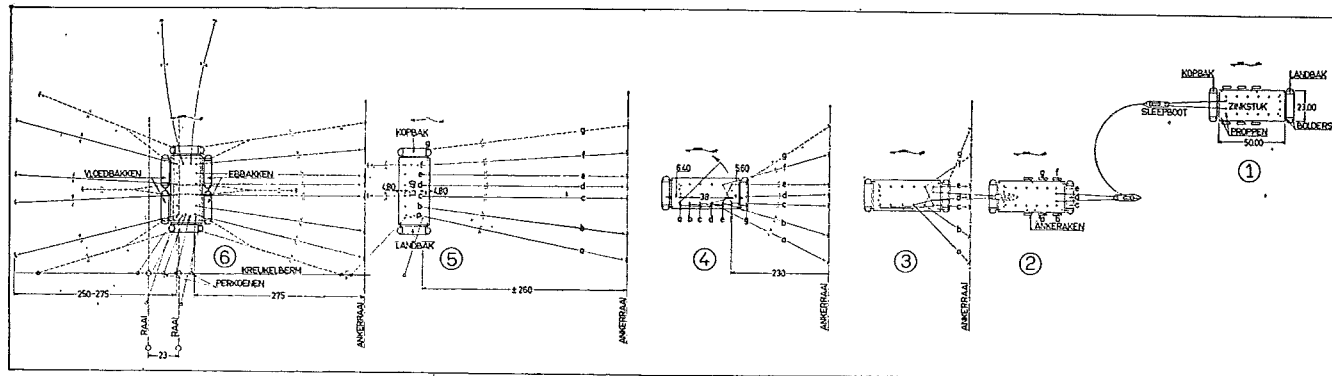




Fig. 190. Het met veel mankracht doorhalen van ankerrossen.

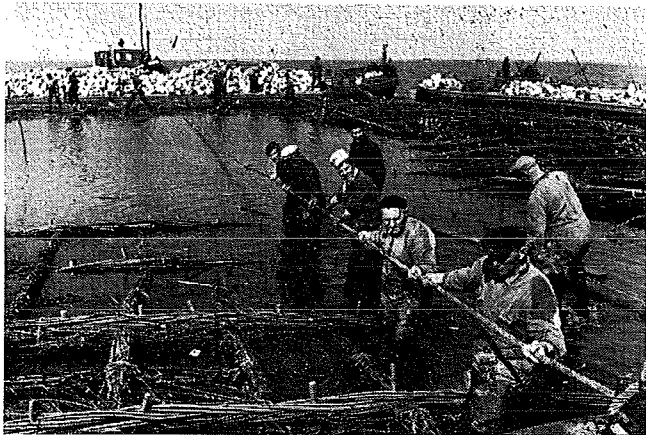


Fig. 191. Het onderling koppelen van de eb- en vloedbakken met z.g. scheerlijnen. (Foto Cees v. d. Meulen te Heemstede).

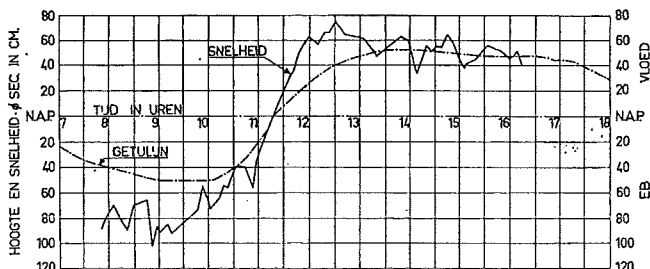


Fig. 192. Grafische voorstelling van de getijlijn en van de bijbehorende stroomsnelheid.



Fig. 194. Een „levende transportband” van tē kleine steen.

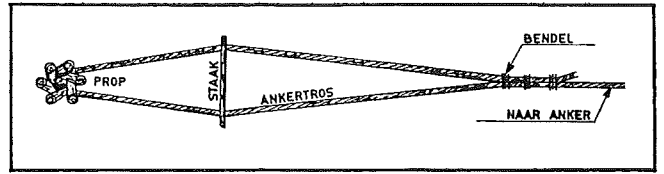


Fig. 193. Schets van een „sprenkel”.

m, vanaf de kopbak en de landbakken. Veelal wordt hiervoor z.g. zinksteen (stortsteen met een stukgewicht van 10—30 kg) gebruikt. Het middengedeelte behoort eigenlijk met zwaardere ofwel met de zwaarste steen te worden belast. Het „overhanden” van zware steenstukken met een gewicht van ongeveer 30 kg is echter geenszins een gemakkelijk werk. Indertijd werd nog wel gerealiseerd, dat de zwaarste stenen hiervoor werden gebezigd, doch naar ik meen zou het in de huidige tijd wel grote moeilijkheden opleveren. De evolutie in de alom toegepaste mechanisatie heeft het inzetten van lichamelijke krachtsinspanningen doen afnemen.

Het in de raai laten zakken, het op de juiste afstand uit de wal brengen van het stuk, het aanleggen van de eb- en vloedbakken, de nog aan te brengen verankering voor het stuk en de bakken, het ballasten en het sprenkelen vorderen ongeveer 5/4 uur, zodat voor de laatste maal weleens vroeger moet worden gezwaaid, dan met het oog op de stroomsnelheid gewenst is.

Na het innemen van de in fig. 189-5 aangegeven stand vangen de werkzaamheden aan die meer direct tot het tot zinken brengen van het stuk zijn te rekenen en wordt de situatie volgens fig. 189-6 benaderd.

Bij de afnemende stroomsnelheid worden de vloed- en daarna de ebbakken op hun plaats gelegd en de verankering daarvan aangebracht. De ebrossen worden daarbij onder de bakken doorgehaald. Tenslotte wordt het stuk volgens fig. 189-6 afgesteld, zijnde enkele meters bovenstrooms van de uitgezette raaien. (Dit vereiste indertijd veel mankracht, fig. 190). Naarmate de stroom dit toelaat wordt het ballasten vanaf de eb- en vloedbakken voortgezet, daarbij zorgende dat de proppen goed bereikbaar blijven. Onderwijl worden deze bakken onderling gekoppeld, fig. 191.

Behoeft men niet meer op een tijdelijk te krachtige stroom — als in fig. 192 van 10.40 u tot 10.55 u voorgesteld ofwel van 0,40 m tot ± 0,60 m per sec — te rekenen dan worden de zinkrossen met een 3 à 4 m lange lus om de proppen gelegd.

De lus, fig. 193, wordt daarbij, op 1,50 m uit de prop, door een — met touw aan de luseinden bevestigde stevige — staak opengespaakt; dit noemt men „sprenkelen”. Het ballasten wordt, behalve in en langs de gangboorden, voortgezet behoudens indien de stroom nog even in kracht gaat toenemen. Zo het stuk door een dergelijke krachtige stroomstoot door de raai gaat, dan zal voor het in de raai terug brengen van het stuk nog sleepboothulp zijn vereist; hiervoor is het stuk van een viertal reserveproppen voorzien.

De steen wordt middels „levende transportbanden” aangebracht. Wèl is het gewenst de zwaarste stenen naar het midden te brengen, daar dit deel van het stuk het eerst aan de grond komt althans dient te komen, doch — zoals reeds opgemerkt — het overgeven van hand in hand daarvan is een zeker niet aantrekkelijk werk met gevolg, dat in de praktijk toch de kleinere, beter hanteerbare, er uit worden gezocht, fig. 194 en 195. Op deze wijze blijven de zwaardere stukken liggen, waarmede het middengedeelte van het stuk niet is na te plempen, zoals het — volgens fig. 196 — met lichtere steen plaats vindt. Het gevolg is, dat de voorbelasting in het midden reeds direkt groot dient te zijn, hetgeen — als zulks met beleid gebeurt — wel goede resultaten kan opleveren.

(Fig. 195 geeft een lading steen van z.g. 10—80 kg doch met een te grote stukomvang; hierin zitten onvoldoende z.g. „doorgeefstenen.” Als zinksteen is dan ook min of meer gesorteerde van bv. 20—30 kg te nemen, dan wel voor te schrijven. Behalve om redenen



Fig. 195. Het zoeken van handbare steen uit een te zware sortering 10-80 kg of eigenlijk uit een lading stortsteen.

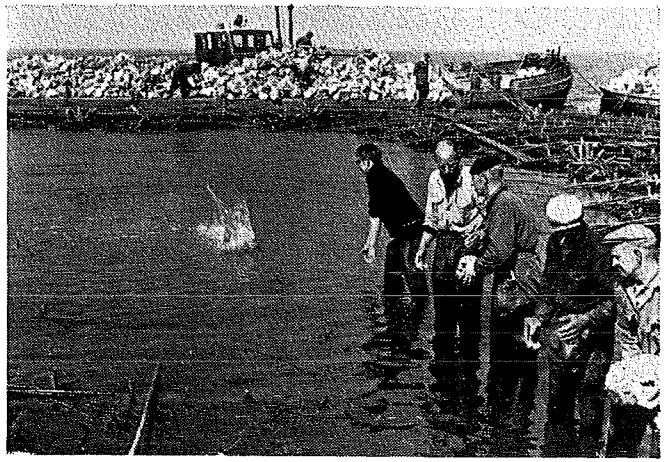


Fig. 196. Het naplempen met zeer lichte steen.

van het zoveel mogelijk naar beneden brengen van het middengedeelte van het stuk, is het ook op grond van het — naderhand in de definitieve bestemming — weerstand bieden tegen de stroomweerstand en in verband met de door het turbulente water veroorzaakte stromingen gewenst, dat niet de kleine stukken het eerst op het stuk komen; waarover later).

Zodra blijkt, dat de stroomsnelheid die van 0,50 m/sec. niet meer zal overschrijden, dan worden de gangboorden en aangrenzende stroken naar behoeven beballast en wordt kort daarop, op een commando van de zinkbaas door het vieren van de zinklijnen het stuk gezonken. Na het commando gaat het werpen van zinksteen nog een paar minuten door om dan eerst de ligging van het stuk op te nemen.

Direkt voor het zinken, fig. 197, ligt het stuk ter plaatse van het midden van de gangboorden ongeveer 0,75 m en de „zak” in het middengedeelte zelfs ongeveer 7,50 m onder water. Fig. 197 geeft een lengtedoorsnede over het midden van het loodrecht op de oever liggende stuk. Het bovenaanzicht van het stuk zal dan ook een bijzondere vorm verkrijgen, fig. 198, daar uiteraard het stuk ook in de dwarsdoorsnede zoveel doorzakt, fig. 199. De in de wiepen aangebrachte — al of niet — gegalvaniseerde draden, ϕ plm. 4 mm, zullen het rekken daarvan beletten. De langsbakken zullen door de zinklijnen naar het stuk toe worden getrokken, de afstand daarvan zal worden bepaald door de resultante van de krachten, die middels de zinklijnen op een bak werken. De ebtrossen zijn evenwel niet bij te vieren daar deze de juiste ligging bij het aan de grond komen moeten waarborgen. De onderlinge koppeling dient dan tijdelijk te worden aangehaald. Bij dit krachtenspel zal de vloedzijde van het stuk een veel grotere „indeuking” krijgen dan de ebzijde, figuren 200 en 201-C.

Betreffende het op de juiste plaats brengen van een stuk, valt op te merken, dat vooraf „enig rekenwerk” is te verrichten en vooral als het stuk op een talud komt te liggen, zoals voorgesteld in de fig. 197 en 201. Het landwaartse gedeelte zal slechts 10 m behoeven te zakken, het zeewaartse einde daarentegen 38 m.

De lange trossen die — door hun gewicht en de er dwars op werkende stroomkrachten — geenszins een gestrekte stand hebben, spreiden dan ook op een grote diepte — in het onderhavige geval 38 m — over een aanzienlijk langere afstand uit, dan bij een diepte van 10 m, zie fig. 202. (Ook dient rekening te worden gehouden met de rek die vooral in de voorheen toegepaste manillatrossen optrad; veelal bedraagt deze plm. 1% van de trossenlengte, alhoewel blijkens indertijd verrichte proefnemingen deze rek ook zelfs 5 à 7 m kan bedragen).

Bij het in de figuren 197 en 203 geschetste, aan de bakken hangende, stuk zullen de ebtrossen — bij het vieren van de zinklijnen — het gedeelte p-e (fig. 203) trachten naar te drukken tot dat dit deel van het stuk onder de kettinglijn p-e-A valt. De van de ebbak afge-

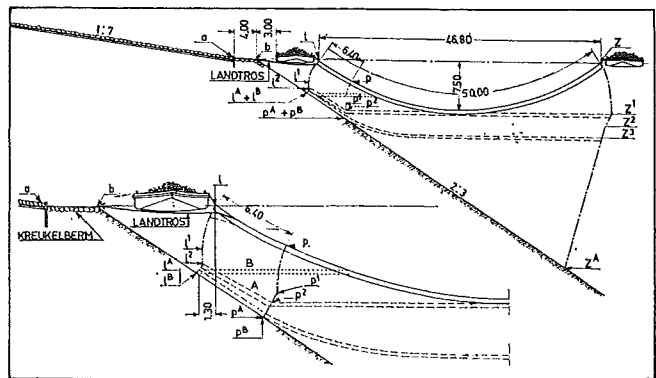


Fig. 197. Een met zinksteen voorbeballast stuk in lengtedoorsnede.

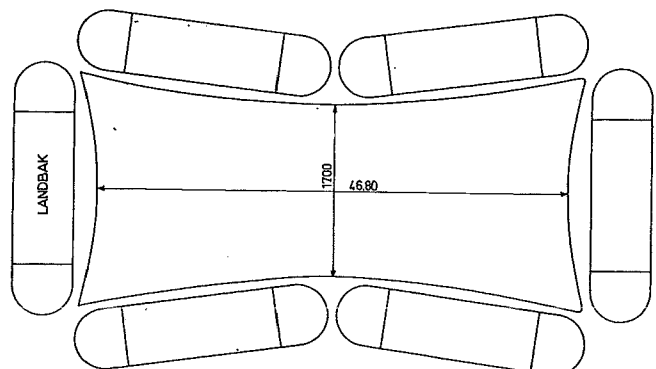


Fig. 198. Vertikale projectie van een in het midden zwaar beballast stuk.

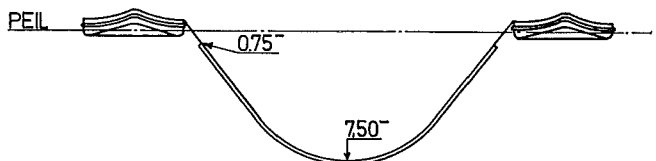


Fig. 199. Dwarsdoorsnede van het beballaste stuk.

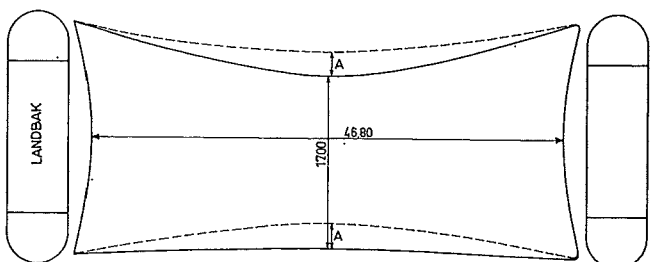


Fig. 200. De aan de vloedzijde „extra ingedeukte” vorm van het stuk. De extra indeuking wordt door „A” aangegeven.

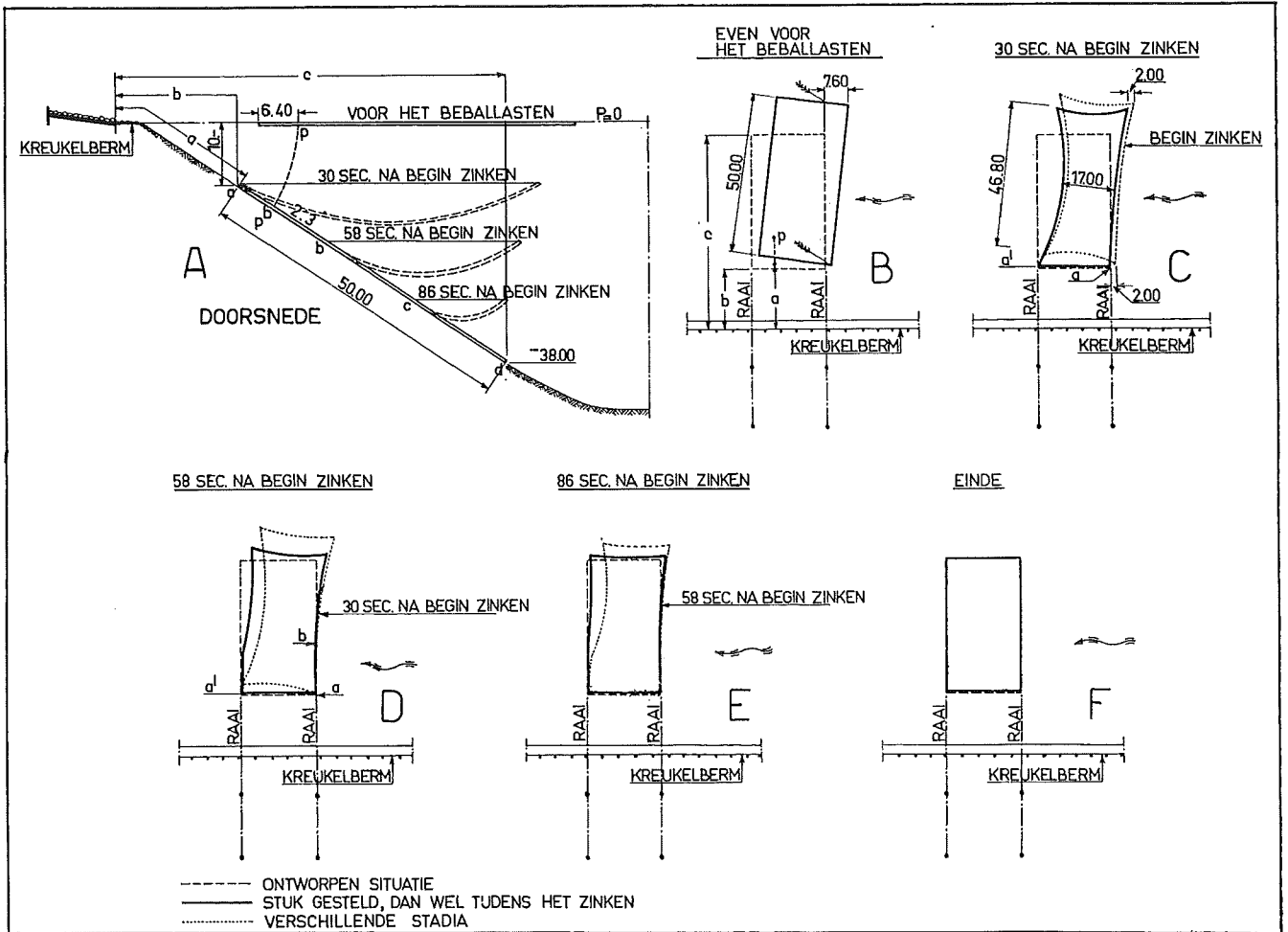
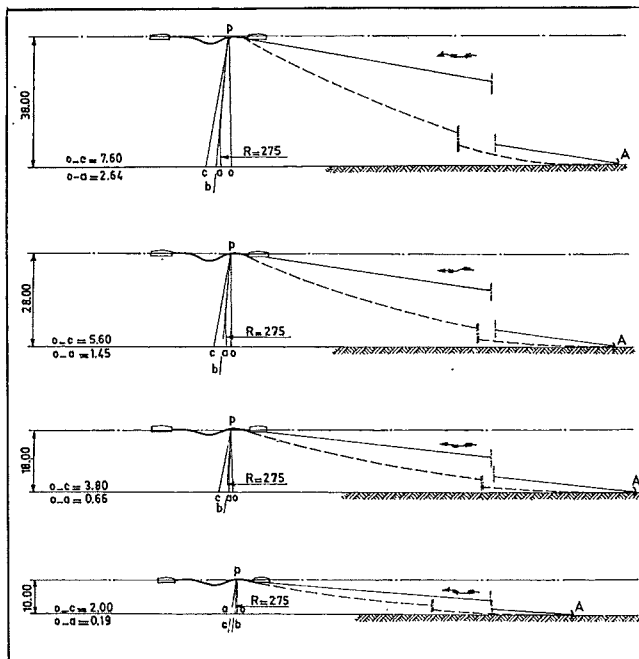


Fig. 201. A t/m F. Verschillende stadia bij het zinken.

Fig. 202. Doorzakken van trossen op verschillende diepten.



worpen steen komt merendeels op dit stukgedeelte terecht, althans als de trossen hiervan niet te strak zijn aangehaald, derhalve zonnodig zijn bijgevierd, met gevolg dat de eb- en vloedbakken de „horizontale afdrijving” van het stuk kunnen volgen. De ebstroom tracht het stuk mee te nemen in horizontale richting. Bedraagt de verticale zinksnelheid van „e” per sec 0,50 m en de ebstroomsnelheid 0,40 m, dan zal „p” na 6 sec zijn gekomen in „p¹” en „e” in „e¹”, fig. 203. Wanneer „p” het punt „p²” en „e” punt „e²” bereikt, zal daarna de eb-tros alleen nog op de ebzijde van het stuk extra verticale druk uitoefenen als „e²” boven de eerdgeroemde kettinglijn dreigt te steken.

Behalve de tijdens het zinken op het gedeelte p-e neergeworpen steen zal, nadat „e” dieper is gezonken dan „m”, ook de vertikaal op dit stuk gerichte component van de ebstroom dit deel sneller doen zinken. Er kan dan veel kans bestaan, dat „e” eerder de bodem bereikt dan „p”, waardoor een blaasvorming kan worden verwacht.

In fig. 202 is punt „o” op de bodem vertikaal onder het punt „p” getekend. Na het spreken — tot direct voor het zinken — zal dit punt „D” in horizontale richting ongeveer 1,50 m tegenstrooms worden verplaatst, althans indien voorlopig de rek in de trossen en het doorkomen van ankers wordt verwaarloosd. De cirkelboog p-a heeft het anker — A — als middelpunt. Als gevolg van het doorzakken van de tros zal punt „p” van de kettinglijn p-e-A (fig. 203) na het zinken in punt „b” (fig. 203) zijn gekomen; de afstand a-b zal voor de meest gespreide trossen groter zijn dan voor de meer in het midden geplaatste. Komt het stuk aan de grond zoals in fig. 202 is getekend — met punt „p” in „c” — dan zal de tros de afstand b-c moeten rekken en/of de ankers moeten doorkomen. Fig. 203 geeft schematisch de op het — doorgezakte — stuk werkende stroomkrachten weer. Deze krachten zullen de eb-trossen meer doen rekken.

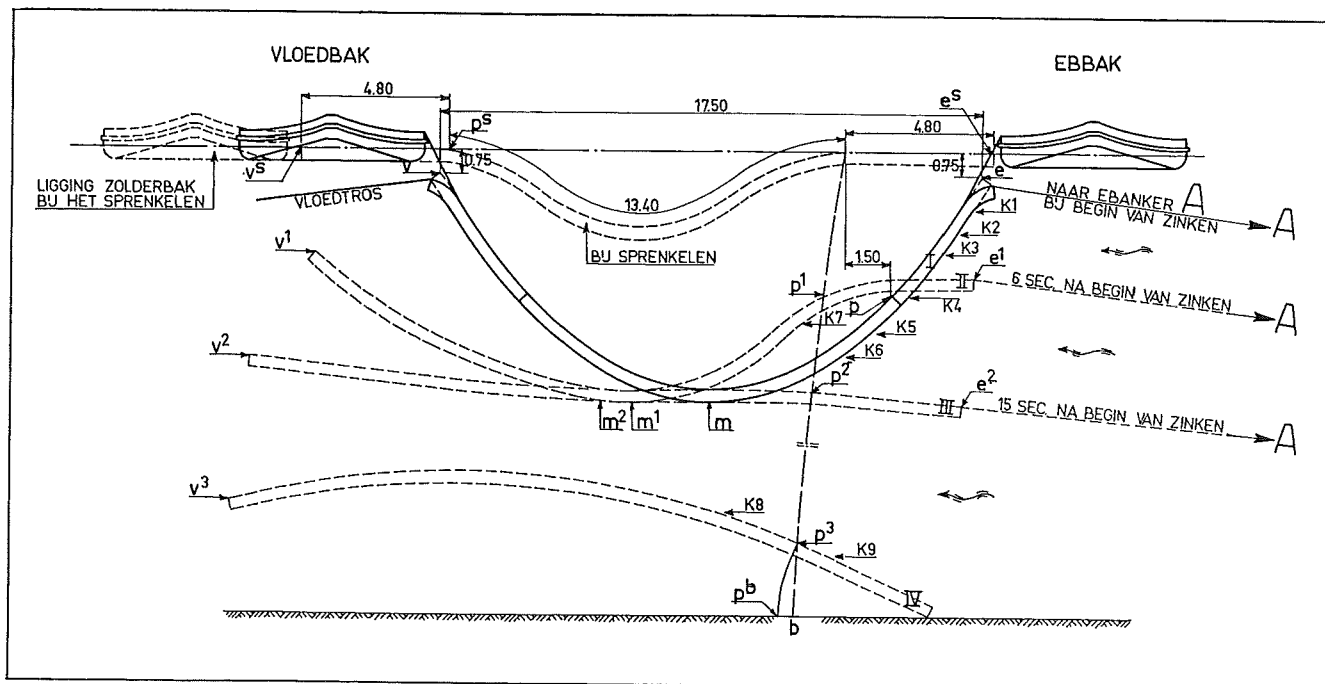


Fig. 203. Enkele situaties waarin een stuk bij het zinken terecht kan komen.

Een te sterk plaatselijk doorzakken van het stuk is waarneembaar aan daartoe op het stuk geplaatste blezen. Bij een dreiging van het door de raai zakken van het stuk dienen de sleepboten te trachten het stuk alsnog in de raai te houden. Hierbij wordt — wellicht ten overvloede — opgemerkt, dat de stand van de blezen zeer weinig door de stroom wordt beïnvloed aangezien het water in de kuil van het stuk geen snelheid heeft.

Fig. 201-A geeft een dwarsprofiel van de oever met het daarop aan te brengen zinkstuk. In B is het stuk gesitueerd even na het stellen. Berekend werd, dat het zeewaartse einde nog 7,60 m zou omgaan en landwaarts 2,00 m (zie C).

De afstand „a” (fig. 201-B) tussen het stuk en de oever kan door de schuine ligging van het stuk niet over de gehele breedte gelijk zijn. Zodra echter — 30 sec na de aanvang van het zinken — het stuk (met de ebzijde het eerst) op het talud aan de grond komt dient direkt daarna de landzijde van het stuk wel evenwijdig aan de oever te liggen, fig. 201-C; het moet derhalve doorgeshaald worden, ofwel het stuk dient zijn „rechthoekige vorm” tijdelijk te verliezen.

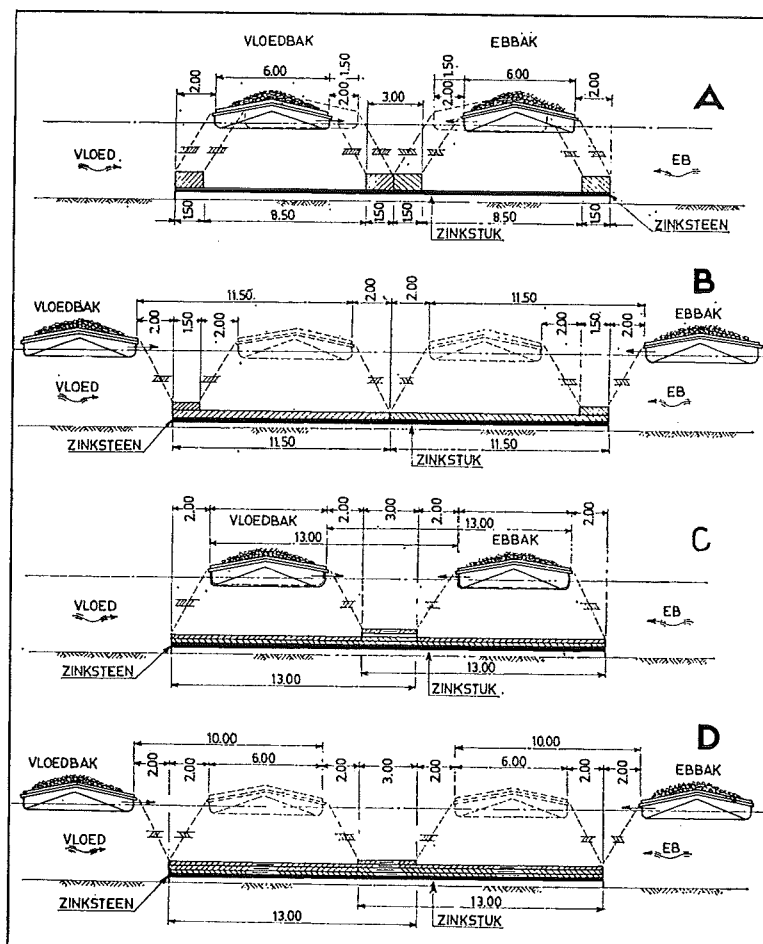
De verschillende stadia, waarin het stuk tijdens het zinken gaat verkeren, worden in figuren 201-D, E en F weergegeven.

Voor het tot zinken brengen van het stuk wordt veelal 100 kg steen per m² gebruikt. Normaliter — zulks afhankelijk van de tijdsruimte, waarin het stuk vooraf vrij in het water dreef dan wel „nat” lag, van het gebruik van pas gehakt of uit opslag verkregen hout, en van de ingebrachte hoeveelheid riet — bezit een afgewerkt stuk een drijfvermogen van 20—40 kg per m².

Bij genoemde hoeveelheid zinksteen van 100 kg per m² is derhalve slechts 80 à 60 kg per m² aanwezig om het stuk op de bodem te houden, de zg. „belasting”. Hierbij is op te merken, dat deze steenhoeveelheid geenszins gelijkmatig verdeeld is en derhalve plaatselijk kan variëren van bv. 0—150 kg.

Teneinde het stuk voorshands een meer vastere ligging te waarborgen, wordt de zinksteenhoeveelheid vermeerderd tot gem. 0,25 ton per m². De aldus aanvullende hoeveelheid van 0,15 ton per m² dient zo spoedig mogelijk — na het opnemen van het stuk — te worden nagestort. Dit storten kan plaats vinden zoals in de figuren 204 A t/m D, 205 en 206 is weergegeven.

Fig. 204-A, B, C en D. Het bestorten van een stuk.



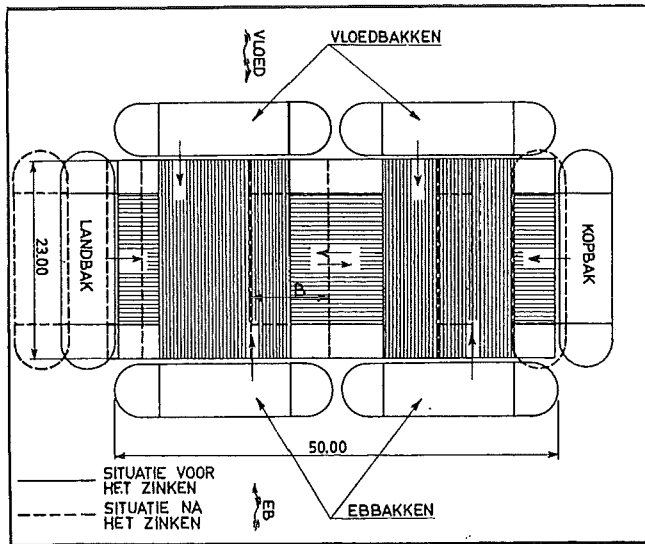


Fig. 205. Het strooksgewijze afstorten van een stuk op een niet hellende bodem.

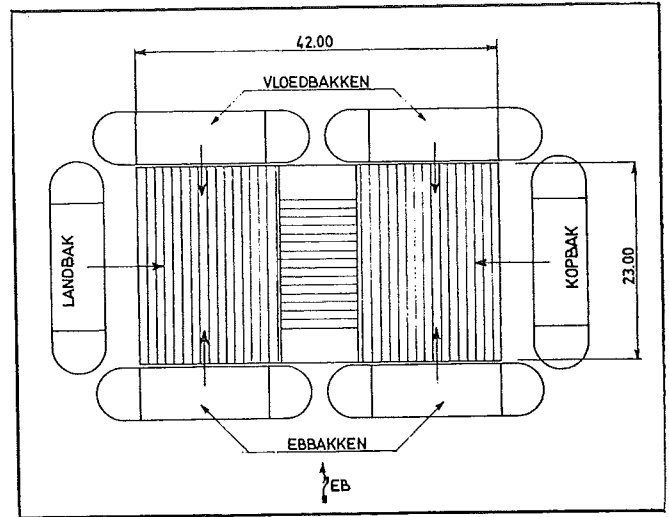
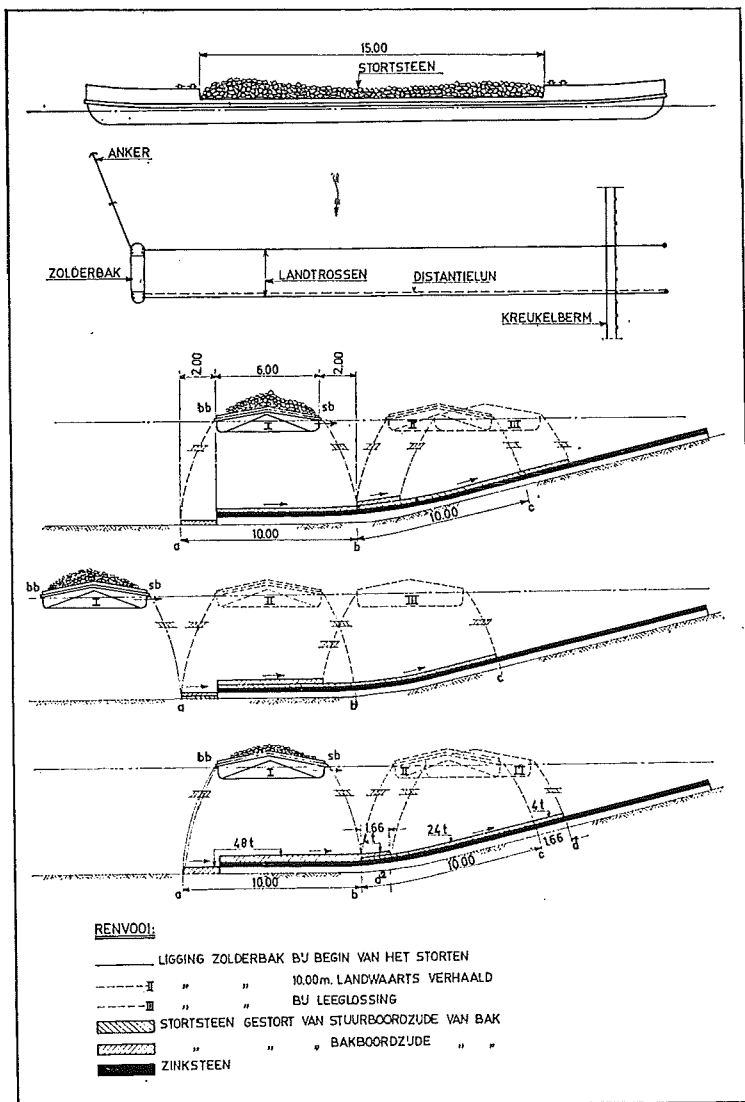


Fig. 206. Het strooksgewijze afstorten van een stuk op een talud.

Fig. 207. Het bestorten van een op een talud liggend stuk.



Volgens fig. 204-A worden de eb- en vloedbakken zo ver naar elkaar toegehaald, dat de naar buiten geloste steen nog juist op het stuk terecht komt. De bakken worden gelost zowel van bakboord- als van stuurboordzijde en voorts regelmatig naar elkaar toegehaald. Zoals uit de schets blijkt wordt op deze wijze geen regelmatige bestorting verkregen. Bij de wijze van storten volgens fig. 204-B wordt, zowel van de eb- als van de vloedzijde van de bakken totdat de van de andere zijde geloste steen ook op het stuk komt. Hierbij wordt de meeste steen gestort op de randen van het stuk. Volgens fig. 204-C worden eerst de ebbakken van beide zijden gelost over de gehele breedte van het stuk, daarna geschiedt hetzelfde met de vloedbakken. De meeste steen komt hierbij terecht op het midden van het stuk. Eenzelfde resultaat wordt verkregen bij een werkwijze volgens fig. 204-D, waar eerst de ebbakken van de ene zijde worden gelost gelijk in fig. 204-B en daarna de vloedbakken, telkens over de gehele breedte van het stuk.

Aangezien bij het nawerpen van steen op het zinkende stuk het grootste deel daarvan terecht komt op de kanten van het stuk, is het minder gewenst, dat deze kanten nog eens extra worden verzwaaard, zoals in de figuren 204-A en 204-B is getekend. Liever heeft men de meeste steen in het midden van het stuk, zulks mede om ook eventuele „blazen” zo mogelijk nog naar buiten te kunnen wegwerken. Hierbij dient evenwel duidelijk te worden opgemerkt, dat het extra bestorten van de kanten tevens het grote bezwaar op kan leveren dat er — althans aan de zijde waar nog verder moet worden aangesloten — buiten het stuk zoveel steen komt te liggen, dat het naast komende stuk niet op de bodem, doch op hier en daar „gemorste” steen komt te rusten met de gevolgen van dien.

Bij het bestorten vanaf beide kanten naar het midden bevordert men het wegwerken van eventueel aanwezig zijnde blazen evenmin. Hierom en omdat men liever van beide zijden van de bak stort dan van één zijde, verdient het aanbeveling de werkwijze volgens fig. 204-C toe te passen. Een voordeel bij deze wijze van werken, boven die voorgesteld in de figuren 204-A en 204-B is, dat tijdens het opnemen van de boeien alle steenlossers op de ebbakken kunnen worden opgesteld en daardoor direct na het opnemen van twee of



Fig. 208. Het aanbrengen van zinksteen per kruitwagen op een kraagstuk, met op de achtergrond het nastorten per kraan.



Fig. 209. Het aanbrengen van zinksteen, strooksgewijze.

meer ebboeien met het storten vanaf een of meer bakken kan worden aangevangen. Aangezien hierbij nog eb zal stromen kan men de bakken gemakkelijk met deze stroom laten zakken of kunnen, althans met weinig inspanning, de ebbakken over het stuk worden gehaald. Na het lossen van deze bakken zal inmiddels de vloed zijn komen opzetten en kunnen de vloedbakken op gelijke wijze worden gelost.

In fig. 205 is aangegeven welke stroken van het stuk vanaf de eb- en vloedbakken worden bestort. Hier is evenwel sprake van een te bestorten stuk op een horizontaal liggende bodem; bij het bestorten van hellende stukken doen zich andere situaties voor. Immers naarmate het ene einde dieper wegzinkt des te korter wordt de horizontale projectie van het stuk en dienen de bakken ten opzichte van de kopbakken te worden verhaald als in fig. 206 voorgesteld.

Fig. 207 geeft voorts nog enige voorbeelden van de wijze van storten op taluds.

OPMERKING 5

Zowel in het spraakgebruik, in de desbetreffende bestekken, als in de A.V. wordt de hoeveelheid steenmateriaal — waarmee een stuk moet worden gezonken en nagestort — uitgedrukt in „bovenwatergewichtshoeveelheden.” Daarmede wordt geenszins ge-

let op het nuttig effect, hoewel dit geheel afhankelijk is van het nuttig soortelijk gewicht van het materiaal. Immers bij een sg. van b.v. 2,6 blijft het stuk onder water daarvan slechts een effectieve belasting over van $61\frac{1}{2}\%$, d.w.z. van de eerst benodigde hoeveelheid zinksteen van 20-40 kg: 12,3-25 kg en van de daarna volgende hoeveelheid van bv. 80-60 kg zinksteen slechts 50—37 kg. De genoemde hoeveelheid van 250 kg loopt terug tot zelfs 154 kg.

Wordt materiaal gebruikt met een sg. van 3,7 (loodslakken), dan blijft er 73% over ofwel van de genoemde hoeveelheden van 80-60 kg: 58-44 kg en van de 250 kg: 183 kg. Hierbij ontstaat een effectief resultaat van 88,5%. Mede gezien de variaties in de soortelijke gewichten van het huidige steenmateriaal zal het aanbeveling verdienen — niet platte — steen van een zo hoog mogelijk soortelijk gewicht en een goede sortering te gebruiken, terwijl de hoeveelheden zink- en/of stortsteen zouden zijn vast te stellen ten aanzien van het gewicht daarvan, gemeten onder water!

b. Verdediging van taluds bij de Zuiderzeewerken

Het aanbrengen van de kraagstukken langs de dijken in het IJsselmeer kon plaatsvinden op zeer eenvoudige wijze. De aangevoerde stukken werden nl. direct na het op hun plaats brengen met behulp van

Fig. 210. Detail van het aanbrengen van steen.



Fig. 211. Het per kruitwagen naplempen van de bestorting van een kraagstuk, waarbij de buitenrand onvoldoende was voorbelast en daardoor boven kwam. Bij het zorgvuldig, van bovenaf, nabestorten komt een dergelijk stuk toch nog wel goed op zijn plaats.



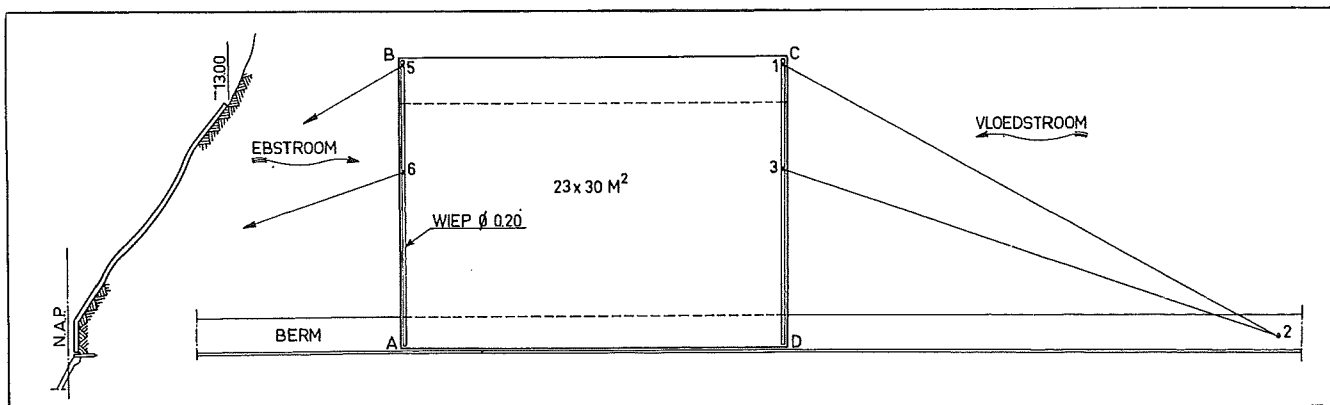


Fig. 212. Kraagstuk langs de Rotterdamse waterweg.

kruiwagens over daartoe geëigende kruidelen op ordelijke wijze belast met de nodig geachte steen, en midtels pontonkranen verder beballast, fig. 208, 209, 210 en 211.

Hier kan de zware- respectievelijk lichtere steen naar believen in het midden van elk „vak”, dan wel tegen de tuinen worden gelegd hetgeen uiteraard bij meerdere zinkconstructies niet doenlijk is. Het is derhalve hier mogelijk de zwaarste steen tegen de tuinen te leggen, waaronder steengewichten naar believen!

c. Verdediging van een schaaroever van de Rotterdamse Waterweg

Tijdens de bezettingsjaren konden de oevers langs de Rotterdamse Waterweg — zoals ook wel elders — niet naar behoren worden onderhouden. Het gevolg daarvan was dat — enige kilometers benedenstrooms van Maassluis — de schaaroever, beneden water, een helling had aangenomen van plm. 2 : 3. De over de bodem doordringende „zoute tong” had het talud van beneden af aangetast. Er was een voorliggende geuldiepte ontstaan van ruim 20 m.

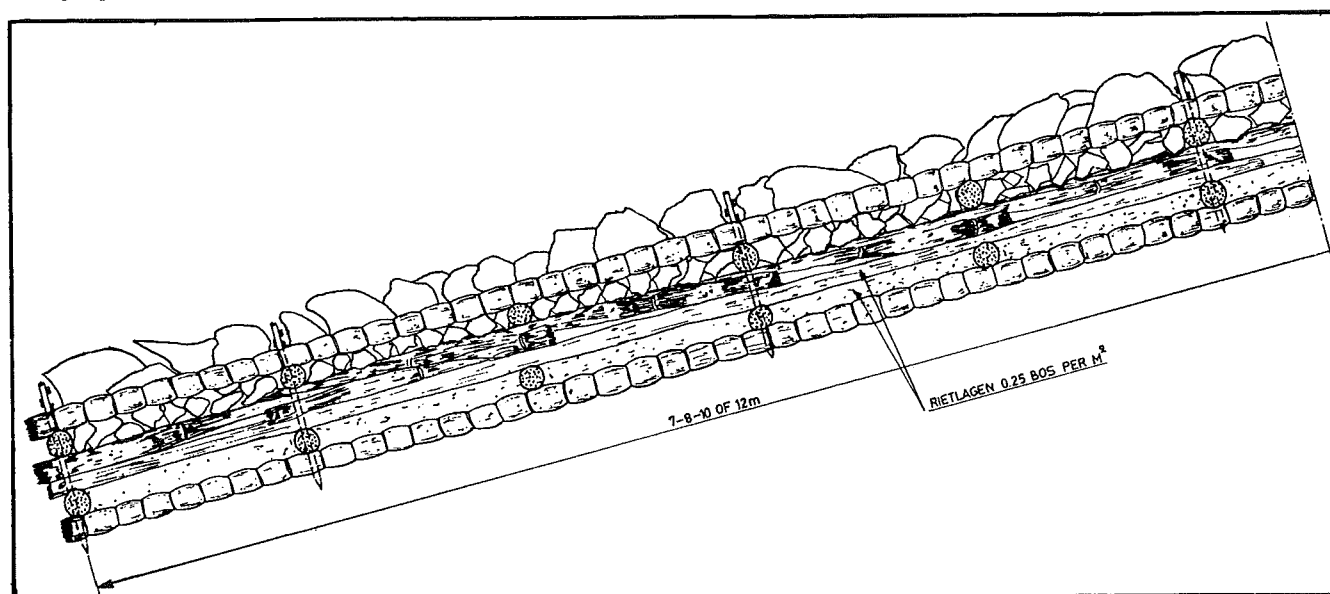
Fig. 213. Kraagstuk, waarvan de bovenste laag-Hollandse-rijs loodrecht op de oever ligt, en van zeer lichte zinksteen is voorzien; daar op grove stortsteen. De lichte steen „glijdt” op de rijslaag en vormt ook zelf een glijvlak voor de daarop rustende laag van grove steen. Voorts wordt opgemerkt, dat de bestorting van de zware steen in de praktijk uiteraard minder gelijkmatig op het stuk terecht komt.

Het aanbrengen van een ruim 23 m breed kraagstuk op „stil” water was niet mogelijk, aangezien ter plaatse óf een „vloedonderwaterstroom” óf een „ebbovenwaterstroom” loopt.

Zoals in fig. 212 aangegeven werd een aan te brengen kraagstuk zodanig verankerd naar de punten 1, 3, 5 resp. 6, dat het niet door de eb- of vloedstroom kon worden verplaatst. De aan de uiteinden van het stuk staande tuinen hielden echter het gevaar in, dat het stuk bij grote tuispanningen zou gaan samenklappen. In verband daarmee werden de einden voorzien van verstijvingen in de vorm van extra zware wiepen, A-B en C-D. Voorts werden aan de zijde, gericht naar de as van de rivier, op enige afstand van het stuk een tweetal vaartuigen gelegd, welke in dezelfde richting op soliede wijze waren verankerd. Aldus kon de buitenkant van het stuk „strak” worden gehouden.

Vanaf deze vaartuigen kon het met behulp van kranen worden beballast. Bedoelde buitenkant werd voorts van B naar C van een extra zware wiep voorzien, waarin om de 0,25 m een lange, zware staak om naderhand — bij een eventueel verder wegzakken van de rand — het afrollen van de stenen te beletten.

De betuining kan hier dan ook niet worden gemist. (Door het leggen van de bovenste laag rijs loodrecht op de er onder liggende laag riet zou reeds worden bereikt dat bedoeld glijvlak verdwijnt en daarmee tevens de wiepen van het bovenroosterwerk 90° worden gedraaid, hetgeen uiteraard een gunstigere situatie t.o.v. het steunen van de steen doet ontstaan).



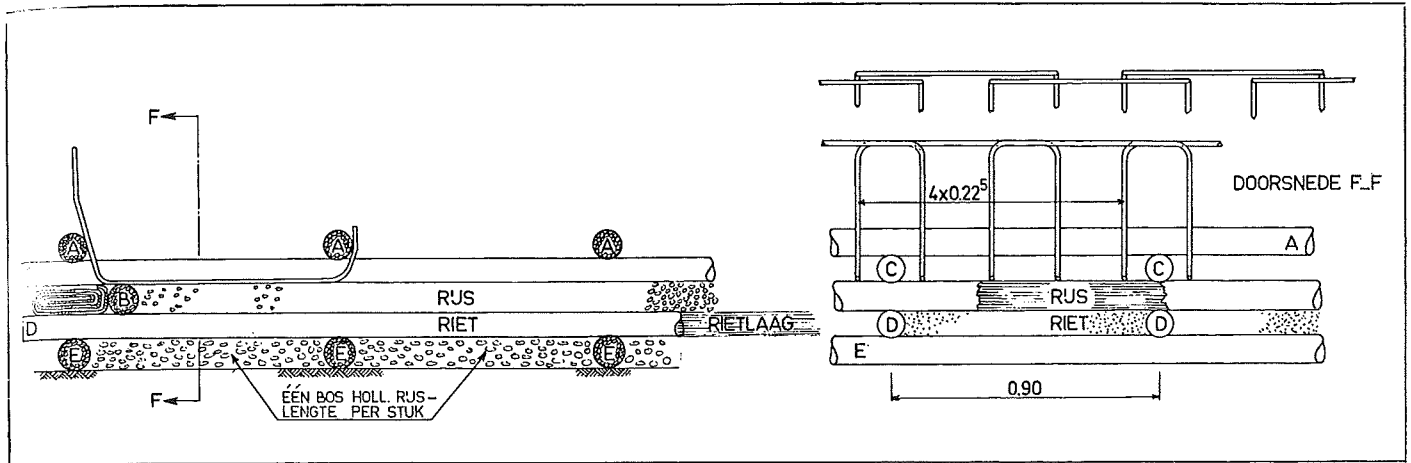


Fig. 215. Schets hekwerk op onderrand van een sterk hellend stuk. (Het staal, ϕ 16 mm, thermisch verzinkt). In plaats van een opgerolde rietmat wordt ook wel veelal een bos riet gebruikt. Gemeend werd evenwel, dat een opgerolde mat een zodanige ruime diameter is te

geven dat ze effectiever kan samenknijpen tussen de wiepen C en D, en tegen B. Ten etnde een langsstroom tussen de wiepen E te voorkomen werd per stuk één dam van Hollands rijs geprojecteerd. De dam behoeft een „breedte” gelijk de lengte van een bos rijs.

d. Verdediging van de zate, ontworpen ten behoeve van het voorontwerp van de verlenging van de havenhoofden van IJmuiden.

Bij het behandelen, onder A 7-a, van „Het primaire voorontwerp betreffende de nieuwe havenhoofden van IJmuiden,” werd opgemerkt, dat het — nogal ruim buiten de golfbrekers van het zuiderhoofd uitstekende — grondstuk op de buitenrand zou worden afgedekt door een 15 m breed stuk, zulks om de — in de praktijk tussen de stukken blijvende — niet te voorkomen — naden tegen uitschuring te beschermen, en voorts dat bij eventuele aangrenzende geulvorming deze stukken zouden kunnen meebuigen teneinde de verdediging intact te houden, fig. 34 (pag. 134, april 1968).

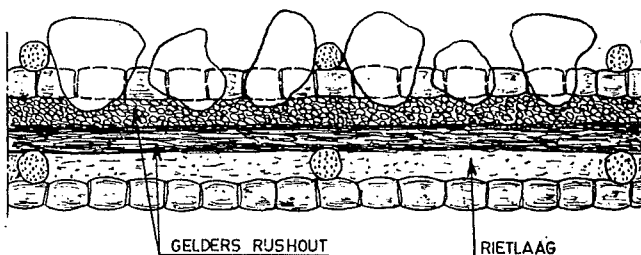
Bij de toen bestaande — met een slechts geringe straal gebogen — hoofden trad, vrijwel onmiddellijk langs het hoofd een geul op met zelfs een plaatselijke diepte van circa 12 m beneden de zate, waarop het hoofd indertijd was aangelegd. Het betekende een plm. 8 m grotere diepte dan die van de toegangseul!

Op grond daarvan zou het mitsdien geenszins ondenkbaar zijn, dat een brede strook van het grondstuk onder een helling van bv. 1 : 1 zou komen te liggen.

Fig. 214. Zink- of kraagstuk, zonder betuining, met zwaar tegen de bovenwiep steunende steen en nabelast met dergelijke steen.

De zware steen dringt — zoals schematisch aangegeven — zodanig in het evenwijdig aan de stroomrichting respectievelijk de oever liggende Gelderserijs weg, dat aldus geen sprake is van een aanwezig zijnde glijvlak.

(De nabestorting van zeer klein vulmateriaal is niet ingetekend).



Het ontwerp aangaande de grondstukken werd dan ook gebaseerd op de grondslagen, dat:

1. het rijshout van de aan te brengen stukken niet zodanig door de paalworm zou kunnen worden aangetast, dat de functie van het stuk daardoor verloren zou kunnen gaan;
2. het bovenvlak van de bestorting op het stuk zo weinig mogelijk turbulenties diende te veroorzaken, aangezien als gevolg daarvan niet alleen de ligging van de bestorting zou kunnen worden gestoord, doch ook zodanige opwaartse stromingen zouden kunnen worden opgewekt, dat het gevolg een verticale afvoer van bodemspecie door het stuk zou kunnen zijn met de gevolgen van dien;
3. ondanks voorbedoelde voorzieningen, de bestortingen zodanig dienden te worden aangepast, dat bedoeld uitspoelen van specie niet mogelijk zou kunnen zijn, dan wel worden;
4. bij geulvorming langs het stuk, de afdekking ongestraft mee zou kunnen buigen, dan wel plooiën, opdat de verdediging van de „geulwand” in goede staat zou blijven;
5. bij het ontstaan van steile hellingen de stortsteen aan het benedeneinde niet van het stuk zou kunnen rollen. Afgerolde — of buiten het grondstuk gestorte — steen doet turbulerend water en daardoor ontgrondingen en/of een inleiding tot geulvorming ontstaan;
6. zinkstukken, welke op een juiste wijze worden voorbelast, geen betuining behoeven. Bij een wijze van zinken, zoals voorgesteld in fig. 201, zullen in het dwarsprofiel de grootste hellingen voorkomen, groter dan in het lengteprofiel. In verband daarmee zou het aanbeveling verdienen de langswiepen boven de dwarswiepen te brengen. De wiepen dienen derhalve de taak te hebben het verplaatsen van de steen te beletten. Vindt evenwel de voorbelasting plaats met steen van geringe afmetingen, zoals uit de figuren 194 en 196 moge blijken, dan zullen de na te storten zwaardere stenen op zg. „glijvlakken” terecht komen, zie fig. 213, en daardoor behoefte hebben aan hoger gelegen steunpunten. Wordt echter — in plaats van kleine steen — ten behoeve van de voorbelasting steen van grotere afmetingen genomen en deze zoveel mogelijk direct tegen de wiep gelegd, die ook tijdens het zinken de stenen het verschuiven belet,

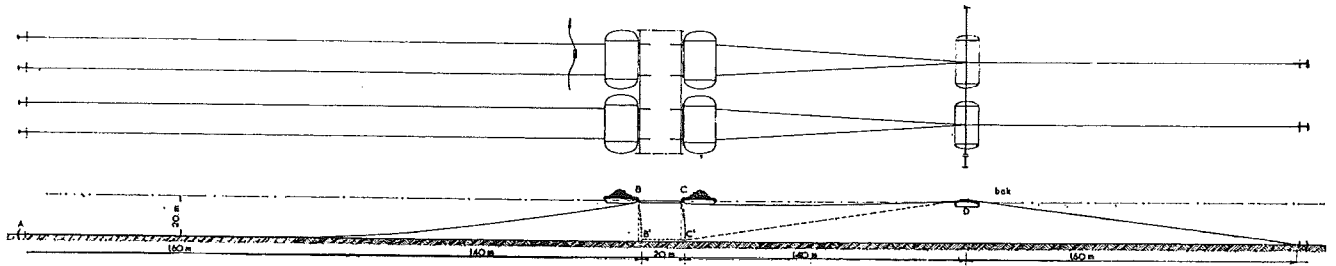


Fig. 216. Trosverankeringen met een ingelaste „parallelogram”.

dan zou zulks voldoende zijn. Behalve voorbedoelde steen tegen een wiep, zullen de stenen van zware afmetingen — tegen het verglijden — ook weerstand in de rijslaag vinden, zulks als gevolg van het „wegzakken of haken” in de rijslaag waarbij vooral de Gelderse rijzen de vereiste weerstand kunnen bieden, fig. 214;

7. het aanbrengen van zware zinksteen op de stukken middels laagwerkende transportbanden zou kunnen plaats vinden. Gedacht werd daarbij aan over — op in de „gangboorden” van de steenbakken aangebrachte — rails lopende, juist over de steenlading gaande, onderstellen waarop zowel om de verticale as als in de lengterichting te bewegen transportbanden. De zware stenen zouden daarbij nauwkeurig in het daarvoor bestemde vak zijn te deponeren.

Bij gebruik van steen met stukgewichten van bv. 100 kg behoeft slechts één steen per plm. 2,5 m² aangebracht te worden. Met behulp van lieslaarzen, al of niet over loopplanken, kunnen door de rijswerkers de stenen tegen de wiepen worden gekanteld. (Hierbij zij opgemerkt, dat de aanvankelijk „nog droogliggende” steen het stuk dieper doet zinken, dan de reeds min of meer „nat” geworden steen!).

Op een wijze als voorbedoeld is de belasting met zinksteen beter te regelen of te plannen dan met het systeem van weggeworpen steen van geringe afmetingen. Ook is daarmee beter naar behoefte rekening te houden met „eventuele blaasvorming” en met de krachten, welke op een doorgezakt stuk ontstaan als gevolg van de eb- of vloedstromen, fig. 203.

Voorts ware, bij het huidige veelvuldige gebruik van Gelderse rijzen, de wiepafstand van 0,90 m — die wellicht nog uit de tijd van het „voetenstelsel” dateert — aan te passen bij het gebruik van Gelderse rijzen en uit te drukken in het metrieke stelsel, derhalve in meters! Naar ik meen zal een wiepafstand van bv. 1,20 m zich beter aanpassen bij een bestorting van zware steen dan bij een kleinere maat. De nodige sterkte of stijfheid is desgewenst aan te passen door een toepassing van grotere wiepdiameters. Een wiepdoorsnede met een diameter van 0,11 m is immers reeds 1,5 x die met een diameter van 0,09 m, terwijl zo’n wiep beter is te vullen. Voorts zal het ook economischer zijn;

8. voor het tot zinken brengen van dergelijke stukken minder personeel benodigd zal zijn;
9. als gevolg daarvan de taak van de rijswerker meer kan worden verdeeld en geen afzonderlijke „steenlossers” ook nodig zullen zijn;
10. aldus — zoals gebruikelijk, doch weleens minder gewenst, — wel meerdere stukken in voorraad dienen te zijn, hetgeen zou zijn te realiseren door het op kunstmatige zaten samenstellen van de stukken, als reeds in 1934 toegepast bij de Zuider-

zeewerken, fig. 188. De zaten zouden hier in veelvoud zijn te maken of van een zodanige „diepte” dienen te zijn, dat — desgewenst — een drietal stukken achter elkaar zijn te maken en als het ware op te slaan. Dat de zate aldus aan het boveinde hoog zal komen te liggen werd geen bezwaar geacht daar het transport van het materiaal toch per hijskraan werd gepland;

11. na het aan de grond brengen van het stuk en het nastorten met — bv. „effectief” — 50 kg steen per m², het stuk in ruime mate zou worden ingezand met behulp van overvarende onder- of oplosers. De boven de rijconstructie aanwezige overtollige zandhoeveelheden zullen — zulks afhankelijk van de diepte en van de weersomstandigheden — na enige dagen tussen het hout zijn ingewassen, dan wel weggestroomd;
12. na het aldus inzanden, het stuk met een plm. 0,10 m dikke laag fijn grind en vervolgens met stortsteen 60/120 kg zou worden nabestort. Daarna zou het afstorten met fijn steenafval, uit de Belgische groeven, met zwaarten van bv. 2-8 kg en tenslotte met zand kunnen plaatsvinden;



Fig. 217. Het verplaatsen van de ankeraken per motorvlet. Bij ankers van een zwaardere type wordt gemaakt van mechanisch aangedreven bakken, waarop een motorlier.
(Foto Cees van der Meulen, Heemstede).



Fig. 218. Het moeizaam en bijzonder tijdrovende verplaatsen van de met ankers en trossen beladen ankeraken per „ellebogenstoom”.

13. de **buitenste rand** van het stuk voorzien dient te blijven van de voorbedoelde lagen materiaal, waarom een „hekwerk” volgens fig. 215 werd ontworpen. Het hekwerk kan steunen tegen de buitenste wiep „A”, dragen op wiep „B” en haken achter de tweede wiep „A”, desgewenst achter de derde wiep „A”. De er op rustende steenmassa zou een goede verankering kunnen geven;
14. buiten de wiep „B” een opgerolde rietmat werd geprojecteerd. Bij aantasting door de paalworm van wiep „A” en van de einden van de wiepen „C” en „D” zal het hekwerk voldoende stabiliteit blijven behouden, waarbij zelfs op een helling van 1:1 is te rekenen. Hoewel in de figuur niet aangegeven werd nog gedacht wiep „B” met een rietmat te omwikkelen opdat ook deze wiep intact zou kunnen blijven, en
15. tussen de evenwijdig aan de stroomrichting liggende wiepen „E” per zinkstuk, één zg. afdamming werd ontworpen, bestaande uit een boslengte Hollandse rijs, zodat de, met de in de naastliggende geul langslpende of meegaande, stroom de waterbeweging daar een halt wordt toegeroepen.

Mede gezien de ervaringen, opgedaan in de loop der jaren bij het op stroomzinken, als gevolg van het doorhangen van manillatrossen dan wel met het grote percentage rek daarin, werd hier gerekend op trossen van herculesdraad. Deze zijn nagenoeg niet onderhevig aan rek en hebben voorts een beduidend geringere doorsnede met gevolg, dat het — door de stroomkrachten veroorzaakte zijwaartse krachten — uitwijken zeer gering zal zijn. Ook werd gemeend, dat de trossen zg. „afgespannen” zouden kunnen worden door het toepassen van een „parallelogramvorm” in de trosverankering, zoals in fig. 216 schematisch voorgesteld. Tros A—B bestaat nl. uit plm 160 m draad of ketting, die vrijwel geheel op de bodem zal liggen, en een lengte van 140 m herculesdraad. Aan de andere zijde is een legboot van voldoende grootte tussengevoegd; deze ligt op een afstand van 140 m vanuit „C”. Bij het neerklappen van B naar B' en C in C' zullen de „parallellopende lijnen ter lengte van 140 m strak blijven en also het stuk vrij nauwkeurig op de bestemde plaats terecht doen komen.

Bij het — als gevolg van de voorbelasting — tijdelijk innemen van de reeds besproken „zakvorm” zal een zodanige spanning optreden in de draad A-B, dat het

draad- of kettingdeel ter lengte van 160 m de nodige speling kan opleveren en weer terug nemen. Zou het blijken, dat de lengte van 160 m daartoe onvoldoende mocht zijn, dan is deze uiteraard langer te maken ofwel een grotere lengte te geven.

De in de figuur weergegeven situatie ligt loodrecht op de stroomrichting. Het stuk kan ook in andere richtingen op een dergelijke wijze worden afgesteld. Zulks zou in het bijzonder te IJmuiden nodig zijn in verband met de gebogen situatie van de te maken objecten en de niet bepaald rechtlijnig lopende stromingen.

Door bv. de tros lengte A-B telkens met 20,00 à 20,50 m te verlengen zullen de stukken vrij nauwkeurig op de geprojecteerde plaats van bestemming terecht kunnen komen. Daartoe zijn op de bakken uiteraard de nodige hierwerken aan te brengen, en de verankering op solide wijze vast te leggen.

Teneinde het telkens verplaatsen van de verankeringen te ontgaan is tussen de kettingdelen en de herculesdraden van 140 m een veelvoud van laatstgenoemde lengte van plm. 20 m te brengen respectievelijk weg te nemen.

Ten aanzien van het uitbrengen van ankers en trossen kon inmiddels op motorvletten, fig. 217, in plaats van op de door „ellebogenstoom” voortbewogen ankeraken worden gerekend, fig. 218.

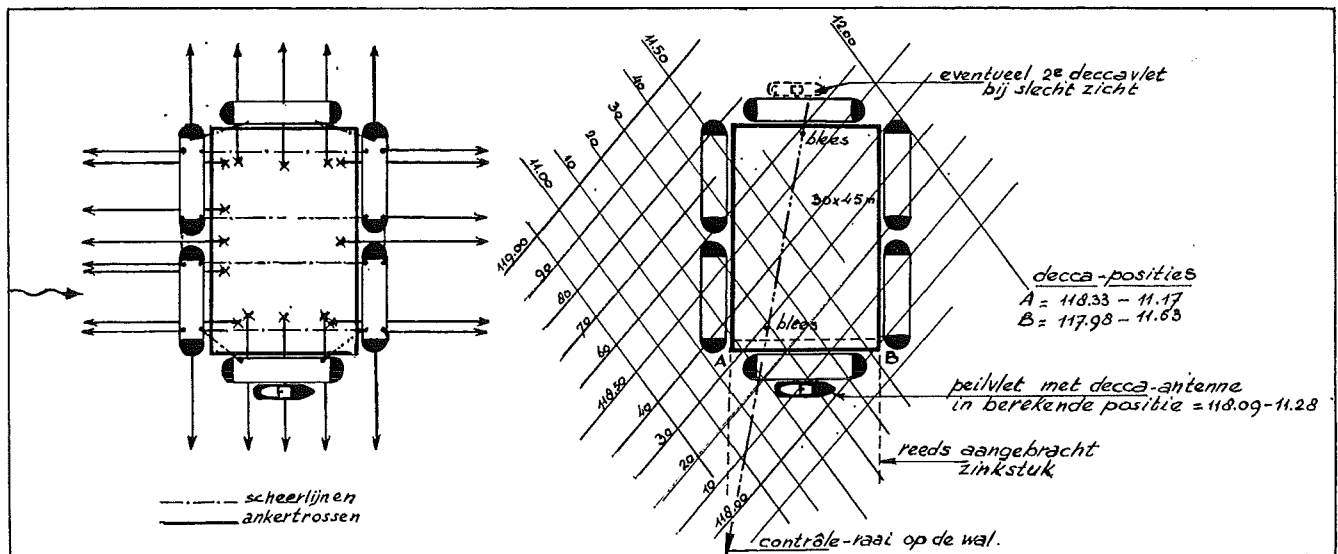
e. Uitvoering van de bodemverdediging ten behoeve van de havenhoofden te IJmuiden

Zoals reeds vermeld, onder A7-b, werden bij het uitgevoerde ontwerp van de havenhoofden te IJmuiden de grondstukken op de volgende wijze aangebracht. De stukken overlappen elkaar zowel ter plaatse van de langs- als van de dwarsstuiknaden, fig. 39. Het „meer dik” overlappen gaf geen aanleiding tot enigerlei bezwaren.

De stukken werden op een kunstmatige zate in de, aan het Buitentoeleidingskanaal grenzende, „Haven voor bijleggers” samengesteld en vandaar door de Buitenhaven naar de plaats van bestemming gesleept. De stukken hadden merendeels een grootte van 1350 m², terwijl er totaal rond 135.000 m² werd verwerkt.

In de, uit twee rijlagen en een laag riet plus de nodige tuinen en proppen bestaande, stukken werd per m² aan wiepen, vulling en afdekking 3,5 bos Gelders rijs aan bleeslatten en tuinen 0,12 bos Gelders rijs en

219. Schema van de verankering en het plaatsbepalen met behulp van het Decca-systeem.



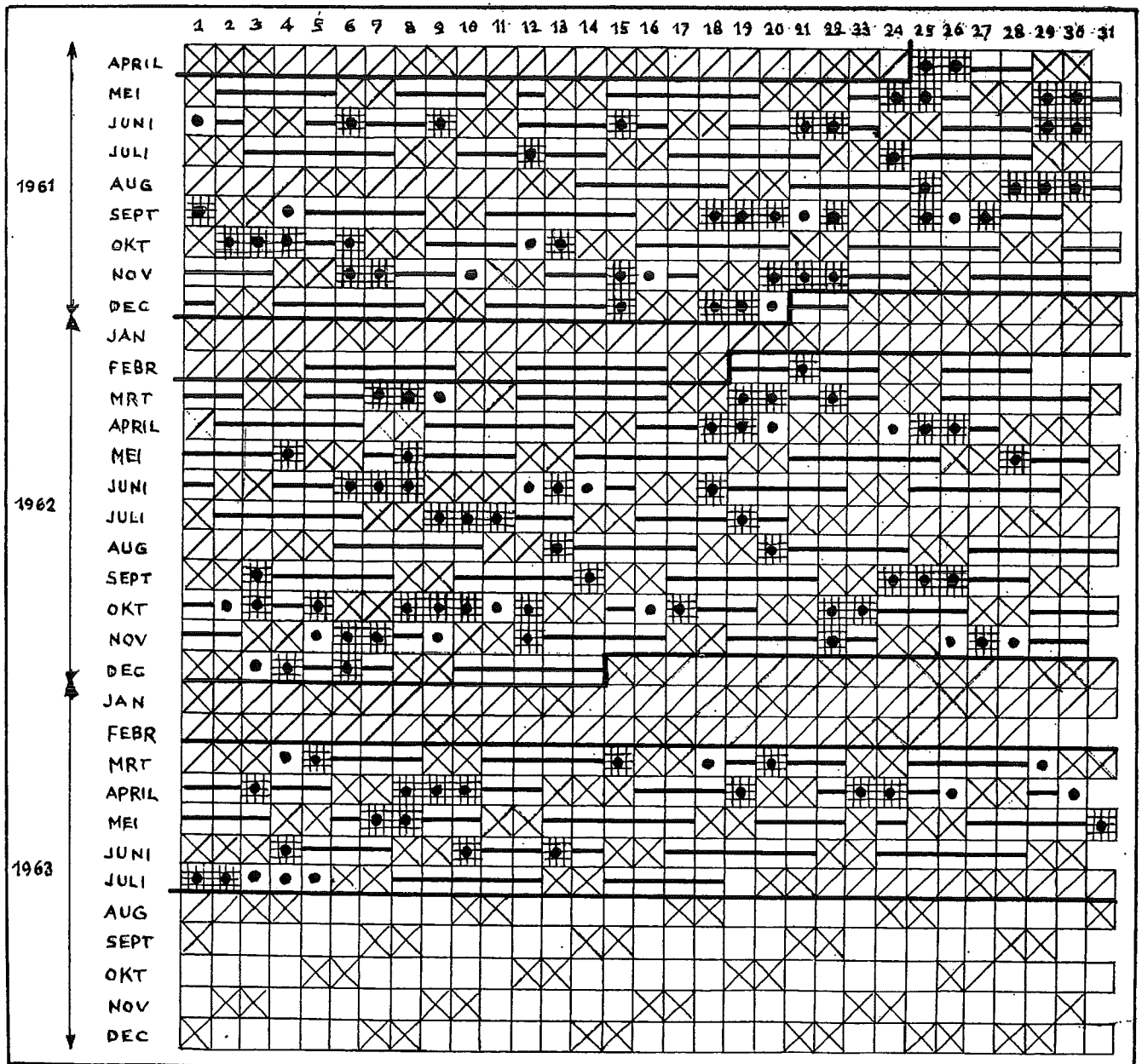
voorts 0,12 bos tuinpalen, 0,16 bos wiepbanden, 0,09 bos slieten, 1,1 proppaal, 0,36 bos riet (omtrek 1,20 m) en 0,5 arbeidsuren verwerkt.

De stukken werden op de traditionele wijze tot zinken gebracht, waarbij betreffende de plaatsbepaling gebruik werd gemaakt van het inmiddels tot ontwikkeling gekomen — uiterst ingenieuze — Decca Hi-Fix radioplaatsbepalingssysteem. Een bijzonder waardevol element bij dit systeem is het kunnen doorwerken ondanks zg. „slecht zicht”, mist of duisternis. Het aantal werkbare dagen was derhalve niet afhankelijk van deze natuurlijke hinderlijkheden. De nauwkeurigheid waarmede thans was te werken zou op de traditionele wijze (raaien of sextant) zeker niet zijn te halen.

Fig. 219 geeft een schema van de verankering van een stuk benevens een overzicht van de posities in het Decca-net. De peilvletten met Decca-antenne liggen hier in een vooraf berekende positie, terwijl bij slecht zicht een tweede vlet is in te schakelen. Voorts is nog controle mogelijk middels een tweetal daartoe — nauwkeurig — op het stuk geplaatste biezen in een raai op de wal in te zichten. De stukken overlappen elkaar 5 m, deze maat kon met een vrij grote nauwkeurigheid worden bereikt.

Fig. 220 geeft een overzicht van de dagen, liggende in het tijdvak van 25 april 1961 tot en met 18 juli 1963, waarin de genoemde, rond 135.000 m², zinkstukken konden worden aangebracht.

220. Overzicht van de werkbare en andere dagen.



VERKLARING

- ⊗ Zaterdag, zon- en vacantiedagen
- Geen waarnemingen verricht

- Onwerkbare zeedagen
- ▣ Werkbare dagen, gezonken
- Werkbare dagen, doch niet gezonken

Van de 813 dagen was de kwalificatie:
335 onwerkbaar wegens ongunstige zee;
247 aan zaterdagen, zondagen en/of vakantiedagen;
91 waarop geen waarnemingen konden of werden ver-
richt, w.o. het stilliggen in de winter;
27 stuks werkbare zeedagen waarop niet kon, dan wel
niet, werd gezonken, en
101 stuks werkbare dagen waarop werd gezonken.

Aldus kon slechts 12½% van de totale tijd worden
benut, terwijl verder is te concluderen, dat de verhou-
ding werkbaar/onwerkbaar op de normale werkdagen
(27 + 101): 335 bedraagt of wel globaal 1 : 3.

Nevenstaand tijdschema geeft een waarneming ver-
richt bij een der eerste stukken. Weersgesteldheid:
zwakke Z.W. wind, goed zicht. Zeegang: 0,10 à 0,20 m
per sec.

H.W. 12.09; L.W. 7.35.

4.00—4.40 uur klaar maken voor vertrek.

4.40—5.40 uur verslepen van zate naar ankerboeien,

5.40—5.50 uur ebankers uitgebracht,

5.50—6.20 uur vloedankers uitgebracht, in voorlopige
positie gebracht, steenbakken langs zij en stuk vastge-
maakt,

6.20—6.50 uur ballasten zinkstuk (gedeeltelijk),

6.50—7.15 uur wachttijd, schaft,

7.15—7.30 uur met decca in juiste positie gebracht,

7.30—7.55 uur zinkstuk afballasten,

7.55—8.00 uur steen in gangboorden, stuk vrijmaken,

8.00— uur zinken,

8.00—8.30 uur afstorten met zinksteen 10/80 kg,

8.30—9.00 uur bakken naar haven,

9.00—10.00 uur ankers gedeeltelijk opnemen,

10.00—11.30 uur nabestorten 80/200 kg aanbrengen,

11.30—13.00 uur ankers opnemen, bakken naar de ha-
ven.

Gezonken met 270 ton steen 10/80 kg.

Afgestort met 258 ton steen 80/200 kg.

Op grond van deze waarneming valt te concluderen,
dat bij een zeer kleine zeegang en tijdens laagwater
het zinken en het aan de grond brengen slechts van
7.30 u tot 8.30 u duurde, het verslepen en het stellen
3½ uren vorderde en het nabestorten plus het opne-
men en de afvoer nog 5½ uren eiste.

D. STUDIE BETREFFENDE ZINKSTUKCONSTRUC- TIES EN EEN EFFICIENTE WIJZE VAN HET AAN- BRENGEN DAARVAN

a. Inleiding

De gevolgen van de ramp in 1953, die o.m. bestonden
uit het dichtten van gaten van enorme grootte in vele
dijken, stelden de waterbouwkundigen voor problemen
op velerlei gebied. Deze problematiek was vooral een
uitvloei van de schaal van deze werken.

Was de dichting van het stroomgat bij Schelphoek
na de ramp reeds een mijlpaal in de geschiedenis, die
een steeds blijvend respekt afdwingt, het afsluiten
van de zeegaten in het deltagebied — waarvan de
grootste, de Oosterschelde, per getij 10 x zoveel water
afvoert als het rampgat bij Schelphoek — zou nog een
veel grootsere aanpak vereisen.

Bedoelde, zeer grote werken dienden dicht bij zee te
worden gemaakt, zodat wind en golf het aantal werk-
bare dagen per seizoen in ongunstige zin zouden beïn-
vloeden. (Hoewel geheel in volle zee gelegen, werd de
vrees voor het zeer geringe aantal werkbare dagen
naderhand te IJmuiden wel bevestigd, fig. 220. Gedu-
rende slechts plm. 30% van het aantal werkbare dagen
per jaar kon daar worden gezonken!).

De grote omvang van de beoogde grote werken, in
het deltagebied en wellicht bij Hoek van Holland, en
de beschikbaar te stellen slechts korte werkperiodes

zouden zeer grote produkties op velerlei gebied eisen.
Een bijzonder belangrijk probleem zou het vastleggen
van de bodem zijn, zulks vooral bij de noodzakelijke
versmalling van de getijdegeulen in de zeearmen, wel-
ke door toenemende stroomschuringen belangrijke
verdiepingen tot gevolg zouden hebben. Grote opper-
vlakten dienden dan ook te worden beschermd, waar-
bij in het bijzonder gedacht was te denken aan het
vastleggen van de fijnkorrelige, zanderige bodem.

Destijds werd eveneens rekening gehouden met, bij
de uitbouw van de Maasvlakte benodigde omvangrijke
grondstukken. Tezamen zouden in zeer korte tijd
honderdduizenden vierkante meters zinkwerk gepro-
duceerd moeten worden. Dergelijke bijzondere presta-
ties werden ook wel na de ramp in 1953 geleverd, doch
de vraag was nu zeker gerechtvaardigd of zulks onder
normale omstandigheden zou zijn te herhalen. Een
gebrek aan het benodigde personeel zou een uiterst
grote faktor zijn. Ongeschoolde arbeiders waren er
toen voldoende beschikbaar, in normale omstandighe-
den zou daarop bepaald niet zijn te rekenen. Een nog
belangrijker punt zou de geschoolde rijswerker zijn.
Het aantal van deze geschoolde medewerkers was
reeds aan het afnemen en wel in sterke mate als ge-
volg van een afvloeiing naar andere bedrijfstakken en
de veroudering. Het laatste is een gevolg te noemen
van het karakter van het „rijswerk”. De arbeiders —
uit de omstreken van de Biesbos — dienden veelal ver-
van huis in het zomerseizoen hun werk te verrichten
om des winters in de vrienden rijshout te hakken. Ze
moeten daartoe meestentijds in barakken verblijven
omdat de grote afstand naar huis het „pendelen”
vrijwel uitsluit. Het werk is voorts in sterke mate af-
hankelijk van het getij, zodat op de meest ongelegen
tijden — soms zeer vroeg, soms laat — moet worden
gewerkt. Vooral de jongere werknemer deed dit be-
sluiten elders onder gunstige omstandigheden te gaan
werken. Het gebrek aan een aanvulling van jonge
werkkrachten zou dan ook onherroepelijk een verou-
dering niet doen uitblijven.

Zowel de technische eisen, als de te verwachten, min-
der gunstige arbeidsmarkt noopten derhalve tot
het zoeken naar arbeidsbesparende- en produktiever-
hogende werkmethoden.

Bepaald logisch is het mitsdien te noemen, dat —
zowel van overheidswege als van de zijde van de aan-
nemers — de noodzakelijkheid tot het onderzoeken,
van de mogelijkheden voor het doelmatiger en meer
economisch vervaardigen van bodembeschermingen
van de bodem, werd ingezien.

Ten behoeve van voorbedoelde onderzoekingen werd
een **Werkgroep** ingesteld, waarin deskundigen van de
overheid (rijkswaterstaat) en van een — inmiddels in
de „Nederlandse Vereniging van Kust- en Oeverwer-
ken (K. en O.)” samengebundeld — aantal aanne-
mers van zinkwerken; de oprichting van deze veren-
ging vond plaats in 1954.

Voorbedoelde Werkgroep had zich te beraden over
de verbetering van de klassieke zinkstukconstructie,
de mechanisatie daarvan en omtrent een efficiëntere
en minder tijdrovende wijze van aanbrengen. Hierbij
diende uitdrukkelijk uit gegaan te worden van de
grondslag, dat niet ten koste van alles — d.w.z. veel
geld — in de praktijk minder ondoelmatige, geme-
chaniseerde constructies zouden worden opgezet. De
investerings in het materieel en in de constructies
bij de toen heersende- en bij het toekomstige loonpeil
dienden zeker een verantwoord rendement op te leve-
ren.

De opdracht van de Werkgroep zou o.a. bestaan uit:

1. het inventariseren van de, in de — toen — laatste
decennia, uitgevoerde bodembeschermingen,
2. het inventariseren van de al of niet nadelige gevol-
gen van de paalworm,

3. de aankoop en de opslag van het rijshout,
4. het zoeken van een constructie, geschikt voor het langs mechanische weg maken van wiepen,
5. het maken van de stukken op kunstmatige zaten,
6. het ontwerpen van mechanische middelen ten behoeve van het aanbrengen van zink- en stortsteen,
7. de sterkte van de proppen,
8. het meer uitbreiden van de mogelijkheden betreffende het zinken op stroom,
9. het nader bestuderen van de constructie van het zinkstuk, en wel in het bijzonder het samenstellen en het bepalen van de sterkte van de wiepen, benevens van de functie van de tuinen en van de invloed van deze constructiedelen,
10. het langs mechanische weg tot zinken brengen en het evenzo nabestorten van de stukken, benevens tot welke grenzen zulks mogelijk zal zijn en tot welke produktie- en financiële voordelen zulks zou kunnen leiden.

Ad 1. Het inventariseren van de, in de laatste decennia voor 1964, uitgevoerde bodembeschermingen

Omtrent een 20-tal, vóór 1964, uitgevoerde zinkwerken, behorende tot de grotere objecten, werden door een als deel van de Werkgroep ingestelde commissie velerlei gegevens gevraagd en verkregen.

De belangrijkste daarvan zijn in nevenstaande staat A opgenomen.

Uit de totale verkregen gegevens valt thans op te merken, dat:

- a. de wiepafstand merendeels 0,90 m is, behalve bij de

- b. onder de volgnummers 7 en 8 van de staat A de wiepafstanden 0,70 en 0,80 m bedragen. De kleinere wiepafstand werd nodig geacht teneinde het afscheuren van de stukken minder mogelijk te maken ofwel ter versterking. De stukken liggen op grotere diepte, zodat tijdens het zinken grote „zakken” waren te verwachten. De steen kreeg door de geringere wiepafstand tevens minder gelegenheid om te gaan rollen. Een vastere ligging van de stortsteen werd er evenwel geenszins door bereikt of bevorderd;
- c. bij de aanleg van de Afsluitdijk (nr. 18) zeer zware wiepen werden toegepast. Naar ik meen werd geveesd, dat — bij de zeer grote stroomsnelheden in de sluitgaten — de normale betuiningen het wegrollen van de bestorting niet zouden kunnen weerstaan;
- d. in het bijzonder bij de Waddeneilanden de wiepen met een gegalvaniseerde draad werden verstrekt,
- e. windingen van gegalvaniseerd ijzerdraad de wiepen versterkten, doch de rek niet konden voorkomen,
- f. in het algemeen stukken van 3 lagen werden toegepast, terwijl de dikte daarbij varieerde van 0,28 m tot 0,45 m. De grootste dikten kwamen voor bij de volgnummers 7 en 8, waar zich diepten van 25—50 m voordeden, doch ook waar de diepte slechts 3 m bedroeg.

| Volgnummer | Staat A | | Jaar | Zinkstuk Kraagstuk | Grootte in m ² of breedte in m. | Aantal lagen | | | Dikte in cm | Marge tussen stukken in m | Bestorte breedte in m | Zinksteen in t/m ² | Stukgew. in kg | Diepte in m | Helling | Nabestorting | | | | Totale bestorting in t/m ² | Totaal op randen in t/m ² | | |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|--------------------|--|--------------|------------|----------|-------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------|-------------|---------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------|-----|
| | Beheerslichaam, Onderdeel | | | | | onder-laag | kruis-laag | dek-laag | | | | | | | | 1ste laag | | 2de laag | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | in t/m ² | Stukgewich in kg | in t/m ² | Stukgewich in kg | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Zuid-Watering | Onderzeese oever | '58 | x | 20x70 | 3 | H | f.g.g. | f.g.g. | H | 38 | 5 | 5 | 0,30 | 25/80 | 50 | 1:4 | 0,45 | 200/500 | 0,45 | 80/200 | 1,2 | 0,9 |
| 2 | Polder Walcheren | Strandhoofden Zuiderstrand | '57 | x | 20x55 | 3 | f.g.g. | f.g.g. | f.g.g. | H | 40 | 0 | 1 | 0,30 | 25/80 | 18 | fl. | 0,30 | 80/200 | 0,30 | 80/200 | 1 | 0,6 |
| 3 | Oostwatering, Verd. vaste punten | Rijkswaterstaat | '47 | x | 30/60 | 3 | H | f.g.g. | f.g.g. | H | 38 | 5 | 5 | 0,30 | 25/80 | 12 | 1:15 | 0,25 | 80/200 | 0,25 | 80/200 | 0,8 | 0,5 |
| 4 | Zuidsløe Oeverwerken | Boulevard De Ruyter Verzw. zeev. | '61 | x | 20x50 | 3 | f.g.g. | f.g.g. | f.g.g. | f.g.g. | 33 | 1 | 5 | 0,30 | 10/80 | 20 | 1:8 | 0,55 | 80/200 | 0,15 | 10/80 | 1 | 0,7 |
| 5 | Sloehaven Havendammen | Cal. Polder Borssele | '60 | x | 20x40 | 3 | f.g.g. | f.g.g. | f.g.g. | f.g.g. | 33 | 1 | 5 | 0,30 | 10/80 | 14 | 1:2 | 0,55 | 80/200 | 0,15 | 10/80 | 1 | 0,7 |
| 6 | Cal. Polder Borssele | Cal. Wilhelminapolder | '63 | x | 20/80 | 3 | f.g.g. | f.g.g. | f.g.g. | f.g.g. | 33 | 1 | 5 | 0,30 | 10/80 | 12 | 1:6 | 0,55 | 80/200 | 0,15 | 10/80 | 1 | 0,7 |
| 7 | Delfland, Strandhoofden, koppen | Rijkswaterstaat | '47 | x | 20/65 | 3 | H | H | H | H | 45 | 5 | 5 | 0,30 | 10/80 | 50 | 1:7 | 0,35 | 10/80 | 0,35 | 10/80 | 1 | 0,7 |
| 8 | Dienstkring Den Helder-Petten. | Bescherming onderz. talud | '51 | x | 20/80 | 3 | H | f.g.g. | H | H | 42 | 5/10 | 10 | 0,30 | 10/80 | 50 | 1:4 | 0,35 | 80/200 | 0,35 | 80/200 | 1 | 0,7 |
| 9 | Dienstkring Den Helder-Petten. | Strandhoofden | - | x | 15/50 | 3 | H | f.g.g. | H | H | 43 | 0 | 0 | 0,20 | 10/80 | 3 | fl. | 0,80 | 500/1500 | - | - | 1 | 0,8 |
| 10 | Terschelling, Vastleggen geulen | Vlieland, Strandhoofden | - | x | ? | 2 | g.r. | g.r. | g.r. | riet + g.r. | 22 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | Ameland, Verdediging vaste punten | Lauwerszeewerken | - | x | ? | 3 | riet | g.r. | g.r. | riet + toph. | 34 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | Bootsgat, Oeververdediging | Werkeiland, Oeververdediging | - | x | ? | 3 | g.r. | g.r. | g.r. | riet + toph. | 38 | 0 | - | 0,25 | 10/80 | 25 | - | 0,65 | 80/200 | - | - | - | 0,9 |
| 13 | Werkeiland, Vastleggen geulen | Zuiderzeewerken | - | x | ? | 3 | riet | g.r. | g.r. | g.r. | 23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 14 | Aanleg Afsluitdijk, dekstuk | Leidammen Den Oever-Kornwerderzand | '31 | - | 20/60 | 2 | g.r. | - | H | H | ? | -2 | - | 0,15 | 5/80 | 13 | 1:3 | 0,25 | 60/200 | 0,3 | - | 0,7 | - |
| 15 | Leidammen Den Oever-Kornwerderzand | Uitwateringssluis | '30 | x | - | 3 | H | riet | H | H | ? | - | - | 0,90 | 5/80 | - | - | 1,3 | 60/200 | 2,1 | - | 2,2 | - |
| 16 | Uitwateringssluis | Aanleg N.O.P. | '30 | x | - | 2 | H | - | H | H | 30 | - | - | 0,90 | 5/80 | - | - | 1,3 | 60/200 | 2,1 | - | 2,2 | - |
| 17 | Aanleg N.O.P. | IJsselmeer Knardijk | '40 | - | - | 2 | H | - | H | H | 30 | - | - | 0,20 | 10/60 | - | - | 0,3 | 60/200 | - | - | 0,5 | - |
| 18 | IJsselmeer Knardijk | IJsselmeer O.Flevoland, meerzijde | - | x | - | 3 | riet | riet | H | H | 28 | - | - | 0,20 | 10/60 | - | - | 0,3 | 60/200 | - | - | 0,5 | - |
| 19 | IJsselmeer O.Flevoland, meerzijde | IJsselmeer O.Flevoland, polderzijde | - | x | - | 3 | riet | riet | H | H | 28 | - | - | 0,20 | 10/60 | - | - | 0,35 | 60/200 | - | - | 0,5 | - |
| 20 | IJsselmeer O.Flevoland, polderzijde | Oostvaardersdiep | - | x | - | 2 | riet | - | H | H | 24 | - | - | 0,20 | 10/60 | - | - | 0,3 | 60/200 | - | - | 0,5 | - |
| 21 | Oostvaardersdiep | Deltawerken, Havendam Willemstad | - | x | - | 3 | riet | riet | H | H | 29 | - | - | 0,20 | 10/60 | - | - | 0,3 | 60/200 | - | - | 0,5 | - |
| 22 | Deltawerken, Havendam Willemstad | | - | x | - | 3 | riet | g.r. | g.r. | g.r. | 33 | -5 | - | 0,25 | 10/60 | 6 | - | 0,4 | 80/200 | - | - | 0,65 | - |

? = niet bekend 1) alleen op de berm

Bij Vlissingen, nr. 5, werd een dikte van slechts 0,33 m voorgeschreven, hoewel hier het 20 m brede kraagstuk op een — steil — talud van 1 : 2 kwam te liggen;

- g. de wiepen om de andere werden betuind. Als hoogte daarvan wordt — overeenkomstig de A.V. — 0,18 m vermeld;
- h. de marge tussen de stukken varieert van nihil tot 5 m, terwijl bij de volgnummers 18 en 26 overlappen voorkomen van 2 resp. 5 m. Deze worden in de staat A vermeld met -2 resp. -5. Bedoelde grote marge werd nodig geacht om bepaald een overlapping te ontgaan. De ruimte tussen de stukken werd zwaar bestort;
- i. bij de nummers 1, 2 en 3 als zinksteen 25/80 kg wordt vermeld. Deze stukgrootte was wellicht zeer moeilijk aan te brengen, doch zoals dezerzijds reeds opgemerkt als eerste laag niet onjuist te noemen. De hoeveelheid daarvan (300 kg/m^2) lijkt echter wel groot. Een omvang van 100 kg/m^2 , waarop 300 kg/m^2 steen van 80/200 en vervolgens de vooraf gespaarde steen van 25/80 kg — zulks om

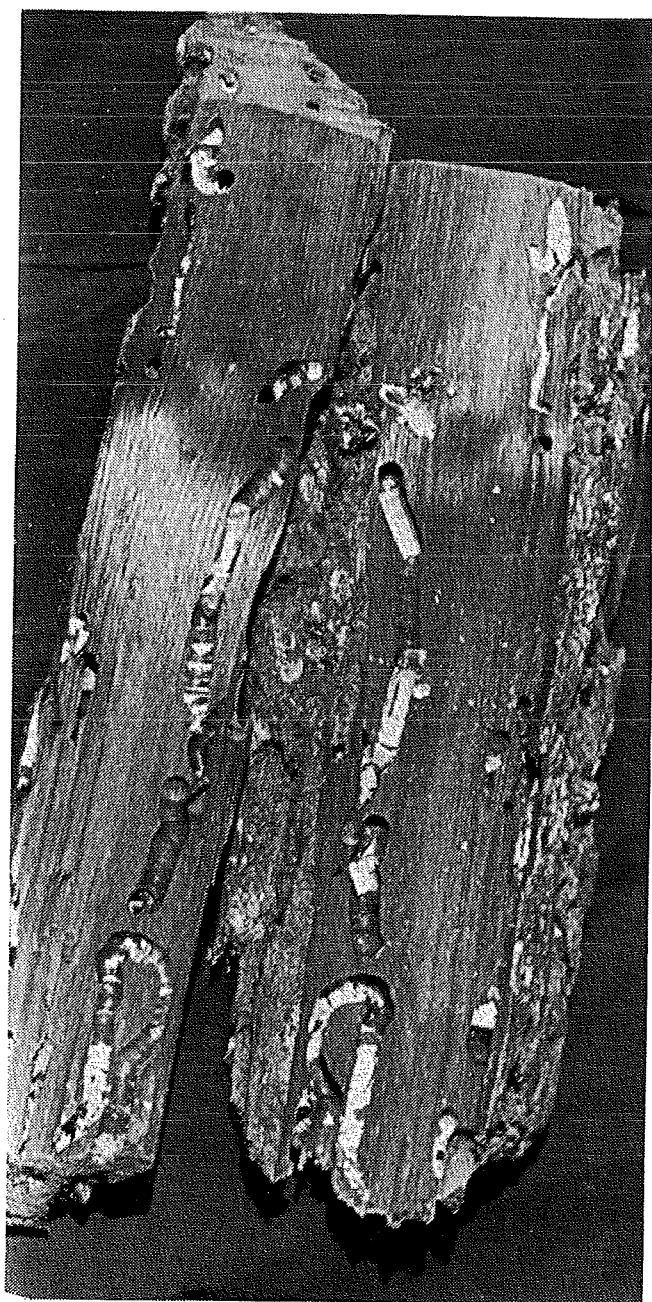
een opvulling van de ruimten te verkrijgen — zou misschien een meer vastere ligging geven;

- j. onder de nummers 18 t/m 20 zinksteen 5/80 kg en onder de nummers 21 t/m 26 steen van 10/60 kg wordt vermeld. De nabestorting wordt gevormd door steen van 60/200 kg. Naar ik vrees zullen hier, als gevolg van de kleine zinksteen, glijdvlakken worden gevormd, zoals in figuur 213 weergegeven;
- k. bij de strandhoofden van Delfland, nr. 9, 300 kg zinksteen/ m^2 werd gebruikt, waarop een 700 kg grote bestorting van 500/1500 kg. Deze zware steen diende om met het eigen gewicht een vastere ligging tegen de zware golfaanvallen te geven;
- l. de randen van de stukken, genoemd onder de nummers 1 t/m 11 en 14, zwaar werden nabestort;
- m. over het algemeen de bestortingen een sterk ongematig bovenvlak zullen hebben verkregen. De vraag kan dan ook gerechtvaardigd zijn: zouden de veelal gemeden overlappingsen, zoals bij de reeds aangehaalde nummers 18 en 26 én bij de onder C-e omschreven zinkwerken te IJmuiden toegepast, grotere ongelijkmatigheden hebben veroorzaakt? Naar ik meen zal er weinig verschil zijn te constateren;
- n. een bepaalde eenheid, in de stukgrootte en de hoeveelheden zink- en stortsteen, behalve bij de Zuidoostwerken, moeilijk is te bespeuren;
- o. uit de staat niet is te concluderen, waarop de onderlinge afwijkingen zijn gebaseerd;
- p. deze inventarisatie toch wel een nuttige basis kan zijn voor nadere overwegingen aangaande nog toe te passen constructies, en
- q. nagenoeg steeds bij kentering op laagwater werd gezonken.

Het zal geenszins oninteressant zijn binnen niet te lange tijd een gelijksoortig overzicht op te stellen betreffende de na 1964 uitgevoerde zinkwerkconstructies.

Fig. 221. Paalwormen, *Teredo navalis* L.

Fig. 222. Paalwormgangen aan de oppervlakte in tropisch hardhout.



| Opname in: | Plaats | Diepte in m. - N.A.P. | Gezonken in: | Paalworm | Bijzonderheden | Omschrijving bevinding |
|---------------|--|-----------------------|--------------|----------|--|---|
| Augustus 1873 | Langendijk | 20,- | 1870 | Ja | Rand van stuk bloot | Bovengebracht zwaar stuk hout door paalworm aangetast. |
| Augustus 1873 | Langendijk | 22,- | 1870 | Neen | Stuk geheel onder zand en mosselen | Duiker kon stuk tuinlat met moeite afbreken. De lat was geheel gaaf en sterk. Kwam uit de grond. |
| Juli 1874 | Flaauwers | 6,- | 1867/1872 | Ja | --- | Na oeverafschuiving was rijshout in de grond gaaf. Boven de grond hout sterk aangetast. |
| April 1875 | Borrendamme Susanne's inlaag | 25,- | 1835? | -- | --- | Bovengebracht rijshout vertoonde geen bijzonderheden. |
| Juli 1879 | Zuidhoek (Plaatdijk) | 26,- | Niet bekend | Ja | Even tevoren vond een afschuiving plaats | Een met paalworm doorboorde staak werd boven gebracht. |
| Juni 1881 | West Repard | 14,- | Niet bekend | Neen | --- | Gaaf rijshout boven gebracht. |
| Juni 1883 | Borrendamme bij Kistersnol | 17,- | 1835? | -- | --- | Gaaf, onverteerd en taai hout werd boven gebracht. |
| Juni 1883 | Borrendamme bij Kistersnol | 24,- | 1840 | Ja | Buitenste delen niet bedekt | Wiephout boven gebracht. Dunne takken vrij gaaf, dikkere wel door paalworm aangetast. |
| Juli 1884 | Noorderstrand | 6,- | Niet bekend | Neen | --- | Bovengebracht rijshout wel bros, doch niet verteerd. |
| Augustus 1886 | Noorderstrand West Repard | 10,80 | Niet bekend | Neen | Afgescheurd stuk bloot | Takken boven gebracht, bros en krachteloos. Geen paalworm. |
| Augustus 1886 | Noorderstrand West Repard | 14,80 | Niet bekend | Neen | --- | Duiker liep op slappe grondslag blootliggend rijns en trapte er doorheen. |
| Oktober 1886 | Borrendamme, noordelijk van Westhavenhoofd | 11,50 | 1822 | Neen | --- | Boven water gebracht rijshout nog lang niet verteerd. |
| Oktober 1886 | Borrendamme noordelijk van Westhavenhoofd | 11,50 | 1822 | Neen | --- | Duiker kon zijn ijzer niet door hout heen steken. |
| Juni 1890 | Westhavenhoofd Zierikzee | 12,40 | 1890 | Neen | --- | Een met zeepokken bezette bos rijshout bovengebracht. Bij het direkt weer te water laten zonk het meteen. |

2. Het inventariseren van de al of niet nadelige gevolgen van de paalworm

Van oudsher worden houtconstructies belaagd door de paalworm, slechts enkele van de tropische soorten hout zijn tegen deze vernielers bestand. Zowel de rijswerken als sommige sluisdeuren, steigerwerken en dergelijke constructies lijden daaronder, althans voorzover aanwezig in zout- of sterk brakwater en niet samengesteld uit voorbedeelde, enkele soorten tropisch hout.

De paalworm is geen worm, hij is een tweekleppig week-schelpdier. Aan onze kust komt de soort *Teredo navalis* L voor, zie het artikel „Een paalwormproef in Nederland met Indische- en Surinaamse houtsoorten,” door ir. H. Spoon, in OTAR van september 1943.

De paalworm wordt in alle wereldzeeën aangetroffen. Het lichaam van de worm is wormachtig, fig. 221, grijs en slijmerig en is aan de „kop” voorzien van getande schelpjes. Hij wijkt betreffende bouw, vorm en functie van de schelpen sterk af van de schelpdieren.

Bij de meeste schelpdieren rusten de schelpen in gesloten stand tegen elkaar. Dit is bij de paalworm niet het geval. De schelpen zijn in gesloten toestand sterk gapend, ze zijn in verhouding tot het langgerekte lichaam zeer klein. Bij een volgroeid exemplaar bedragen de lengte, breedte en hoogte alle ongeveer 4 à 7 mm, ze worden gebruikt om in het hout te boren. Ze bevinden zich aan het voorste deel van het lichaam, bestaan uit drie vlakken waarvan er twee zijn voorzien van een groot aantal zeer fijne tandjes. Ze doen dienst als rasp teneinde de paalworm, het middels een draaiende beweging, mogelijk te maken het hout te verpulveren. Aan weerszijden van het lichaam bevindt zich een mantel, waartussen kieuwen die naar achteren buisvormig zijn uitgegroeid. De mantelholte wordt door de kieuwen in twee ruimten gescheiden. Bij de beëindiging van deze kieuwen wordt de scheiding voortgezet door een scheidingswand en eindigt daarna in twee dunne beweeglijke afzonderlijke pijpjes of sifons, die enige centimeters buiten het hout, waarin de

Staat C

| Plaats | Aantal lagen | Samenstelling van het stuk | Diepte in n ben. H.A.P. | Ingewassen met zand of aangeslibt | Bijzonderheden | Aantasting door paalworm | Jaar van | | Bestorting in tonnen per m | Opmerkingen |
|---------------------------------------|--------------|--|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|-----------|------------------------------|--|
| | | | | | | | aanbreng | onderzoek | | |
| Drempel van Hoordgeul van Kramer | 3 | Riet waarop 2 lagen Geld. rijs | 10,- | Half | Randen bloot | Palen doorboord | 1962 | 1964 | 0,25- 10/80+ 0,35- 80/200 | --- |
| | 3 | idem | 5,80 | Heen | --- | Heen | 1962 | 1964 | idem | --- |
| | 3 | idem | 6,50 | Zeer weinig | Sjorring-touwen ver- gaan | --- | 1962 | 1964 | idem | --- |
| Kraagstukken bij Bruinisse | 3 | Gelders rijs waarop riet en Holl. rijs | 2,50 | Heen | --- | In sterke mate | 1953 | 1964 | 0,2- 10/80+ 0,3- 80/200 | --- |
| Folder Borsssele Oeververd, Hoordmol. | 3 | --- | 40,- tot 50,- | Ja | Hout dik begroeid | Heen | 1929 | 1958 | --- | --- |
| Cal.Hoofdplaatpolder | - | --- | 25,- | Ja | --- | --- | 1920/ 30 | 1957 | --- | --- |
| Cal.Hoofdplaatpolder | - | --- | 25,- | Ja | --- | --- | idem | 1959 | --- | In uitstekende stuk- ken hout geen paalworm |
| Hoofd-polder Bruinisse | - | --- | --- | Ja | --- | Heen | 1825/ 1925 | 1960 | --- | --- |
| Zijpe, bij Vluchthaven Bruinisse | - | --- | --- | Ja | --- | Heen | --- | 1961 | --- | --- |
| Werkhaven Bruinisse | 3 | Fijn Geld.rijs waarop riet en Holl. rijs | --- | Heen | --- | Veel paalworm | 1958 | 1961 | 0,2- 10/80 0,3- 80/200 | --- |

paalworm zich bevindt, uitsteken. Eén der buizen dient voor de ademhaling en de opname van het voedsel (plankton), de andere verzorgt de afvoer van het water waaraan het voedsel en de zuurstof zijn onttrokken, en van de afvalstoffen. Naast de sifons zitten aan het achtereinde van het lichaam twee afzonderlijke, kleine kalkstukken of paletten. Hiermede is het voor de paalworm mogelijk om na intrekking van de sifons de opening in het hout af te sluiten. Het dier is aldus in staat lange tijd een ongunstige levensomstandigheid, als gevolg van een of andere minder gunstige situatie,

vervuld water, een te laag zoutgehalte of dergelijke, te overleven.

De paalworm scheidt kalk af, waarmede de wand van het geboorde gat wordt bekleed. De bekleding dient als bescherming voor het weke lichaam. Aan de kalkafzetting zijn de door de paalworm gemaakte gaten te herkennen. Het lichaam kan een lengte bereiken van zelfs 0,40 m. De paalworm komt beneden half-tij voor. Tot welke diepte het dier kan leven is niet bekend. Aan de Nederlandse kust is het aangetroffen op diepten van meer dan 30 m. Fig. 222 geeft een beeld

Fig. 223. Wiepmachine — zonder kap — waarbij zichtbaar de lagering van de vier stuks rollassen, twee van de vier touwbussen en — links — de trechtervormige inlaat.

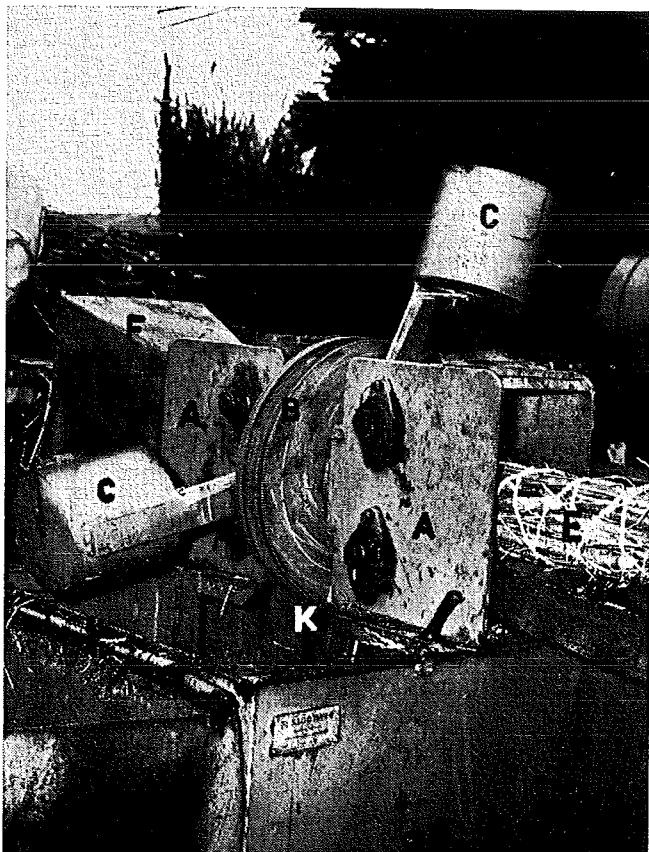
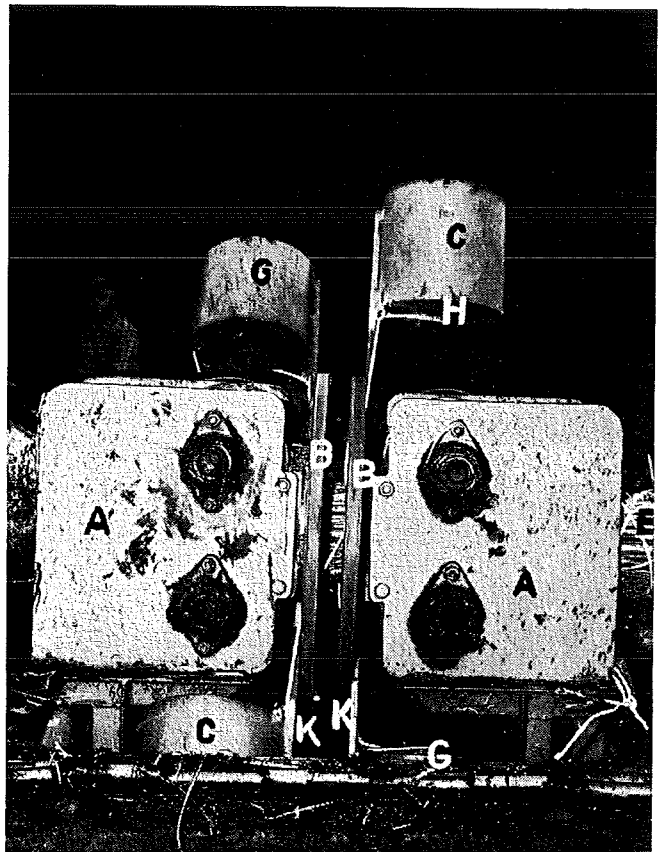


Fig. 224. Wiepmachine, zonder kap, waarbij o.a. zichtbaar de twee schijven, de vier touwbussen en de wiep met een omtrek van 0,45 m.



van de aantasting van een tropisch hardhouten paal. Hier is de worm min of meer aan de oppervlakte van het hout gebleven. Op grotere diepten dan ongeveer 10 m treft men deze aantasting van genoemde houtsoort echter slechts nog sporadisch aan.

Voor de voortplanting en ontwikkeling en de daaruit voortkomende verbreiding van de paalworm zijn de temperatuur en het zoutgehalte van het water twee belangrijke factoren. De temperatuur is het belangrijkste tijdens het larvestadium. De paalworm doet zich het meest gelden na een hete of droge zomer, zoals uit de paalwormepedemieën in 1660, 1730, 1759, 1770/71, 1824/27 en 1858/60 is gebleken. De toen aangebrachte grote verwoestingen schenen althans een verband te hebben met genoemde droge en warme zomers.

De voortplanting van de onderhavige *Teredo navalis* L vindt plaats bij watertemperaturen tussen 12°C en 23°C. Temperaturen van 30°C schijnen deze paalworm niet te deren. Een lagere temperatuur dan 5°C doet de boorcapaciteit ophouden, terwijl de worm een nog lagere temperatuur waarschijnlijk niet verdraagt.

De paalworm kan zich vrij goed aan het zoutgehalte aanpassen, hij doorstaat een s.g. van b.v. plm. 1,013 en blijft bij een s.g. = 1,035 nog in leven. Over het algemeen zijn de diepere geulen van de zeegaten, waarin het zoutgehalte vrijwel steeds op peil blijft, gunstig voor deze belager.

Zoals reeds opgemerkt zijn enkele tropische houtsoorten van nature paalwormresistent. Hun resistentie hebben deze houtsoorten te danken aan een hoog gehalte aan kiezelzuur en alkaloiden en nog enige andere organische gifstoffen. Niet resistente houtsoorten kunnen veelal resistent worden gemaakt door het impregneren met creosootolie, waarbij tenminste 200 kg per m³ hout moet zijn opgenomen.

Aan in de periode van 1873—1890 door het waterschap Schouwen opgestelde rapporten werd, betreffende de paalworm, de inhoud van staat B ontleend.

Staat C geeft de resultaten van duikeronderzoekingen inzake de paalworm in de jaren 1957—1964.

Aan het voorgaande is toe te voegen, dat:

1. de dennenhouten horizontale aanslaglijsten, zittende aan de roldeuren van de Noordersluis te IJmuiden, bereid met plm. 200 kg creosootolie per m³, na 6 jaar in sterke mate door de paalworm waren aangetast. De lijsten zijn bevestigd op N.A.P. — 15,00 m;
2. de horizontale aanslaglijsten van de puntdeuren van de schutsluis te Den Oever, aanwezig ter hoogte van NAP — ± 4,00 m, in sterke mate waren aangetast door de paalworm, nadat ze twee à drie jaar tevoren waren aangebracht, en
3. de dennenhouten wrijfhouten, bereid met tenminste 250 kg creosootolie per m³ hout, bevestigd aan de meerstoelen te IJmuiden vanaf het peil van NAP — 2,50 m voorts na 30 jaar nog niet door paalworm waren aangetast.

De lijsten te Den Oever waren van pitch-pine en bereid met plm 150 kg creosootolie per m³. De geciteerde aanslaglijsten te IJmuiden bevinden zich niet voortdurend in normaal zout water met een soortgelijk gewicht van bv. 1,025. Als gevolg van het schutten wordt bedoeld soortelijk gewicht telkens verlaagd tot bv. 1,013. Dit is het geval bij de buitensluisdeuren, bij de binnensluisdeuren varieert het soortelijk gewicht, op het peil van NAP — 15,00 m, van 1,018 tot 1,008. Hier wordt slechts zeer sporadisch de paalworm aangetroffen.

De te Den Oever gesignaleerde lijsten bevonden zich aan de buitendeuren, hier kwam een s.g. van ongeveer dezelfde orde van grootte voor als bij de buitendeuren te IJmuiden.

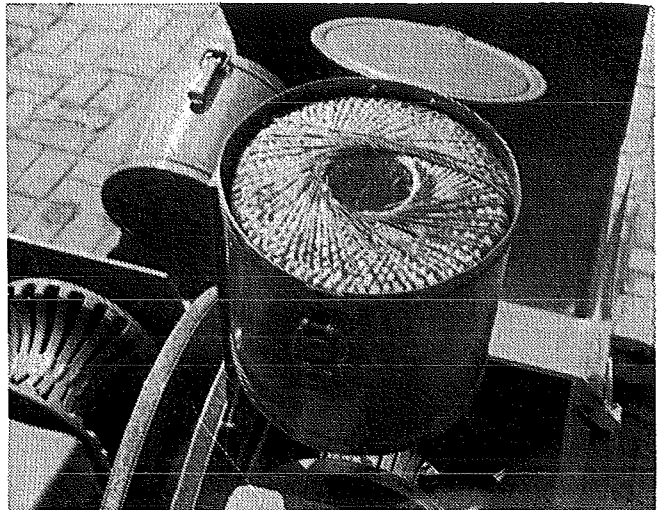


Fig. 225. Een touwbus met een klouw polypropylene.

Als een bijzonderheid wordt opgemerkt, dat een op het peil van plm. NAP — 5,00 m onder de luchtkist van de buitenroldeur te IJmuiden klem zittende badning van dennenhout, die zich vrijwel voortdurend in normaal zeewater bevond doch daar, waar in geen geval licht kon doordringen, niet in het minst door paalworm werd aangetast. Volledigheidshalve moet echter worden vermeld, dat tijdens de deurbewegingen stroomsnelheden optraden van wellicht 2 à 3 m per sec. Het niet doordringen van licht zal waarschijnlijk minder invloed hebben gehad dan de grote stroomsnelheden. Het niet aanwezig zijn van de paalworm in gebieden met dergelijke stroomsnelheden werd trouwens meer gesignaleerd.

Uit het voorvermelde en andere gegevens zou zijn af te leiden, dat:

1. in de Westerschelde bij Borssele en bij de Hoofdplaat geen paalworm was te melden. Collega Barentsen plaatste echter kort voor de laatste oorlog bij Borssele een dennenhouten paal die na slechts één jaar reeds sterk door de paalworm bleek te zijn aangetast;
2. de paalworm in de Oosterschelde wordt aangetroffen op een diepte van 25 m (Bij Texel werd de belager op 30 m diepte gesignaleerd, de stukken waren zodanig aangetast, dat — daar waar geen riet was verwerkt — binnen de 15 à 20 jaar eigenlijk opnieuw had dienen te worden gezonken.);
3. niet is komen vast te staan, dat de functionele taak van een zinkstuk met bestorting — het beschermen van de onderliggende bodem tegen ontgroningen — door paalwormaantasting wordt te niet gedaan. Hierbij dient evenwel te worden opgemerkt, dat men in de vorige eeuw de stukken wel met schorkloeten beballastte en het als gevolg daarvan wellicht mogelijk is dat b.v. daardoor de stukken van in de eerste helft van de vorige eeuw zo goed bleven;
4. tengevolge van aantasting door de paalworm wel de mechanische sterkte van het rijshout achteruit gaat, doch de mat als zodanig echter niet verdwijnt. Wel heeft het touwwerk, waardoor toch de constructiedelen bij elkaar worden „gehouden,” reeds na 1 of 2 jaar zoveel aan sterkte verloren, dat deze daarna is te verwaarlozen, waardoor de samenhang van het stuk, als gevolg daarvan, nog slechts nihil is te noemen. Zou bij ontgroning aan en onder de rand van de bezinking het stuk wegzakken en daardoor steiler gaan liggen of hangen, dan zal de bestorting tegen de tuinen en wiepen gaan

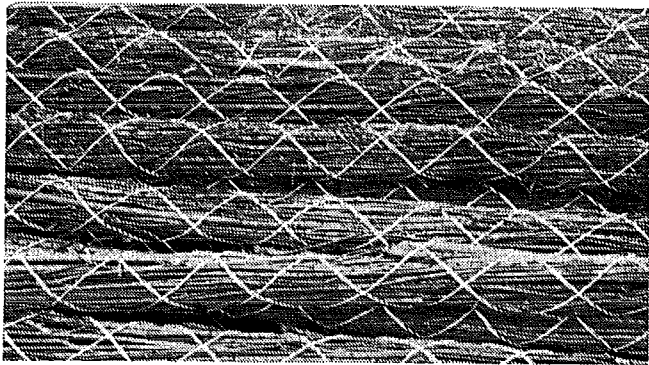


Fig. 226. Wiepen met een omtrek van 0,45 m en een enkelvoudige winding.

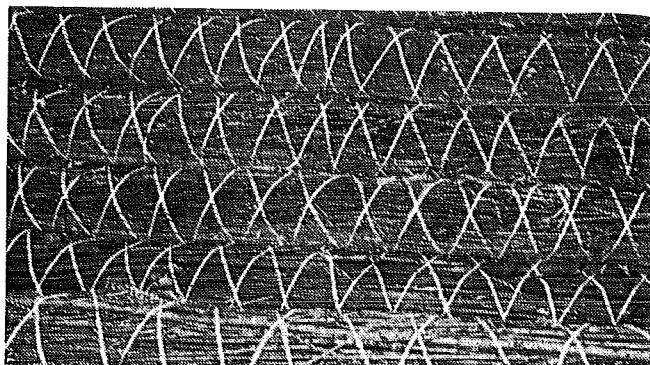


Fig. 227. Wiepen met een omtrek van 0,45 m en een dubbele winding.

steunen. Zijn nu deze door aantasting van de paalworm niet meer voldoende sterk, dan zullen de tuinen en wiepen de steen niet meer kunnen keren en gaan rollen. De vernietiging van het stuk zou daarmede zijn ingeleid en deels gaan afscheuren. Te stellen zal evenwel zijn, dat het vrij simpele touwwerk — zo het nog in een goede staat zou verkeren — voorbedoeld afscheuren toch niet zou kunnen te gegaan. De sterkte zal van de wiepen dienen te komen evenals van het loodrecht op de afscheuring liggende hout. Bij het maken van de Afsluitdijk in de Zuiderzee kon een door paalworm aangetast zinkwerk destijds niet meer aan het gestelde doel beantwoorden. In welke mate bedoelde aantasting daarbij een rol speelde is echter niet bekend; het vergaan van het touwwerk mag daarin nagenoeg geen deel worden toebedacht.

Het sluitgat in de Vlieter moest indertijd, vanwege de zeer ernstige aantasting van de deklaag door de paalworm, zelfs een jaar eerder worden gesloten dan gepland. Onderwijl verdedigde men met kettingen hetgeen er van het rijswerk was overgebleven.

In plaats van sjorringtouw gebruikte men bij Den Helder — 1930 — gevlochten stalen raamkoord (na de oorlog nylonkoord), terwijl in plaats van de z.g. Walcherense palen in de tuinen gecreosoteerde masten staken werden genomen. De staken bleken echter (veel) te bros te zijn;

5. een zinkstuk, waarop een dichte bestorting en een goede aanzanding of aanslibbing, niet van de paalworm heeft te lijden;
6. drempelstukken, toegepast bij het maken van de reeds genoemde Afsluitdijk niet door de paalworm

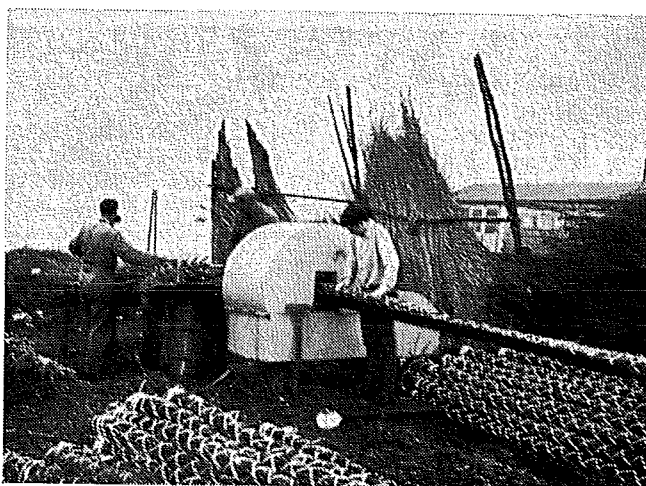
werden aangetast daàr waar de overlopende stroomsnelheden vrij groot waren, zulks ondanks het schoon van zand en slib spoelen van het stuk met de bestorting door het overgaande en daarbij turbulerende water. Bedoelde overstromen had uiteraard alleen per getij plaats. De tussenliggende „kalmte” perioden waren wellicht te kort voor het zich „zetten” van de paalworm;

7. paalwormaantasting in grote mate kan worden bestreden door het inzanden van het stuk waarbij dit, tussen de zinksteen liggende, zand is af te dekken met zwaarder materiaal zoals fijn grind, steenafval, e.d. De nabestorting zou, zoals eerder opgemerkt, eveneens met fijnere stukgrootten zijn na te behandelen;
8. zoals reeds terloops aangehaald, de kans op verzanden of verslibben van als drempelverdediging aangebracht zinkwerk zeer gering zal zijn en de paalworm niet zal kunnen optreden. Bedoelde sterkere stromen zullen over de — buiten de teen van de drempel liggende — grondstukken heenlopen waardoor de gevormde verzanding grote kans loopt te verdwijnen. Daar zou het stuk voor de paalworm toegankelijk worden. Een dergelijke situatie zal echter slechts kort zijn omdat de blokkering en sluiting zo dichtbij is, dat geen gevaar meer zal zijn te duchten, en
9. het nut van rietlagen bij de onderzoeken niet naar voren kwam. (Bij Den Helder werd echter geconstateerd, dat, alleen daar waar in de deklaag van de stukken geen riet was verwerkt, eigenlijk binnen de 15 à 20 jaar opnieuw diende te worden gezonken).

Fig. 228. Het invoeren van hout ten behoeve van een wiep met een enkele winding.



Fig. 229. Het maken van een wiep, links de „voorraadtabel”.



Als mogelijkheden en middelen om een langere duurzaamheid van de klassieke bodembescherming te bevorderen zouden dan ook zijn te noemen:

- het toepassen van een dichte rietlaag. Bij het aanbrengen van zo'n laag als bovenste laag zal het **inzanden** van de rijslagen niet meer goed mogelijk zijn doch wél het beter weren van de paalworm. Dezerzijds wordt meer prijs gesteld op een rietlaag zo laag mogelijk zukt ter bevordering van voorbedoeld inzanden en het beter vastleggen van de steen in en tussen de „takken” van de bovenste rijslaag;
- het leggen van twee van de drie lagen rijls loodrecht op de mogelijke geulvorming naast het stuk, dan wel, bij toepassing van een rietlaag, de beide rijslagen als voorbedoeld. Voor de rijslagen zou zoveel doenlijk Gelders hout zijn te gebruiken ten einde de treksterkte van het stuk te bevorderen, ook de wiepen zouden van dergelijk materiaal zijn samen te stellen;
- de wiepen samen stellen van een zodanige zwaarte, dat de tuinen zijn weg te laten. Wiepen zijn ook van riet te maken zoals o.a. bij de Zuiderzeewerken toegepast. Het resultaat daarmee is mij echter niet voldoende bekend, en
- de verbindingen van de constructiedelen duurzamer te maken door het gebruik van „kunststofkoord” inplaats van het zo spoedig vergankelijke touw.

3. De aankoop en de opslag van het rijshout

Onder B., „Beschrijving van materialen voor deze werken” werd onder het materiaal Rijshout (B.1) behandeld. Hierin werd de aankoop evenals de opslag van het rijshout in ruime mate beschreven. Mede als gevolg van de door de regering genomen maatregelen zal voldoende rijshout (griend- en boshout) beschikbaar zijn ten behoeve van de nog uit te voeren werken.

4. Het zoeken van een constructie geschikt voor het langs mechanische weg maken van wiepen

De zeer grote zinkwerken vinden voor een groot deel plaats langs de kust en op de benedenrivieren. Het getij dwingt hier tot een werkprogramma, dat iedere dag weer anders valt ten opzichte van de „kloketijd.” Gewoonlijk is het merendeel der werkzaamheden geconcentreerd rondom het tijdstip van L.W., terwijl nabij het peil van H.W. arbeidskrachten niet alleen beschikbaar, doch ook wel overcompleet zijn.

Het zinken op de hoogwaterkentering is meestal niet gewenst in verband met de kortere tijdsduur van deze kentering en het veelal woeligere water.

Afgezien van de nabestortingen en enkele kleinere werkzaamheden werden de uren rondom H.W. dan ook productief gemaakt met het spinnen van wiepen. Door toepassing echter van de hierna te behandelen wiepspinmachine komen deze uren thans vaak zelfs volledig vrij.

Het „stroomzinken” kan hier enige uitkomst brengen. Het zinken van de stukken zal echter te allen tijde (ook bij het op stroom zinken) een zekere gebondenheid aan het getij betekenen. Het ligt daarom voor de hand om het vervaardigen van de stukken daar geheel of zoveel mogelijk los van het wiepenspinnen te maken, met gevolg, dat de uren die voor het zinken onbruikbaar zijn, op de zate productief kunnen worden gemaakt. Geheel onafhankelijk van het getij zou het maken van de stukken worden, indien bijvoorbeeld gebruik is te maken van een beweegbare ondergrond of b.v. een platvorm, welke boven water kan worden gebracht. Voor zinkwerken in water met een vast peil (b.v. in het IJsselmeer) is een dergelijke

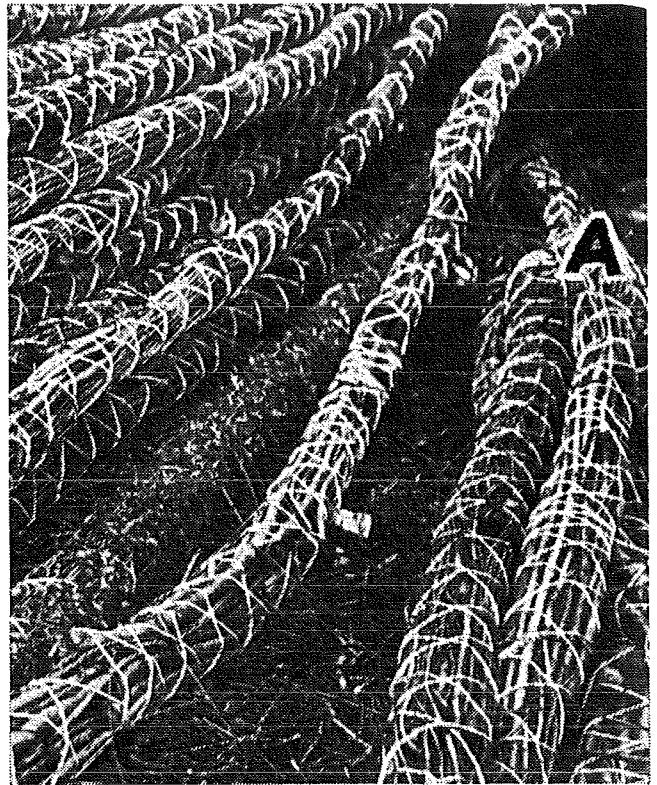


Fig. 230. Afgebonden wiepeinde.

voorziening zeker nodig. Een dergelijke zate is dan ook daar reeds sinds 1934 aanwezig, zie fig. 188.

De meer of mindere afhankelijkheid van het getij is uiteraard van grote invloed op de bedrijfsvoering op de zate, het verandert echter in wezen niets aan het daar plaatselijke arbeidsproces.

Teneinde een beter inzicht te verkrijgen in dit arbeidsproces ter vervaardiging van een zinkstuk, werd gebruik gemaakt van een arbeidsanalyse. Als eenheidsmaat voor de stukken werd de grootte van 20 m x 5 m aangehouden. Bij een afwijkende grootte werd een omrekening uitgevoerd.

Een arbeidsspecificatie van de belangrijkste onderdelen in manuren luidt voor een zinkstuk, groot 1000 m², als volgt:

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| lossen materialen | 50— 70 manuren |
| hout dragen naar wiepstelling | 15— 20 manuren |
| wiepen spinnen | 120—130 manuren |
| overige voorbereidende werkzaamheden | |
| | 10— 20 manuren |
| wiepen dragen en uitleggen | 20— 30 manuren |
| rooster vastmaken | 25— 30 manuren |
| hout in vulling brengen | 20— 30 manuren |
| riet in vulling brengen | 20— 30 manuren |
| afwerken (proppen, enz.) | 20— 40 manuren |
| | <hr/> |
| stuk maken | 300—400 manuren |
| stuk zinken | 150—300 manuren |

Totaal 450—700 manuren

De aanzienlijke verschillen tussen de overeenkomstige onderdelen op de verschillende werken kunnen — het maken betreffende — worden verklaard door de sterk variërende loopafstanden in verband met meer of minder gunstige, onderlinge situering van de opslag, de wiepstelling en het te maken zinkstuk, alsmede door de min of meer slechte begaanbaarheid van de

terreinen. Voorts hebben een minder goede organisatie en/of een onaangename verhouding onder het personeel tot gevolg, dat op deze werken de produktie aanzienlijk lager kan liggen. Uit de specificatie zijn evenwel de twee volgende belangrijke conclusies te trekken:

1. het spinnen van wiepen met de hand vraagt ca. 35% van het totaal aantal manuren voor de bouw van een zinkstuk, en
2. met de aan het getij gebonden handelingen (d.w.z. de feitelijke bouw van een stuk) zijn ca. 85—120 manuren per 1000 m² of rond 30% van het totaal aantal manuren voor de bouw van een zinkstuk gemoeid.

Als gevolg van het zeer arbeidsintensieve wiep-spinnen deed zich een sterke behoefte gevoelen tot mechanisatie. Het leidde tot de ontwikkeling van de thans in gebruik zijnde wiepspinmachine.

a. De wiepspinmachine

Op verzoek van bepaalde zijde ontwierp en construeerde de „Machinefabriek Slootweg” te Hoofddorp omstreeks 1956 de eerste wiep- en wiepspinmachine. Bij de opdracht werd een termijn voor het ontwerpen en levering gesteld van zegge vier dagen, d.w.z. voor het „bedenken”, ontwerpen en maken van de machine. Het aldus gewrochte prototype kwam op tijd gereed!

Het principe is betrekkelijk eenvoudig, het verbaast dan ook in sterke mate, dat men niet eerder tot deze vinding is gekomen. Nog des te meer daar het ontwerp op zich van een geenszins met zinkwerk bekende fabrikant komt.

De tot heden geleverde machines — ruim een 50tal — komen, behoudens enkele verfijningen en verbeterde materiaalsoorten, overeen met het prototype.

De veel, zeer veel arbeid besparende „wiepmaker” bestaat uit een paar, tegengesteld draaiende, aan de omtrek van een halfcirkelvormige uitholling voorziene rollen, waarvan de assen paarsgewijze middels lagere in twee zijplaten of een rollenframe — „A” in de figuren 223 en 224 — lopen. Tussen de beide rollenframes draaien cirkelvormige schijfplaten — „B” in de figuren 223 en 224 — waaraan met een bepaalde armlengte „dozen” of „touwbusen” — „C” — ten behoeve van het bindmateriaal, fig. 225.

Door de V-snaren „B” aangedreven schijfplaten lopen middels kogellagers over een korte — met vier bouten aan een rollenframe bevestigde — buis waarvan de inwendige diameter uiteraard groter is dan de diameter van doorgevoerde wiep „E”. De schijven bewegen zich uiteraard in tegengestelde richting.

Bij de eerste machine was op een schijf slechts één touwbus aanwezig en werd de wiep z.g. enkelvoudig omwonden. De spoed van de windingen kwam daarmee op 0,25 à 0,30 m te liggen, fig. 226. Als gevolg van de wens van bepaalde directies werd de spoed met 50% teruggebracht, hetgeen op eenvoudige wijze kon plaats vinden; elke schijf werd nl. in tegengestelde richting van een tweede uithouder met touwbus voorzien, fig. 224, „G”.

Er kwam alzo nog een winding tussen te liggen en werd de spoed daarmee gebracht op 0,12 à 0,15 m, fig. 227. De spoed is echter afhankelijk van de regelmaat, waarmee het hout door de rollen wordt gevoerd; bij eventuele vertraging, als gevolg van meer weerstand door zeer kromme en zware takken, zal de spoed derhalve kleiner zijn.

Het hout wordt door een bedieningsman zoveel doenlijk op de vereiste hoeveelheid op en voor de trechtvormige inlaat „F” over een „tafel” ingevoerd, zie ook „D” in fig. 228. De inlaatopening, hoog

0,50 m en breed 0,40 m, gaat over naar een vierkante opening groot 0,16 m x 0,16 m, zodat het inbrengen van de weerspannige takken wordt vergemakkelijkt. Vooral bij toepassing van boshout — met een groot percentage eiken — heeft dit zijn nut.

De flensen van de reeds aangehaalde „uitgeholde” rollen lopen nagenoeg langs elkaar teneinde te voorkomen, dat zeer fijne takjes daartussen zullen geraken. De rollen van het eerste stel zijn elk voorzien van twaalf tandjes ten behoeve van het doorvoeren van de streng hout. De gebonden wiep wordt uit de machine geduwd en glijdt vervolgens door een goot van dun plaatstaal verder, fig. 228 en 229. De lengte van de wiep kan naar believen worden bepaald, ze worden aan de einden afgebonden, zoals in fig. 230 bij „A” zichtbaar.

In elke touwbus bevindt zich een klouw touw, polypropylene, staaldraad of dergelijk materiaal. Fig. 225 toont een bus met polypropylene. Vanuit de middenholte voert de draad, via een gootje in de bodem, „H” in fig. 224, naar buiten om middels een aangesteld oogje en daarvoor over een z.g. glijdertje, waarop een klemmende veer, naar de te omwikkelen houtmassa. De draad wordt aldus een weinig — wellicht met plm. 5 kg — gespannen. De uiteindelijke spanning om de wiep wordt echter veroorzaakt door het uit de rollen komende zich ontspannende hout.

De rollen worden aangedreven, met een tandwieloverbrenging, door een 2 pk dieselmotor met 1000 toeren, de schijven door V-snaren, „K” in fig. 223, 224.

De bediening bestaat uit een bedieningsman, een volwassen handlanger en een jongen. De bedieningshandle bevindt zich direct bij de bedieningsman om bij eventuele opstoppingen, als gevolg van extreem weerbarstige takken, onmiddellijk te kunnen uitschakelen. Bij het gebruik van fijn hout verbruikt de machine meer materiaal dan bij het spinnen met de hand. Bij de toepassing van ruw boshout daalt de produktie tengevolge van de minder gemakkelijke doorvoer van het hout. Met een mengsel van fijn boshout en glad 2- of 3-jarig Gelders hout zijn grotere produkties te bereiken. De vraag mag evenwel worden gesteld met welke houtsoort ontstaan de sterkste wiepen.

De weekcapaciteit bedraagt aldus ca. 10.000 m per week, d.w.z. voldoende voor rond 2300 m² stuk bij de traditionele wiepafstand van 0,90 m.

b. De sterkte van de mechanisch gebonden wiep

In opdracht van de zijde van de rijkswaterstaat werd door het TNO de sterkte van een tiental te Willemstad vervaardigde wiepen onderzocht. De wiepen werden machinaal met een kunststofkoord (polyvyleen) gebonden. Bij vijf stuks was de binding zodanig uitgevoerd, dat twee koorden spiraalsgewijze om het rijshout waren gespannen, bij de andere vijf was de binding dubbel uitgevoerd, een en ander als hiervoor beschreven. De omtrek van de wiepen bedroeg circa 0,30 m, de lengte plm. 8,50 m.

Voor het bepalen van de treksterkte werden de wiepen een etmaal onder water opgeslagen. Teneinde een centrische trekkracht uit te oefenen werden de beide einden van elke wiep over een lengte van circa 2 m in een z.g. kabelkous geklemd. Door middel van een kabel, die met een strop om de kabelkous en de wiep werd bevestigd en met het andere eind werd vastgemaakt aan het trekoog van de kabelkous, werd met behulp van een blokkenstelsel de trekkracht op de wiep uitgeoefend. De grootte van de trekkracht werd bepaald middels een tussen het stel blokken en de wiep ingelaste z.g. trekdoos. Met behulp van een elektronische rekmeter kon de trekkracht worden gemeten in 25 kg nauwkeurig.

De tijdens de trekproef opgetreden verlenging werd gemeten in 0,10 m nauwkeurig en tevens uitgedrukt in procenten van de meetlengten.

De resultaten van de trekproeven van de gebonden wiepen varieerden van 775 kgf tot 1125 kgf en van de dubbel gebonden wiepen van 1500 kgf tot 1959 kgf. Zowel bij de enkel als bij de dubbel gebonden wiepen trad de breuk op bij een verlenging van 8 à 12%.

Uit de bezwijkbeelden bleek, dat het hout goed was gelegd. De stijve binding, de opbouw en het hout waren goed op aftrek gelegd. Het resulteerde in een relatieve hoge trekkracht en een lage breukrek.

De gemeten trekkracht voor de zeer dunne wiep moet zeer hoog worden genoemd, de trekvastheid van de op traditionele wijze gebonden wiep is daarbij vergeleken zeker relatief klein te noemen. Het is mij niet bekend of zwaardere wiepen, en van zwaarder hout, in verhouding een nog grotere treksterkte kunnen opleveren.

5. Het maken van stukken op kunstmatige zaten.

a. Inleiding.

Het werkterrein voor het maken van de zinkstukken in een gebied met getijbeweging, b.v. aan zee of langs de benedenrivieren, kan worden gevormd door een strandje of een zanderig voorland. Een dergelijk terrein wordt een natuurlijke zate genoemd.

De keuze van de plaats van het terrein moet zodanig zijn, dat dit bij eb droog valt en bij vloed, ook bij doortij, voldoende ondervloeit. In de omgeving van het werkterrein moet niet alleen een goede gelegenheid zijn voor de opslag van de te verwerken materialen, doch het dient ook bereikbaar te zijn per as evenals per vaartuig. Voorts moet het nogal hoger liggen dan het ter plaatse aanwezige hoogwater. Uiteraard dient

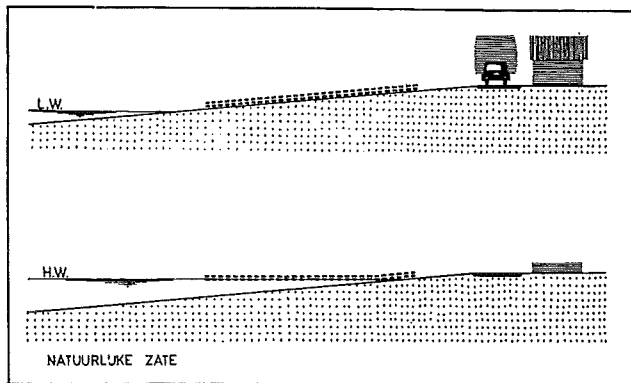
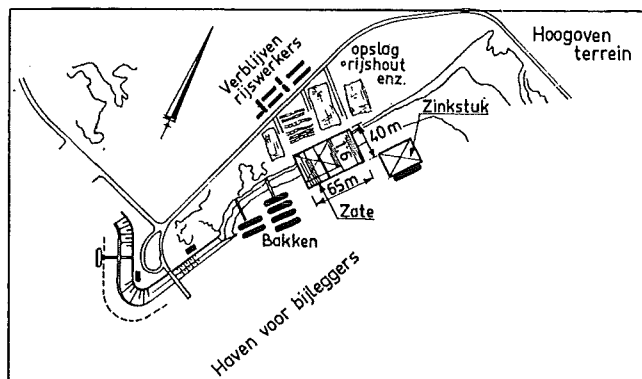


Fig. 231. Natuurlijke zate.

Fig. 232. Situatie hellingzate — bij M, fig. 233 — in de haven voor bijleggers te IJmuiden.



het zich eveneens op een niet te lange sleepafstand van de te verdedigen oever, bodem, of dergelijk object te bevinden en — behoudens in enkele gevallen — bij eb (aan zee) „bovenstrooms” zijn gelegen; dit om de sleeptijd zo kort mogelijk te maken.

Het maken van de zinkstukken in een gebied met getijbeweging is meestal een wedstrijd met het opkomende water. Het stuk moet, vóórdat het vlot komt, nagenoeg geheel gereed zijn. Het vervaardigen vereist een groot aantal rijswerkers. Het getij dwingt dan ook bepaald tot een zg. schuivend werkprogramma; het valt iedere dag anders. Hierbij is voorts de onzekerere factor van een onwerkbaar zee op te sommen.

Het zinken op de kentering van hoogwater kan in het gebied met getijbeweging soms niet wenselijk zijn, omdat het water bij deze kentering dan beduidend woeliger is. Er wordt hier dan bij voorkeur zoveel mogelijk op de kentering van laagwater gezonken. Zulks houdt in, dat omstreeks hoog water een arbeidsoverschot aanwezig is en dat er bij de vele werkzaamheden omstreeks laagwater een tekort aan arbeidskrachten kan zijn, hetgeen resulteert in een productieverlies van menige uren per dag van een groot aantal rijswerkers.

Het maken van de zinkstukken in gebieden waar geen getijbeweging aanwezig is, doch wel variërende waterstanden zoals op de bovenrivieren, geschiedt op een terrein, dat ongeveer op de middelbare stand ligt, b.v. op een zanderige oeverstrook. Een dergelijk terrein dient flauw naar het water toe te hellen, zodat het stuk op de zate in stroken kan worden vervaardigd en vervolgens succesievelijk naar en in het water wordt afgeschoven om verder drijvend te worden afgewerkt. Een dergelijk terrein dient zoveel mogelijk in rustig water te liggen, zoals b.v. tussen een paar kribben, dan wel achter een strekdam of een andere beschuttende plaats.

Bij een nagenoeg constant peil, zoals o.a. bij de IJselmeerwerken, zal zich veelal een situatie voordoen gelijk die bij de bovenrivieren.

De bezwaren in het getijgebied tegen de natuurlijke zate zijn de laatste decennia steeds groter geworden. In het algemeen bestaan ze o.m. uit:

- de afhankelijkheid van de getijbeweging;
- de meestal grote afstand tussen werkterrein en de plaats van verwerking;
- de minder goede aanvoerwegen naar de natuurlijke zate;
- de veelal minder goede begaanbaarheid van het werkterrein;
- de plaats van de verblijven van de rijswerkers, die toch in de nabijheid van de te maken stukken dienen te zijn, zulks in verband met de zeer ongeregelde aanvangstijden, zoals b.v. in de zeer vroege ochtend als in de late avond;

Fig. 233. Situatie te IJmuiden van de te bouwen nieuwe havenhoofden, van de haven voor bijleggers en van een eventueel bij "A" in het binnenspuikanaal te maken zate.

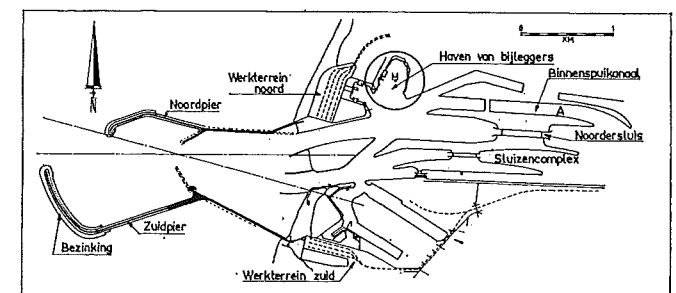




Fig. 237. De kettingzate met luiken waartussen de kettingen. De machine voor het bewegen van de doorlopende as, waarop de kettingen lopen, is waarneembaar.

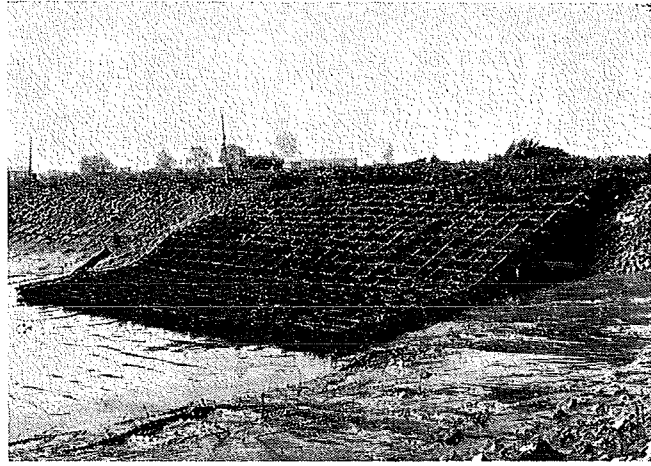


Fig. 238. De overgang van de horizontale zate via stalen liggers naar een lager niveau.

b. De kunstmatige zate.

1. Een hellingzate te IJmuiden.

Na de reeds eerder genoemde kunstmatige (helling) zate bij de dienst der Zuiderzeewerken werd ten behoeve van de bouw van de nieuwe havenhoofden te IJmuiden een soortgelijke zate gebouwd. Deze diende echter, vanwege de totale grotere omvang van de bezinkingen (135.000 m³), van andere afmetingen te zijn. De enige gelegenheid voor het maken van zinkstukken op een natuurlijke — dan wel op een kunstmatige zate was, buitenwaarts van het sluisencomplex, aanwezig in de haven voor bijleggers (of bijleggershaven), fig. 232 en 233.

Aan de noordzijde van deze haven was een strandje beschikbaar. Het werken daarop was evenwel — zoals gemeenlijk — in sterke mate afhankelijk van het getij. Dit had tot gevolg, dat de aannemer daardoor genoodzaakt was op een kunstmatige zate over te gaan. Een dergelijke zate diende echter ter plaatse van bedoeld strandje gebouwd te worden dan wel binnen het sluisencomplex aan de zuidzijde van het binnenspuikanaal, bij „A” in fig. 233.

Een in het buitenwater van de haven voor bijleggers te bouwen, van het getij afhankelijke, kunstmatige hellingzate zou — betreffende de aanvoer van materialen — **ongunstiger** zijn gelegen dan ten aanzien van zo'n zate in het binnenwater. De aanvoer van het

hout per as evenals per vaartuig zou naar het buitenwater een langere weg vorderen dan naar het binnenwater, terwijl **buiten** ook de woongelegenheden voor de rijswerkers aanzienlijk ongunstiger zou liggen. (De aanvoer per as van het — uit het zuiden komende — materiaal en van het personeel zou over het plm. 5 km noordelijk gelegen dorp Wijk aan Zee dienen plaats te vinden. De benodigde wegverharding was echter reeds aangelegd ten behoeve van de opbouw van het nieuwe noorderhoofd).

Voorts zouden de **binnen** gereed zijnde stukken veiliger liggen dan **buiten**, doch waar tegenover een grotere sleepafstand benevens het schutten door de noordersluis was te stellen. De bouwkosten van de zate **buiten** zouden beduidend **hoger** liggen dan **binnen**.

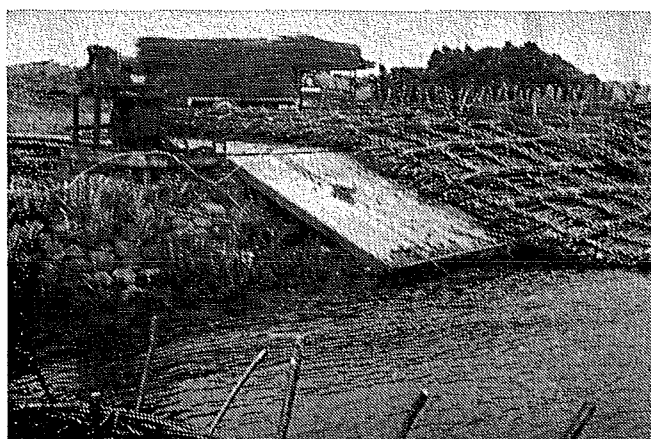
De aannemer (het aannemingsbedrijf J. van der Vlies te Sliedrecht) verkoos — omstreeks 1959 — voor de ongeveer 135.000 m³ te maken en aan te brengen zinkstukken de bouw van een hellingzate, volgens de fig. 232, 233, 234 en 235. De breedte bedroeg 65 m, de lengte (of diepte) 40 m, zodat de zate een dwarsliggend stuk van 45 m × 30 m zou kunnen bevatten, dan wel — in een 90° gedraaide situatie — twee dergelijke stukken naast elkaar. De diepte van 40 m zou voor het laatste geval te kort zijn, doch het stuk zou in dat geval deels in het water zijn te schuiven, fig. 235.

Bij een dwars liggend stuk zou eveneens een gereed zijnd stuk gedeeltelijk in het water kunnen drijven.

Fig. 239. De horizontale zate met het hellende, stalen gedeelte.



Fig. 240. De horizontale zate met het hellende, houten gedeelte.



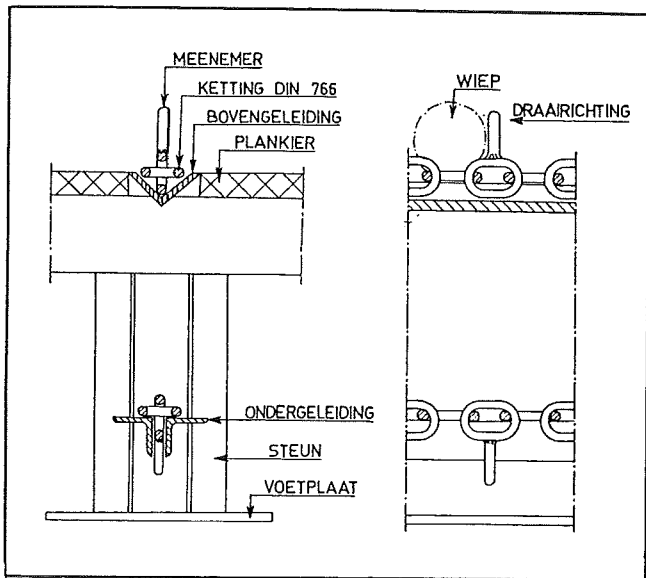


Fig. 241. De rondlopende ketting met meenemers.

Het principe van zo'n zate is gebaseerd op die van een eenvoudige scheepshelling. Te IJmuiden lag de zate onder een helling van 1:6 à 1:7. In de vloer waren om de 0,90 m (onder elke wiep) op rollen lopende sleden ingebouwd. De sleden bestonden elk uit, over een grote lengte, aan elkaar gekoppelde baddingen, zwaar 0,065 m × 0,165 m, en met daartussen loopstroken. Elke slede was met een touw aan het boveinde van de helling verbonden om haar vandaar te laten afvieren. Zoals uit de in fig. 232 aangegeven situatie wel blijkt, moest het hout — inclusief de wiepen — over een nogal grote afstand worden aangedragen. Een torenkraan of dergelijk ander mechanisch werktuig werd toen nog niet gebruikt.

Er werd zowel bij kentering op hoog-, als op die van laagwater gezonken. Zoals onder C-e vermeld kon slechts gedurende 101 werkbare dagen of gedurende 12 1/2% van de totale tijd worden gezonken, waarvan slechts een enkele maal twee stukken per etmaal.

De kosten van de helling bedroegen indertijd minder dan 7% van de totale kosten van een m² zinkstuk. Deze waren uiteraard sterk afhankelijk van de omvang van de totale hoeveelheid. Het naaldhout, waaruit de zate werd samengesteld, moest — na het gereed komen van het zinkwerk in 1963 — vrijwel geheel worden afgeschreven.

2. De kettingzate

Ten behoeve van de verdediging van:

- de kop van de Grevelingendam bij de hoek van St. Jacob op Overflakkee (40.000 m²);
- de dijkval bij Kats — 50.000 m² — in 1966, zie de figuren 23 en 24 in Otar van maart 1968;
- een pijpleiding bij Moerdijk (24.000 m²);
- werken aan de Bergse Maas (75.000 m²);
- de werken van de Haringvlietbrug (75.000 m²) en,
- een strekdam in de Schelde, bij Doel, waartoe grondstukken werden aangebracht, zie fig. 67, werd door de betreffende aannemer N.V. v/h J. M. Dekker en Zoon te Papendrecht gebruik gemaakt van een z.g. „kettingzate” (systeem Dekker, waarop octrooi werd aangevraagd).

Voor de werken te Doel werd door de aannemer aan de linkeroever van de rivier een werkhaven gebaggerd, achter een nog aan te leggen strekdam, en werd aan

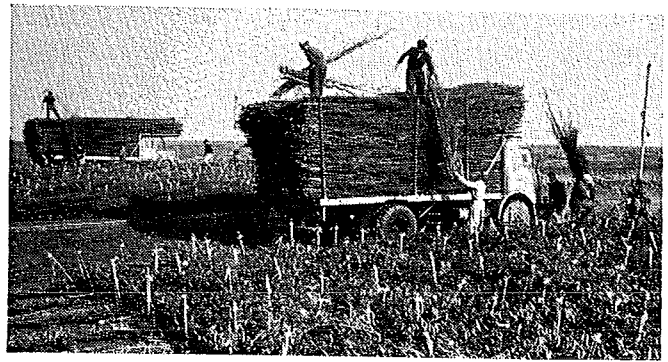
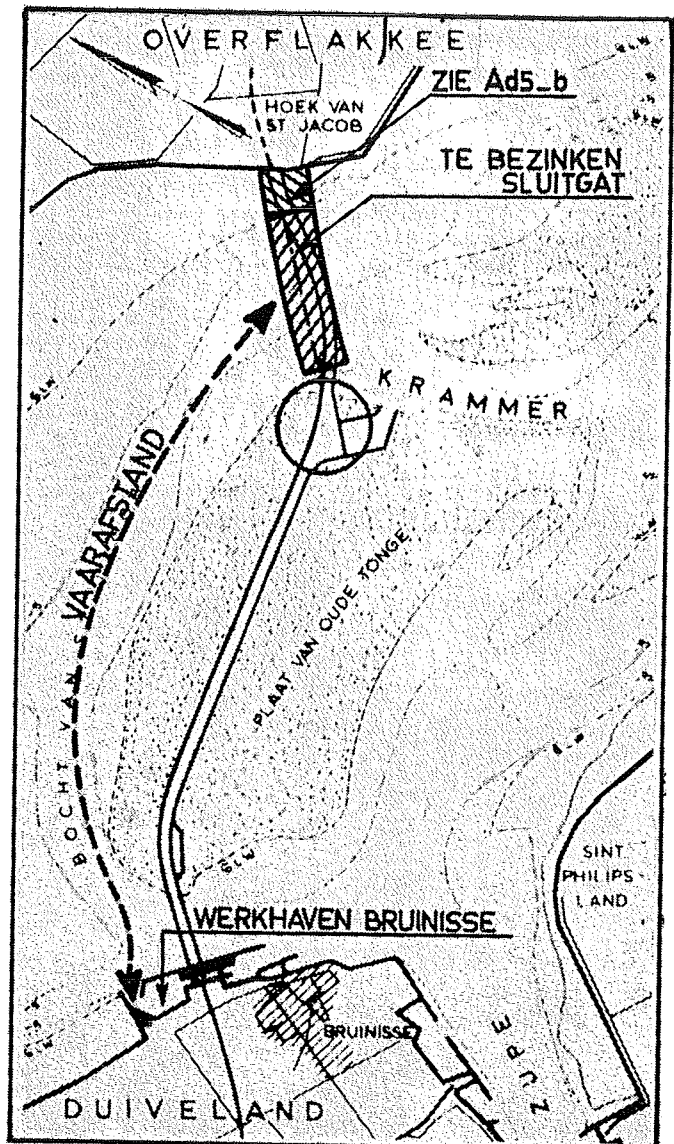


Fig. 242. De aanvoer van boshout rondom het te maken stuk.

het benedenstroomse einde daarvan een tweetal kunstmatige zaten gemaakt, volgens de figuren 236 en 237. De te maken zinkstukken hadden de grootte van 20 m × 40 m/60 m, waarom met een hellingbreedte van 22,50 m en een diepte van plm. 25 m kon worden volstaan.

In afwijking van het reeds genoemde type hellingzate, zoals te IJmuiden toegepast, lag de zate — boven hoogwater — tot aan de insteek van het talud van het haventje horizontaal.

Fig. 243. Situatie van de kop bij de Hoek van St. Jacob, bedoeld in ad. 5-c.



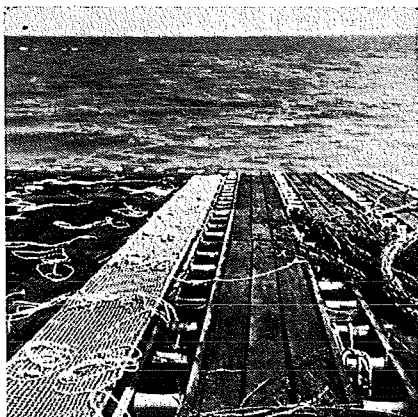


Fig. 244. Zate te Den Osse met „garenklosvormige” rollen.

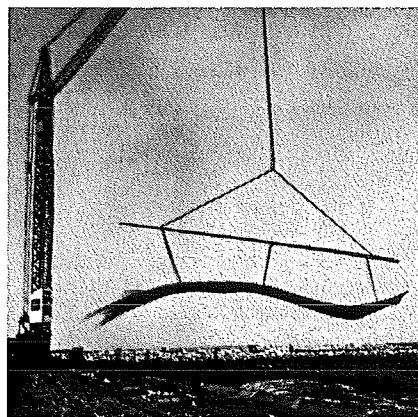


Fig. 245. Transport van wiepen per torenkraan.

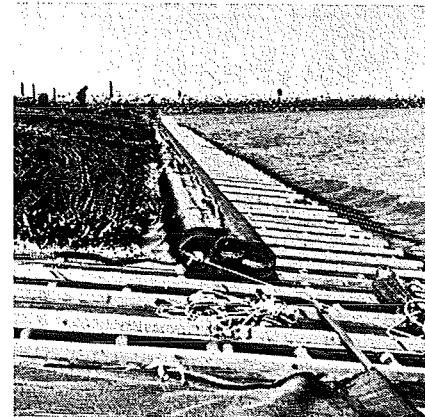


Fig. 246. Zate met stalen overgang naar lager niveau.

Het plankier van de zate bestond uit, op stalen liggers rustende, 2,50 m brede en 1,80 m lange houten „luiken”. Op het talud dook de ene zate in de vorm van een glijbaan, bestaande uit stalen profielen, figuren 238 en 239, en de andere, samengesteld uit luiken, naar een lager niveau, fig. 240. Tussen elk tweetal rijen van bedoelde luiken van het plankier bevond zich een onder 45° liggende hoeklijn, waarin een ketting sleepte, figuren 237, 239 en 241. Zoals uit figuur 241 blijkt loopt de ketting, voorzien van verticale zg. meenemers, op een lager niveau terug. De meenemers grijpen achter elke wiep. Dit systeem heeft tot voordeel, dat de voor het aftrekken van de stukken benodigde trekkracht gelijkelijk achter elke wiep van het stuk wordt verdeeld en niet, zoals bij de „normale” hellingzate, op slechts enkele punten terecht komt met gevolg, dat daarbij het los trekken van sommige wiepen somtijds niet is te ontgaan. Voorts is als een belangrijk economisch voordeel te noemen het feit, dat de rijswerkers op een horizontaal vlak werken en daardoor minder vermoeid raken — dus meer presteren dan op een hellend vlak. Ook de aanvoer per as is gemakkelijker.

Het normale verschil tussen HW en LW is ter plaatse plm. 5,50 m. Het hellend gedeelte van de zate kwam bij normaal hoogwater droog te liggen. Het op het horizontale gedeelte van de zate samengestelde stuk werd door de in het plankier ingelaten — op een aandrijf-as lopende — kettingen naar behoefte verplaatst, zodat de lengte van het te maken stuk geenszins tot de lengte van het plankier werd bepaald. Het stuk kan naar behoefte in het water worden geschoven, fig. 237, 238 en 240. Mocht zulks elders niet mogelijk dan wel toelaatbaar zijn, dan is een dergelijk zatesysteem eenvoudig achterwaarts te verlengen en tevens, indien nodig, zijdelings te verbreden.

De twee zaten te Doel waren zodanig geprojecteerd, dat daar tussen in houtaanvoer per as kon plaats vinden ofwel per zate aan drie zijden, figuren, 240 en 242.

Op de — zeer eenvoudige, doch inventief — gebouwde zate werd continu met 20 man gewerkt, hetgeen een productie van plm. 3.000 m² per week opleverde. De vaarafstand van de zate naar de plaats van bestemming bedroeg 2500 m. Het onderwerpelijke type kettingzate werd elders, tot dusver eveneens met succes,

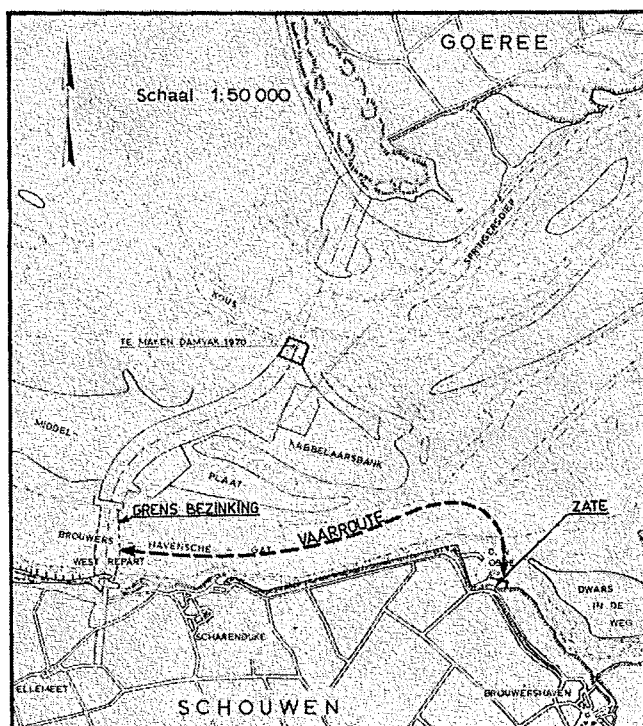
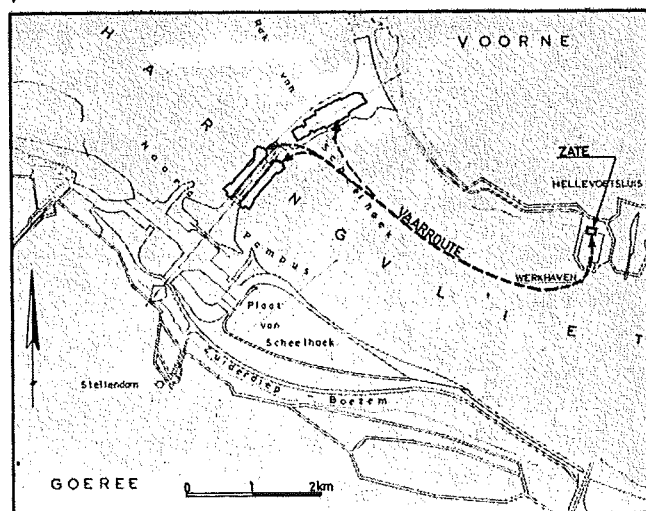


Fig. 247. Situatie van de zate te Den Osse en van de bezinkingen nabij Scharendijke.

Fig. 248. Situatie werkhaven bij Hellevoetsluis ten behoeve van de te maken bezinkingen voor de stortebedden van de spuilsluizen en voor de afdamming van het Haringvliet.



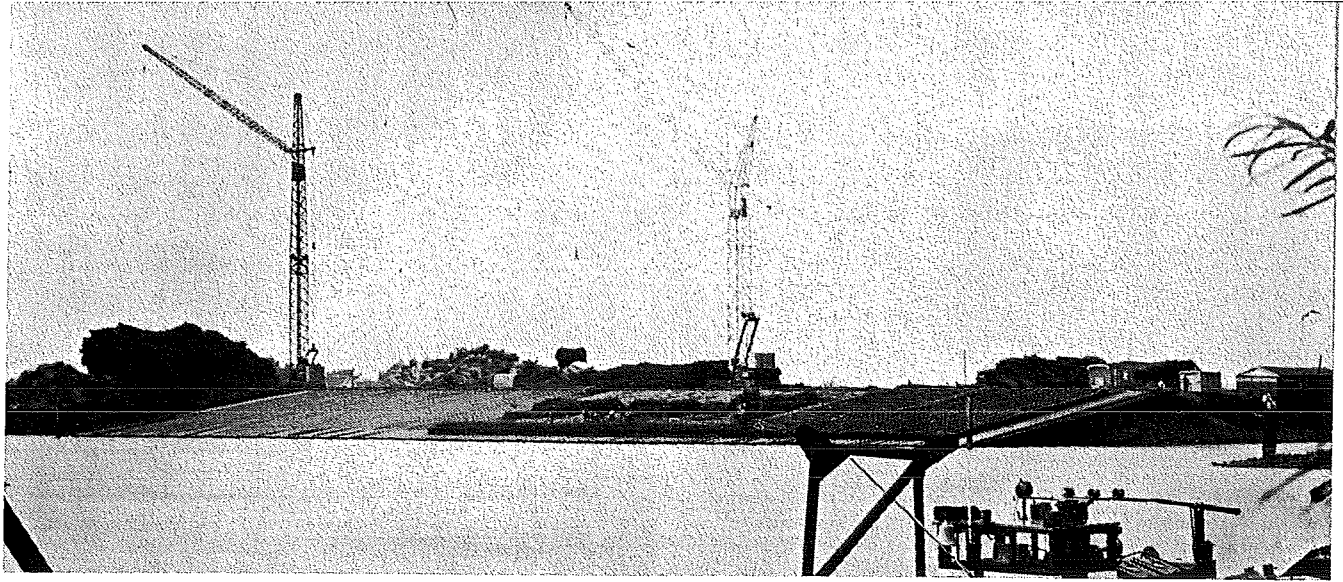


Fig. 249. De hellingzate met torenkranen bij Hellevoetsluis.

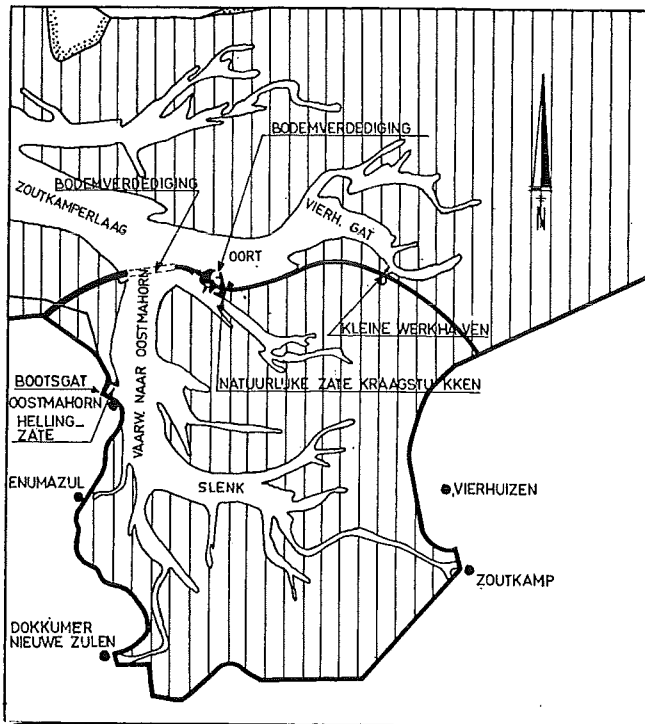
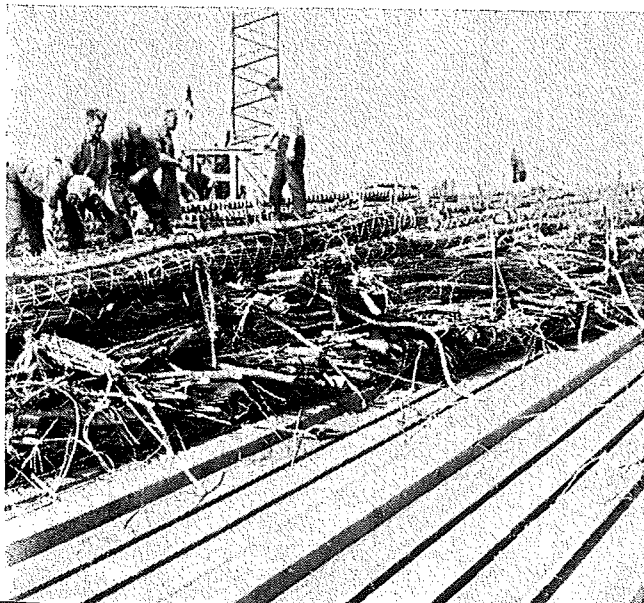


Fig. 250. Situatie werkhaven Bootsgat ten behoeve van de te maken bezinkingen voor de stortebedden, het sluitgat en de kraagstukken binnen de dam.

Fig. 251. Zate te Hellevoetsluis; de sleden steken boven de looppaden uit.



toegepast. Bij het beschrijven van het zinken op stroom wordt nader op meerdere details teruggekomen.

3. Hellingzate bij Bruinisse

Bij Bruinisse werd in 1962 ten behoeve van het sluiten van de Grevelingendam een hellingzate gebouwd. In de te voren aangelegde werkhaven was daarvoor ruimte beschikbaar. De situatie van deze haven ten opzichte van het te maken werk wordt in fig. 243 weergegeven. De sleepafstand bedroeg 5 tot 6 km. De zate werd opgezet voor een hoeveelheid uit te voeren zink- en kraagstukken van rond 150.000 m².

Van de helling, groot 38 m × 69 m, werd het werkge-deelte uitgevoerd onder een helling van 1:10; het ge-deelte in de tijzone onder 1:5. De constructie was hier vrijwel overeenkomstig die te IJmuiden, het geheel kan eenvoudiger worden genoemd. De bouwkosten waren dan ook wellicht 25% lager. Ook hier werd gebruik gemaakt van sleden, h.o.h. 0,90 m. Het werktterrein was goed bereikbaar voor de aanvoer van het hout per vaartuig en per as. Het transport van het hout vond — behoudens in de aanvang — plaats per torenkraan, dit zowel vanaf de vervoermiddelen als van de opslag tot op het te maken stuk. Ook de gereed gemaakte wiepen werden aldus in bossen op of nabij de plaats van bestemming gebracht. Het werk werd uitgevoerd door de „Aannemers Combinatie Zinkwerken” te Gorinchem.

4. Hellingzate te Den Osse ten behoeve van de zinkwerken in het Brouwershavense Gat.

De Aannemers Combinatie, genoemd onder 3, bracht ten behoeve van de zinkwerken voor de afdamming van het Brouwershavense Gat ten oosten van een bij Den Osse aangelegde werkhaven eveneens een hellingzate aan. De, onder 1:10 liggende, zate had een breedte van ± 90 m en een diepte van 32 m. Ze was voorzien van zg. „garenklosvormige” rollen, fig. 244, welke in banen, h.o.h. 0,90 m, werden aangebracht. De korte wiepen konden hierop rusten en afrollen. Op de in 1965 gebouwde zate werd een hoeveelheid van ongeveer 450.000 m² zink- en kraagstuk gemaakt. De dwars op de helling samengestelde stukken werden door 17 stuks lieren — middels een bedrading — in het water getrokken. Een tweetal torenkranen loste het per as en per schip in bundels aangevoerde hout tot in de schelven of mijten en zorgde, eveneens nog per bundel, voor verder transport tot op het stuk evenals van de bundels wiepen, fig. 245. Ook uit de aanvoer kon rechtstreeks hout in het stuk worden verwerkt. Bij de



Fig. 252. De onderste wiepen rusten op de sleden.

laagste waterstanden zorgden — onder een helling van 1:3 liggende — stalen liggers voor de overbrugging van de trap tussen de, nogal hoog boven een lage waterstand liggende onderrand van de zate en deze waterstand, fig. 246, rechts. (Het hier zichtbare stuk bestaat o.a. uit een zool van kunststof, waarop nader zal worden teruggekomen). In fig. 247 wordt, in zware stippellijnen, de situatie aangegeven van de werkhaven met zate en van de onder de afsluiting, aan te brengen bezinkingen.

5. Hellingzate bij de afdamming van het Haringvliet, en een idem bij de Lauwerszeewerken.

Ten behoeve van de bouwput voor de spuisluisen in de afdamming van het Haringvliet brachten Gebr. de Klerk N.V. te Werkendam in de jaren 1956-1967 zink- en kraagstukken aan. De stukken werden gebouwd op een natuurlijke zate in de werkhaven bij Hellevoetsluis. Vanaf 1967 echter werden dergelijke stukken voor de stortbedden en daarna voor de afdamming door de Zinkcon N.V. te Hellevoetsluis gemaakt op een hellingzate, gebouwd op dezelfde plaats. Figuur 248 geeft de situatie daarvan ten opzichte van de uit te voeren werken. Voor het maken van zinkstukken, totaal groot ongeveer 600.000 m², werd een hellingzate ter grootte van 36 m × 100 m, onder een helling van 1:7,5, gebouwd, fig. 249. De stukgrootte bedroeg maximaal

Fig. 254. De palen, lang 0,90 m, worden geplaatst op afstanden van 0,50 m, de wiepen liggen ook hier nog h.o.h. 0,90 m.



Fig. 253. Transport van de — in de mijten opgeslagen — bundels hout tot op het stuk.

30 × 70 m. Het rijsmateriaal werd per as en per water aangevoerd, met behulp van een tweetal torenkranen gelost en voorts daarmee in de, op het plankier, te bouwen stukken gebracht.

Ten behoeve van de afdamming van de Lauwerszee werd voor 1965 het zinkwerk eveneens aanvankelijk door de genoemde Gebr. de Klerk N.V. uitgevoerd. Het vond ook daar plaats op een natuurlijke zate, en wel in de werkhaven Bootsgat bij Oostmahorn. Ook hier werd de uitvoering van de zinkwerken door de Zinkcon N.V. voortgezet, waarbij van een hellingzate — van een constructie gelijk aan die te Hellevoetsluis — gebruik werd gemaakt. De zate werd op kosten van de rijks-waterstaat ter plaatse van voorbedoelde natuurlijke zate gebouwd. Figuur 250 geeft de situatie van de werkhaven Bootsgat ten opzichte van de afdamming weer. De zate werd ontworpen voor een hoeveelheid rond 300.000 m² zink- en kraagstukken en had de grootte van 40 m × 66 m. De palen waren van onbereid dennehout, het daarop gebouwde plankier van gecreosoteerd dennehout. In het plankier waren, evenals te Hellevoetsluis, h.o.h. 0,90 m, op rollen lopende sleden ingebouwd met gevolg, dat deze boven de daartussen gelegen looppaden uitstaken, fig. 251. De dwarshelling van de zate werd geprojecteerd onder een helling van 1:7,3. De onderste wiepen konden over de gehele lengte op de sleden worden gelegd, fig. 252. Het materiaal rijs-

Fig. 255. Een gereedgekomen stuk met wiepen, hoog 0,18 m.





Fig. 256. Het stuk wordt door twee boten van de helling getrokken.



Fig. 257. Het stuk drijft, evenals de achterblijvende sleden.

hout, riet en kunststofweefsel voor de stukken kon zowel over water als per as worden aangevoerd, het lossen vond plaats per torenkraan, evenals het transport van dit materiaal en van de gesponnen wiepen tot op het te maken stuk. De rijbossen werden — zoals reeds eerder opgemerkt — in grote bundels door vaartuigen of per as aangevoerd en in mijten, dan wel direct of later in het stuk gebracht, fig. 253. Evenals op een natuurlijke zate zijn op een plankier de staken te plaatsen ten behoeve van het omhoogbrengen van de sjorringtouwen, fig. 252. Het in fig. 254 afgebeelde stuk is, behoudens de betuining, gereed, terwijl figuur 255 een betuining „zg” hoog 0,18 m, laat zien, de staken staan h.o.h. 0,90 m. In figuur 256 wordt het 0,51 m dikke stuk door twee sleepboten van het plankier getrokken, waarbij de sleden meegaan. De rijswerkers houden de sleden „bij” terwijl figuur 257 het drijvende stuk en de vrij gekomen sleden laat zien. De zate werd gebruikt in de jaren 1965 tot en met 1969, er werd ongeveer 268.000 m² zink- en kraagstuk daarop gemaakt. Van het gebezigde materiaal hout voor de zate zal een gedeelte nog een andere bestemming kunnen krijgen, het lag nl. reeds vroegtijdig in de bedoeling deze materialen voor recreatiesteigers te gebruiken. Desondanks heeft, gezien de grote omvang van het totale zinkwerk, de afschrijving nog tot het niet geringe bedrag van fl. 0,94 per m² geleid. De stukken, voor de, aangegeven bodemverdedigingen, werden verslept van uit het Bootsgat. De sleeptijd naar het sluitgat bedroeg plm. één uur, naar de bodemverdediging van de sluisen plm. 75 min. en naar het werkhaventje aan het Vierhuizer Gat plm. 2 uren. Na het sluiten van het sluitgat werden de binnen de afdamming benodigde kraagstukken eveneens gemaakt in het Bootsgat, doch de buiten de dam aan te brengen stukken op een natuurlijk strandje beoosten de werkhaven „Oost”, of kleine werkhaven.

6. Hellingzate te Scheveningen.

Ten behoeve van zinkwerken voor de onderbouw van de havenhoofden te Scheveningen maakte voor de jaren 1968-1969 meergenoemde Aannemers-Combinatie te Gorkum gebruik van een binnen de buitenhaven aanwezige buiten dienst gestelde scheepshelling. Op deze, onder 1:5,5 bestrate helling werden goten van beton gestort, waarin op onderlinge afstanden van 0,90 m goed ingevette sleden konden rusten en gemakkelijk glijden. De aldus opgebouwde zate werd als langsnelling gebruikt; de zate liep van LW tot N.A.P. + 3,60 m. De breedte van de zate was 28 m, de diepte bedroeg

Fig. 258. Situatie te maken werken ten behoeve van de afdamming van het Volkerak en van de werkhaven te Willemstad.

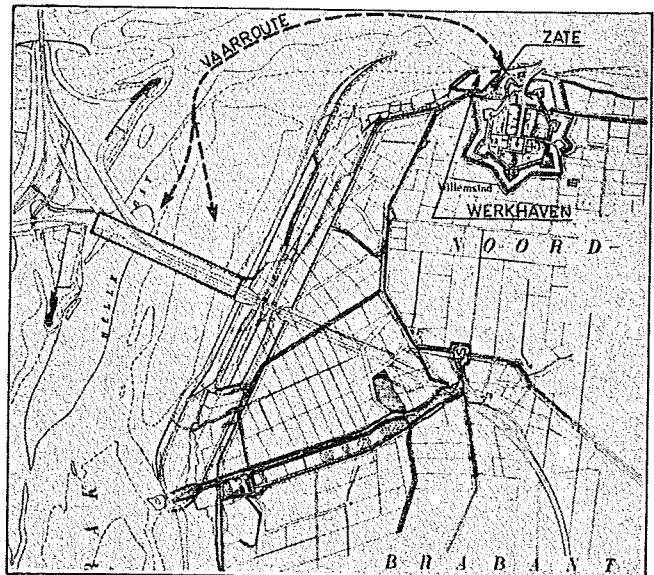
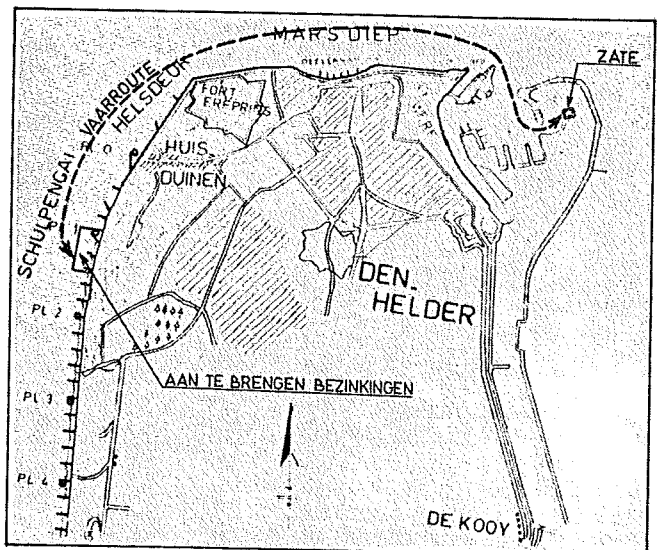


Fig. 259. Situatie te maken werken bij Huisduinen en van de zate in de Marinehaven te Den Helder.



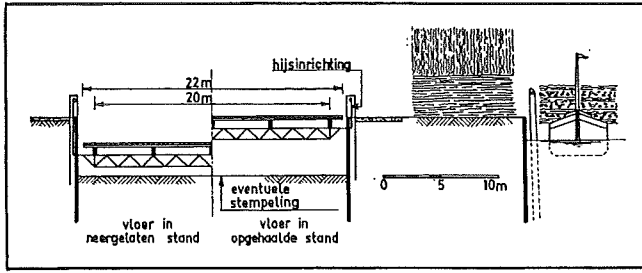


Fig. 260. Doornede over een beweegbare, doch niet verplaatsbare zate.

plm. 20 m. De te maken stukken ter grootte van 26 m \times 60 m, werden tijdens het samenstellen naar behoefte in het water afgeschoven en verder uitgebreid. De aanvoer van het hout, voor de totaal te maken 80.000 m² zinkstukken, vond per as via aanwezige verharde wegen plaats tot onmiddellijk aan de zate, met gevolg, dat hier geen behoefte aan een transport per b.v. torenkraan bestond. In het algemeen drukken de kosten van een dergelijk werktuig nogal op de eenheidsprijs per m², althans indien de te maken hoeveelheden niet zeer groot zijn. Volledigheidshalve dient hier aan te worden toegevoegd, dat de aanbesteding van genoemde hoeveelheid van 80.000 m² in twee delen plaats vond, waarvan het eerste deel het kleinste was. De sleepafstanden waren niet groot; fig 78 geeft de situatie van de haven van Scheveningen met de te maken nieuwe hoofden. De dwarshelling met zate ligt ten zuiden van de ingang van de binnenhaven. De bouwkosten van de zate waren hier uiteraard zeer gering zodat de gesplitste aanbesteding daarop geen invloed van betekenis kon hebben.

7. Zinkwerken ten behoeve van de Volkerakwerken.

De zinkwerken ten behoeve van de Volkerakwerken bij Willemstad met een totale omvang van rond 350.000 m² werden in de jaren 1962-1969 uitgevoerd door de Maatschappij tot uitvoering van waterwerken West-Nederland N.V. te Papendrecht. De stukken werden gemaakt op een kettingzate volgens het „Systeem Dekker” — zoals omschreven onder 2 — in een kleine werkhaven nabij Willemstad, fig. 258. Het plankier had een helling van 1:25. De stukgrootte was maximaal 26,50 m \times 80,00 m. De zate had een breedte van 30 m en een diepte van 25 m. Het materiaal voor de, uit twee lagen hout en één laag riet samengestelde, stukken werd ten dele per schip en voorts per as tot ter weerszijden van de zate aangevoerd. Voor een overgroot deel kon het hout direct in het stuk worden verwerkt. De geringe afmetingen en de mogelijkheid deze zate zeer gunstig te kunnen opstellen verminderde de behoefte aan hulpwerktuigen voor het transport ter plaatse. De inzet van mechanische werktuigen beperkte zich tot slechts één tractor met voorlader. De **bouwkosten** van de voorbedoelde zate bedroegen ongeveer het dubbele van een, samengesteld uit hout met sleden en looprollen. Het **opstellen** vorderde echter **aanzienlijk minder arbeid**, terwijl het verlies aan materiaal uiterst gering was te noemen. Vooral bij kleine objecten speelt zulks een belangrijke rol.

8. Zinkwerken nabij Huisduinen

De hiervoor genoemde West Nederland N.V. bouwde ten behoeve van het verdedigen met zinkstukken van de onderzeese oever van de Helderse zeekering bij Huisduinen, fig. 259, in de marinehaven te Den Helder, een kettingzate. Vóórdien werd tijdens de periode, dat de slikzate onder water stond de nabestorting op de zink-

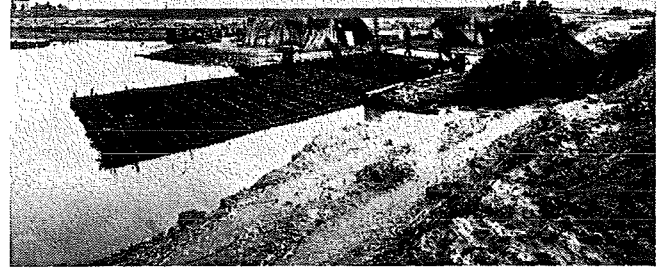
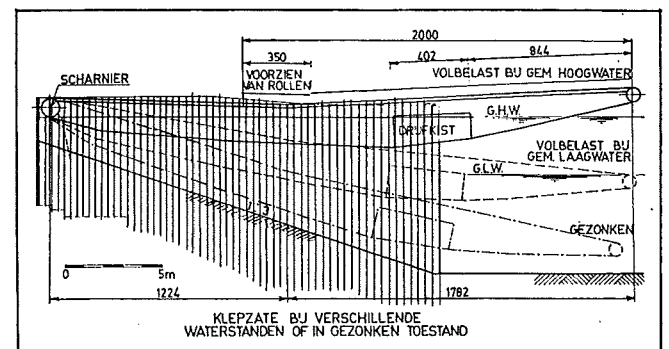


Fig. 261. Gezicht op de zate.

stukken aangebracht in handenarbeid. Bij het gebruik van de, nog nader te noemen, steenstorters behoeft een dergelijke „leeglooptijd” niet meer te worden opgevangen. Ook hier waren alle redenen aanwezig geen gebruik te maken van de wel aanwezige zg. slikzate en de kettingzate aan te brengen. De zate had afmetingen van 22,50 m \times 25,00 m, de helling bedroeg hier eveneens 1:25. Vanaf het op ongeveer N.A.P. + 4,00 m gelegen uiteinde van de zatevloer werd het zinkstuk over een geleiding van spoorstaven in het water geschoven. Ter plaatse van de meeste aan te brengen stukken was reeds direct na de tweede wereldoorlog en enige jaren daarna keileem gestort. Deze wel veel weerstand biedende grondsoort kon evenwel niet voorkomen dat zich daar ter plaatse geulvormingen gingen voordoen. Plaatselijk werden de geulen aangestort met beschikbaar betonpuin. De aanstortingen vonden plaats onder een helling van plm. 1:4, althans voorzover de geulvormingen een steller beloop hadden. Als bezinkingen werden stukken tot 20 m \times 60 m gebouwd, de totale hoeveelheid bedroeg rond 35.000 m². De wiepen, met een omtrek van 0,38 m, verkregen een onderlinge afstand van 0,80 m en moesten machinaal worden gemaakt. Gezien de gunstige resultaten met de dubbel gebonden wiepen voor de drempelstukken te Willemstad werden ook hier alle langswiepen van de stukken dubbel gebonden. Gebruikt werd tweedraads polypropyleen filmgaren met een breeksterkte van ca. 160 kg. Voor het koppelen van het zinkstuk aan de mechanische zinkapparatuur werd in het stuk over de volle breedte, ter plaatse van de zesde wiep, een dikke wiep opgenomen, hierover later. Ter plaatse van een zinkstrop moest volgens het bestek het onderroosterwerk worden versterkt met een bos latten en twee slieten, terwijl ter plaatse van een prop elk roosterwerk met vier bossen latten en acht slieten waren te

Fig. 262. De klepzate.



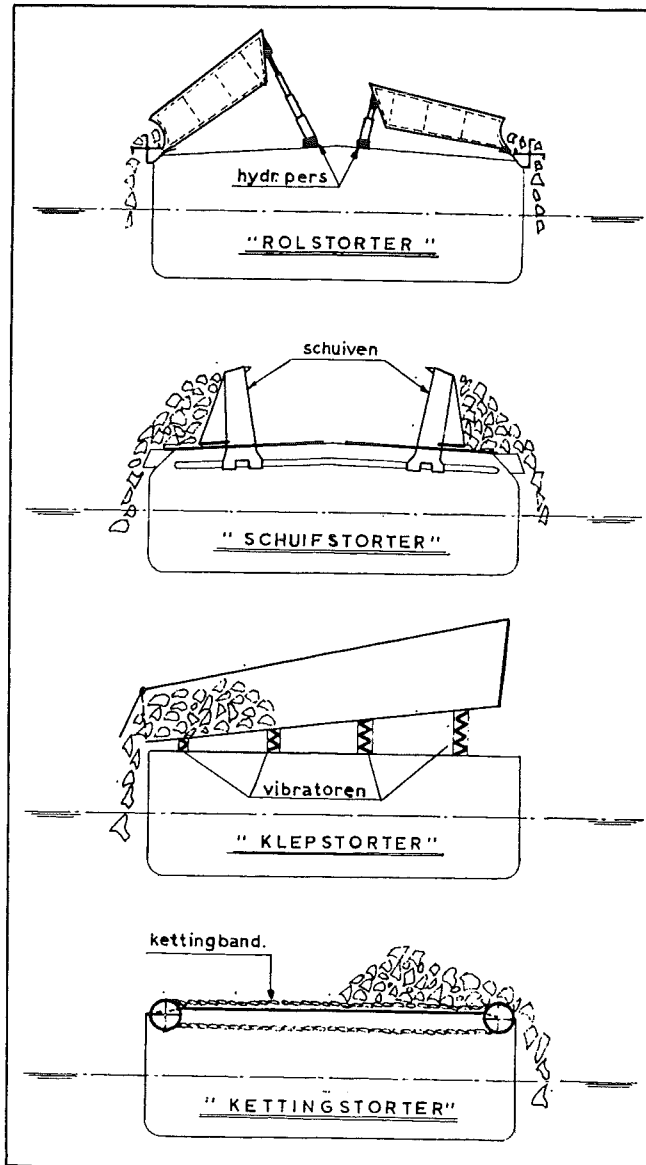
versterken en deze achtereenvolgens op twee en op vijf plaatsen met manillatouw, Ø11 mm, aan de wiepen te bevestigen. In verband met het langs mechanische weg aanbrengen van de stukken werd, als gevolg van het voorzien van de voorgenomde zware wiep, slechts een klein aantal van de voorgeschreven propconstructies gerealiseerd. Dit kleine aantal werd gebruikt voor het bevestigen van draden tot het voorkomen van het afschuiven van de stukken. Als vulling moest per m² stuk in de grondlaag 0,8 bos Gelderse rijs, in de kruislaag 1,2 bos Gelderse rijs en in de deklaag 0,7 bos droog riet en een spreidse van 0,5 bos Gelderse rijs worden verwerkt. Vlechttuinen werden geplaatst op de buitenste wiepen rondom elk stuk, op de wiepen evenwijdig aan de waterlijn om de andere en op de wiepen, loodrecht op de waterlijn, om de derde wiep. De tuinpalen werden geplaatst h.o.h. 0,50 m terwijl achter elke paal drie bleeslatten werden gestoken. De aldus gevormde tuinen moesten op afstanden van 3 m met nylontouw, dit 4 mm, aan de wiepen worden bevestigd. (Op deze nogal stevige constructie wordt bij het zinken nader teruggekomen). Het rijshoutmateriaal kon ter weerszijden van de zate per as worden aangevoerd en nagenoeg geheel rechtstreeks in het stuk worden verwerkt. Ook hier bestond geen behoefte aan een toren-

kraan als mechanisch hulpwerktuig. Het werk werd uitgevoerd in de vier „wintermaanden”, oktober 1968 tot en met januari 1969.

9. De beweegbare, niet verplaatsbare zate.

Ten behoeve van de werken in het Europoortgebied werden indertijd de benodigde zink- en kraagstukken gemaakt op een beweegbare, doch minder eenvoudig verplaatsbare, zate op het eiland Rozenburg. De N.V. v/h J. M. Dekker en Zoon te Papendrecht paste bedoelde constructie toe om in dit tijlgebied niet aan een bepaalde hoogte te zijn gebonden. (Het systeem van deze zate wordt door een octrooi beschermd). Het principe van dit systeem berust op een werkvloer die, ter weerszijden daarvan, beweegbaar aan paal- en/ of damwandconstructies is opgehangen. Het op en neer bewegen van deze werkvloer is — behalve middels takels — ook met spindels uit te voeren. De hoogte van de vloer is derhalve vrij eenvoudig op elke gewenste hoogte af te stellen ten opzichte van de waterstand. Na het gereed komen van een stuk, of gedeelte daarvan kan het, na het voldoende neerlaten van de vloer, worden uitgedreven. De breedte van de zate bedroeg 22 m, de lengte (of diepte) 16 m. Op de vloer, fig. 260, kon een gedeelte van een 20 m breed stuk worden gemaakt om het, na het verhalen naar het water, vervolgens te verlengen. Ten behoeve van bedoeld verhalen diende de vloer naar behoeven eerst te worden neergelaten. Bedoeld verlengen kon vrijwel tot elke maat geschieden. Het in fig. 261 weergegeven stuk heeft een lengte van 60 m. Het horizontaal stellen van de vloer kan het bezwaar opleveren, dat — bij een dalende waterstand en een uitgeschoven stuk — nagenoeg continu de zes ophangpunten moeten worden bediend. Bij dalend water zou dan af en toe een hellende stand aan de vloer zijn te geven, waardoor enige verlichting in bedoelde situatie kan optreden. Een trapvorm van geringe omvang tussen vloer en waterstand zal voorts zeker geen direct bezwaar zijn, zoals in fig. 261 is waar te nemen. De staalconstructie, inclusief de vloer, had op Rozenburg een gewicht van ongeveer 34 ton, de belasting door een stuk van 20 m × 20 m is te stellen op 400 m² × plm. 40 kg of 16 ton, en de bewegende belasting door de rijswerkers op 4 ton. Te samen 54 ton. Gemiddeld zou dit in de ophangpunten een belasting geven van 9 ton per ophangpunt. De belasting in de ophangpunten bij het uitvaarende zou echter wellicht tot 12 ton per punt kunnen oplopen. Door het verbinden van de vakwerkdragers (de zg. dwarsbalken) door „scharnierende kinderbalken” is uiteraard een meer soepele constructie te realiseren. Een zeer groot voordeel van een dergelijk zatesysteem is de omstandigheid, dat aan drie zijden met een geringe loopafstand de aanvoer van het materiaal vanaf het middel van vervoer (per as) tot op het stuk is uit te voeren. Een niet onbelangrijk nadeel is echter, dat het verplaatsen van het geheel naar elders nogal kostbaar zal kunnen zijn. De bouwkosten en het opruimen van de zate waren indertijd te ramen op rond fl. 240.000.--, waarvan 60% ware af te schrijven. De middels deze zate verwerkte hoeveelheden bedroegen 346.000 m² met gevolg, dat de zatekosten met ongeveer fl. 0,55 op de m² stuk rustten. Bedoelde werken werden uitgevoerd in het Calandkanaal, dat reeds in open verbinding met de Rotterdamse Waterweg stond, derhalve wel onderhevig aan de getijbeweging, doch niet aan de grote waterbewegingen in de rivier.

Fig. 263. Vier typen steenstorters.



10. De klepzate.

Behalve de reeds genoemde kunstmatige zatetypen werd een zg. klepzate ontworpen, fig. 262. De zate dient gelijk het onder 9 omschreven type aan drie zij-

den omsloten te worden door drie verticale wanden. Dit kan een aanvoer per as tot op de rand van het te maken stuk tot gevolg hebben, terwijl een aanvoer per schip eveneens een korte loopafstand mogelijk maakt. De klepzate scharniert aan één lange zijde. De zate of plankier kan uit meerdere elementen bestaan, die ieder afzonderlijk op een drijfkist rusten. De raming van de bouwkosten is nogal hoog te noemen ofschoon de afschrijving op het beweegbare gedeelte gering kan zijn. De aan te brengen verticale wanden maken het geheel echter kostbaar.

6. Het aanbrengen van steenbestortingen.

a. Inleiding.

Het aanbrengen van de bestortingen werd voorheen geheel aangepast aan het zinkwerk. Zoals reeds aangehaald vond de aanvoer van steen tot naast en boven het stuk plaats met zolderbakken of met zg. steenbakken. (Transport per zolderschuit is niet van gevaren onbloeit). Voor het transport van de steen van de bakken tot op het stuk beschikte men over de rijswerkers, welke voldoende uren vrij hadden bij het maken van de stukken op een natuurlijke zate. (Op meerdere plaatsen kon men echter ook dikwijls voldoende steenlossers -storters aantrekken, dit vond plaats in zg. „stukwerk”).

Het gebruik van de kunstmatige zate voor het maken van de stukken had tot gevolg, dat er geen „verloren uren” meer beschikbaar zouden zijn voor het storten, terwijl voorts — gezien de voortdurend stijgende grootte van de loonfactor — diende te worden uitgezien naar het zoveel doenlijk mechaniseren van het steenstorten. Dit vloeide niet alleen voort uit het bestorten van vele zinkstukken, doch tevens uit het voor het beschermen van dammen, bodems, geulen e.d. evenals het opstorten van drempels met mijnsteen, grind en lichte tot zware steen.

Ook aan de vlakheid van de bestorting moesten eisen worden gesteld, zoals o.a. aan de „steenzate” onder een afsluiting. Bedoelde hogere eisen en de te verwachten zeer grote hoeveelheden gaven dan ook de Deltadienst aanleiding een onderzoek in te stellen naar de mogelijkheden van het mechaniseren van het storten van het bestortingsmateriaal. De afdeling Ontwikkeling Nieuwe Werkmethoden van deze dienst had daarin een groot aandeel. Er moest een systeem worden gezocht, waarbij de lading steen zijdelings vanaf het dek van de steenbak kan worden verplaatst, terwijl tevens een goede sortering zou zijn te verkrijgen.

Door enige aannemers, dan wel in samenwerking van de betrekkelijke aannemers met de Deltadienst, werden — met steun van rijksgelden — meerdere proeven op- en voortgezet.

Men kwam daarbij — in loop van de tijd — tot verschillende systemen, fig. 263, als:

1. bestaande uit een „steenbak” waarop een aantal bakken met steen, welke aan de gangborden van de bak scharnierend zijn bevestigd. De bakken kunnen worden gekanteld, zodat de steen op de — ter plaatse van het berghout — langszij aangebrachte „kamrollen” wordt gestort. De rollen van de „rolstorter” storten de steen over boord en „dosereren” daarbij de steen in min of meerdere mate;
2. de „schuifstorter”, waarbij ter plaatse van de lengte-as van het vaartuig twee rijen schuiven zijn opgesteld, welke de steen van het dek afschuiven. (Bij het nieuwste type kunnen de schuiven afzonderlijk worden verplaatst);
3. de „klepstorter” waarbij de op het dek opgestelde „bakken” onder een helling van 5° naar de open zijde steken en aan die zijde middels kleppen zijn

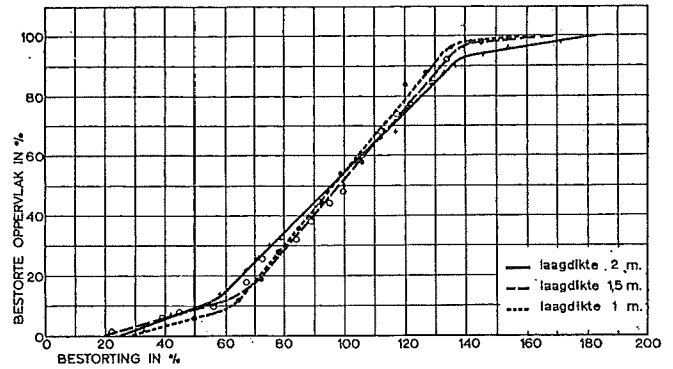


Fig. 264. Verdeling van de bestorting met verschillende laagdikten.

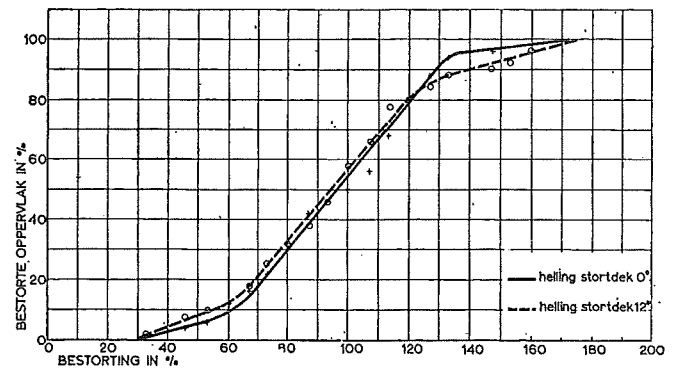


Fig. 265. Verdeling van de bestorting met verschillende lostijd van de stenen.

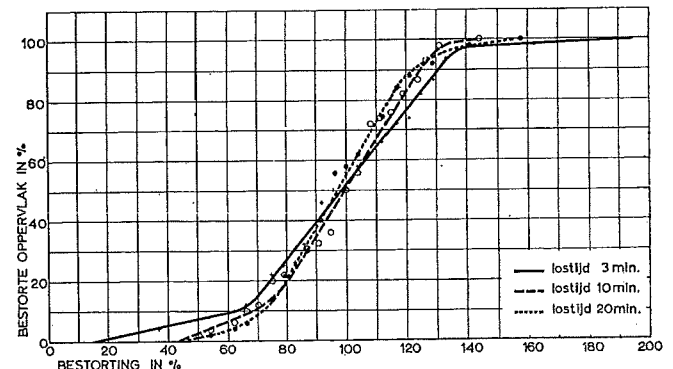
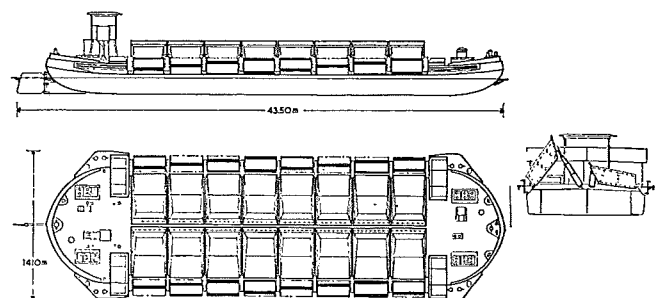


Fig. 266. Verdeling van de bestorting met verschillende helling van het stortdek.

Fig. 267. Steenstorter I.



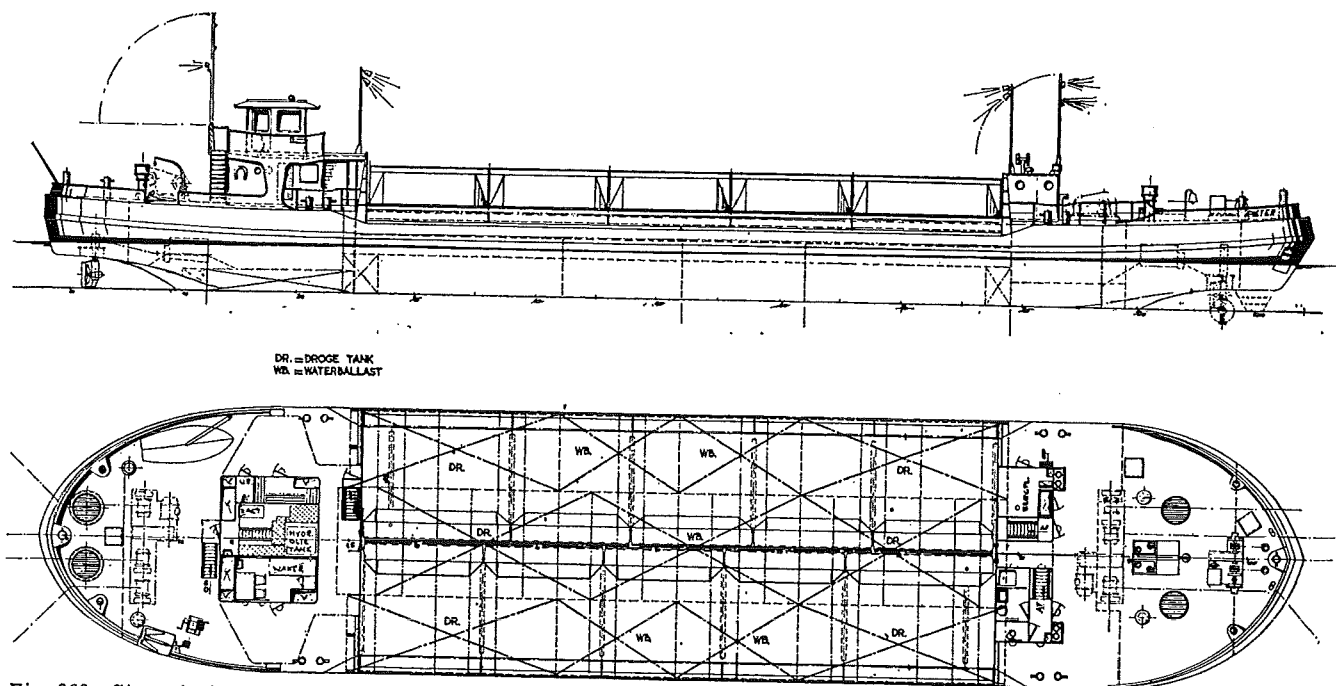


Fig. 268. Steenstorter „Pieter”.

af te sluiten. Onder de bodem van de bakken of bunkers zijn vibrators aangebracht. Na het openen van de klep wordt de lading over boord getrild, en

4. de „kettingstorter”, waarvan het dek is voorzien van een stalen frame, waarin een z.g. kettingmeenemer is gemonteerd. De meenemers zijn loodrecht op de lengte-as van het schip opgesteld en worden aldus bewogen, waarbij de op het dek rustende meenemer de steen van het dek afschuift.

De capaciteit van steenstorters wordt voornamelijk bepaald door:

- a. de grootte van het schip;
- b. wijze en omvang van de belading, en
- c. de weersomstandigheden.

Indien alleen wordt uitgegaan van de eis, dat alleen rond de kentering mag worden gestort, dan dient de grootte van het schip zodanig te zijn, dat de belading in de tussengelegen perioden kan geschieden. In de praktijk heeft dit aanvankelijk geleid tot een scheepsgrootte van 300 à 350 ton. Het lossen daarvan kan in een zodanige korte tijd plaats vinden, dat de hiervoor benodigde tijd is te verwaarlozen ten opzichte van de tijd van belading.

Wordt een steenstorter uitsluitend gebruikt voor het zinken, dan wordt de capaciteit bepaald door de benodigde hoeveelheid zinksteen. Is voor een stuk van bv. 1000 m³ 200 ton steen nodig, dan zou met een storter van ruim 200 ton zijn te volstaan. Bij een bestorting van bv. 300 ton zal echter een storter van plm. 350 ton vereist zijn, dan wel twee van ca. 175 ton. Bij zinken kan de steenstorter op eigen ankers of draden worden afgevierd. Grotere manoeuvreerbaarheid zou hier echter wel eens doorslaggevend kunnen blijken. Mechanisatie en een ruime toepassing van steenbestortingen hebben de ontwikkeling en de bouw van drijvend materiaal voor het maken van gelijkmatige bestortingen gestimuleerd.

Met steenstorters, welke voorzien zijn van doseerapparatuur, zou in beginsel een vrij grote gelijkmatigheid in laagdikte zijn te bereiken.

Alvorens tot de bouw van een rolstorter en een schuifstorter werd overgegaan zijn modelproeven in een laboratorium gedaan op schaal 1:10. Een vergelijking van de daarbij gekregen resultaten toonde aan, dat met beide typen een nagenoeg gelijkwaardige gelijkmatigheid van de bestorting was te bereiken. Zij bleken evenwel op bepaalde punten belangrijk af te wijken van de in werkelijkheid te behalen resultaten. De hoek van de inwendige wrijving van de steen bleek in de praktijk belangrijk te variëren, een variatie welke bij het onderzoek in het laboratorium niet kon worden ingevoerd dan wel was te benaderen. De inwendige krachten in de steenmassa konden niet op schaal worden geproduceerd en gaven de proeven geen volledig beeld. In het model werd de invloed van een drietal factoren, welke in de praktijk bij het storten kunnen variëren, onderzocht nl. de laagdikte van de steen op het dek, de helling van het dek en de snelheid van storten. De verdeling van de bestorting wordt in fig. 264 grafisch weergegeven, zoals deze werd gevonden uit proeven met een laagdikte van 1.10 m, 0,15 m en 0,20 m, overeenkomend in de praktijk met respectievelijk 1,00 m, 1,50 m en 2,00 m. De onderlinge verschillen zijn zeer gering. Er was echter een tendens, dat bij grotere laagdikte de verdeling iets minder gelijkmatig zou kunnen zijn. Het wordt verklaard uit het feit, dat bij grotere laagdikte de steenmassa eerder gaat bressen, waardoor een groot aantal stenen tegelijk wordt gestort.

Betreffende verschillende hellingen van het dek zijn proeven genomen met een grootte daarvan van 0° en 12°. Uit fig. 265 blijkt, dat een kleinere helling van het stortdek vrijwel geen invloed op de dosering van de steen had. Fig. 266 laat het resultaat zien van een 3-tal proeven met verschillende stort- of lostijden. De tijdschaal van het model is gelijk aan de vierkants-

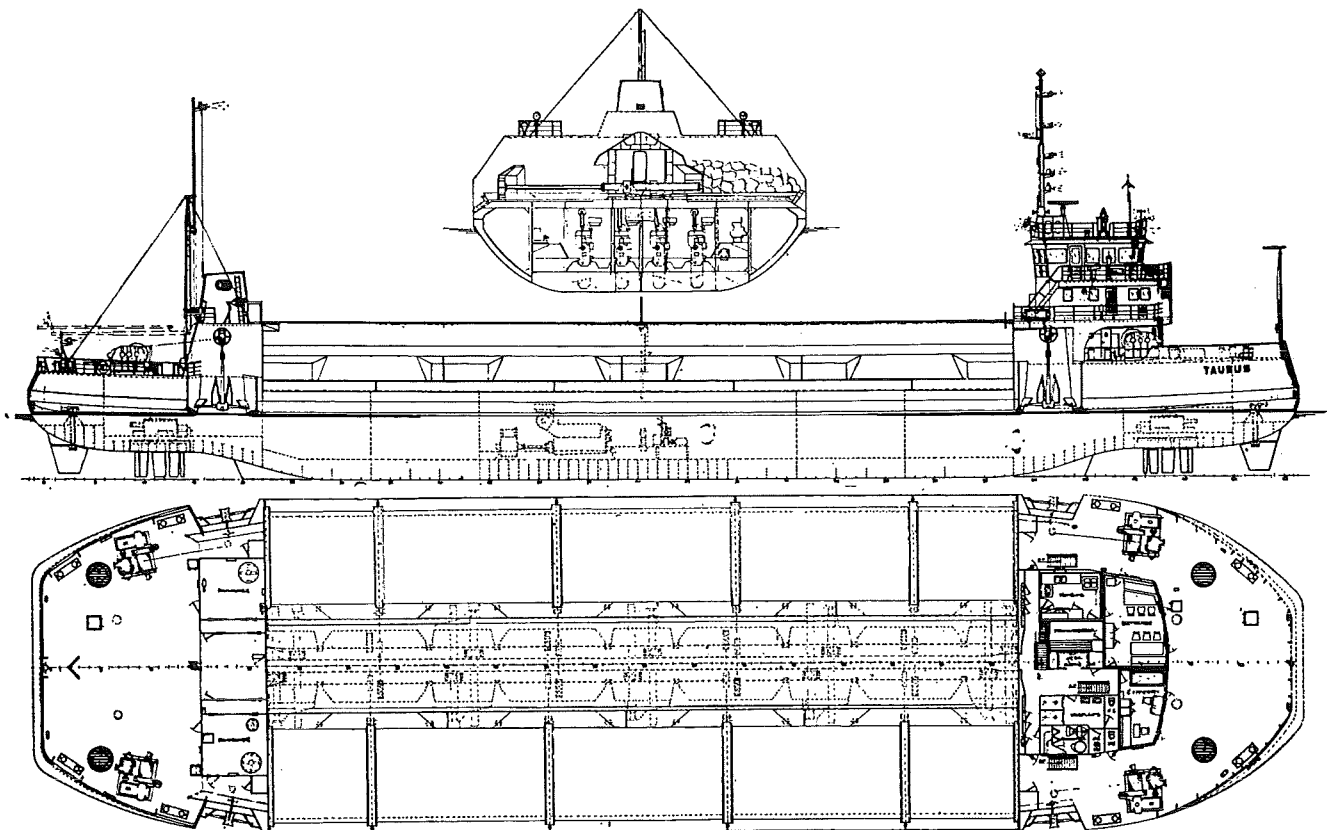


Fig. 269. Steenstorter „Taurus” of „Cetus”.

wortel uit de lengteschaal. De storttijden van 60, 150 en 360 sec. in het model komen derhalve globaal overeen met resp. 3; 10 en 20 minuten in werkelijkheid. Uit de resultante zou zijn af te leiden, dat de kleinste storttijd een iets slechter resultaat zal geven. Misschien heeft het brestempo daarop invloed gehad. De proeven werden uitgevoerd met steenslag, voorstellende stenen met een stukgewicht van 80 tot 200 kg. Proeven met steenslag, voorstellende een stukgrootte van 10 tot 80 kg gaven een enigszins beter resultaat. (De grafieken zijn ontleend aan „Het aanbrengen van steenbestortingen met de Steenstorter” van de Aannemers Combinatie Zinkwerken te Gorinchem).

In het laboratorium werd uitgegaan van een constante verhaalsnelheid, een aanname die in de praktijk moeilijk zal zijn te realiseren.

b. De rolstorter.

Op grond van de resultaten van proeven werd de bouw en het gebruik van een gemechaniseerde steenstortbak opgenomen in de overeenkomst voor het maken van het tweede gedeelte van de afsluitdam in het Veerse Gat. Het ontwerp werd gemaakt voor een bak met een nuttig vermogen van 320 ton, fig. 267.

Op het dek staan aan ieder boord acht kippakken. De kamrol in het boord bestaat uit twee delen, die ieder worden aangedreven door een viercilinder luchtgekoelde dieselmotor van 50 pk. De kippakken worden hydraulisch geheven. Het hydraulisch systeem wordt bekrachtigd door een achtcilinder luchtgekoelde motor van 100 pk.

Het schip werd op 30 september 1959 in gebruik genomen. Een nabestorting, bestaande uit steen van ca. 80-200 kg, werd met het schip uitgevoerd. Terzelfder tijd werd het verwerken van fijnere materialen beproefd. De verkregen resultaten beantwoordden aan de verwachtingen. Dit gold zowel voor het losprincipe als voor de gekozen constructievorm. Het bleek mogelijk

de lading van 160 ton in zeven minuten gelijkmatig te lossen. Het principe van het systeem is het volgende:

Het lossen van de steen gebeurt door een ronddraaiende as, die voorzien is van schoepen, in het gangboord van het schip. De aanvoer van steen naar de as vindt plaats door het kippen van de bakken, die aan dek zijn geplaatst. De schoepen doseren de hoeveelheid steen, die wordt gelost per tijdseenheid. Het schip wordt tijdens het lossen in dwarsrichting verhaald. Door een regelmaat in het lossen en in een constante verhaalsnelheid zou een gelijkmatige bestortingsdikte zijn te verkrijgen.

c. De schuifstorter.

De dosering van de steen met het langzaam draaiend schoepenstelsel van de rolstorter bleek men niet geheel, althans niet voldoende, in de hand te hebben, waarom moest worden geconcludeerd, dat naar een verbetering diende te worden gezocht. In plaats van het kantelen van de geladen bakken ging men over naar het van de bak afschuiven van de steen, fig. 263.

Bij genomen proeven bleken de zijanten van de modelbak vrij grote invloed op de stortresultaten uit te oefenen. In het model werden deze zijwanden dan ook meeschuivend gemaakt. De resultaten stemden overeen met de best verkregen resultaten met het schoepenstelsel van de steenstorter I.

Op grond van bedoelde resultaten werd in 1965 door het Bureau voor Scheepsbouw Ir. P. H. de Groot N.V. te Bloemendaal de schuifstorter „Pieter” (Pieter van der Vlies) ontworpen, fig. 268. Het stortdek kreeg een lengte van 28,00 m, terwijl op het 11,93 m brede dek over de lengte-as tweemaal vijf schuiven werden aangebracht, de breedte daarvan is — op grond van het aandrijfsysteem — verspringend. De schuiven aan bakboord- en aan stuurboordzijde kunnen onafhankelijk van elkaar

werken, waardoor zowel het eenzijdig als het tweezijdig storten mogelijk werd gemaakt.

De schuiven zijn voorzien van een neerklapbaar gangbord, waardoor de mogelijkheid werd geschapen de steen ook langs de kanten hoger op te zetten. Bij een ladinghoogte van 1,50 m bedraagt het laadvermogen 500 ton, terwijl bij de maximum diepgang van 2,40 m de lading tot 700 ton is op te voeren.

Voor het beschermen van de sleuven ten behoeve van de aandrijving zijn deze afgedekt. De schuiven zijn van nylonborstels voorzien opdat gruis of ander fijn materiaal het aandrijfmechanisme niet kan beschadigen of verontreinigen, als de rubberslabben door de bewegende schuiven opzij worden gedrukt.

De bediening van alle mechanismen vindt plaats vanuit de stuurhut. (Voor de bouw van het schip werd indertijd Verolme's Scheepswerf slechts zeven maanden gegeven).

Een verbeterd en zwaarder type van dit soort storter werd in 1968 door hetzelfde bureau ontworpen ten behoeve van de bouw van de nieuwe havenhoofden te Hoek van Holland. Men kon hierbij profiteren van de ervaringen, opgedaan met andere, inmiddels reeds in de praktijk beproefde, storters.

Aan de betreffende steenstorters, „Taurus” en „Cetus”, fig. 269, moesten zwaardere eisen worden gesteld dan aan bv. de voornoemde „Pieter”. Deze storters dienden immers niet alleen steen van grotere afmetingen te verwerken doch ook onder andere zeeomstandigheden. Bij het ontwerpen der schepen is steeds in het oog gehouden, dat flexibel gebruik ervan mogelijk moest zijn, waarbij speciaal gedacht is aan het creëren van ruime werkdekken, vrij van obstakels. Na volbrenging van dit betreffende werk zouden de schepen, na ombouw eventueel, voor min of meer overeenkomstige werkzaamheden kunnen worden ingezet.

De storters zijn speciaal ingericht voor het gelijkmatig storten van grind en gebroken steen tot een gewicht van ca. 6 ton per stuk. Hiertoe zijn de schepen uitgerust met een nuttig laaddek met een nuttige oppervlakte van ca. 500 m². De lading wordt gelijkmatig over boord geschoven door middel van hydraulisch aangedreven schuifschotten.

De lengte van deze schepen bedraagt over alles 77,00 m, de breedte over alles 20,25 m, de diepgang geladen 3,85 en het draagvermogen bij deze diepgang 1860 ton.

Deze afmetingen werden, behalve door het gespecificeerde laadvermogen, vooral bepaald door de volgende eisen:

1. geringe diepgang, zodat met minder bezwaar, over de reeds gestorte gedeelten van de dammen-onderbouw gevaren kan worden;
2. de mogelijkheid van dwarsuit varen, en
3. een rustig gedrag in het golfbeeld, dat in het havenmondgedeelte veelvuldig voorkomt. Speciaal slingeren, ook bij dwarsinkomende golven, diende zoveel als mogelijk vermeden te worden.

Ten aanzien van het gedrag van het schip, als vrijvarend en als verankerd, speciaal in bewogen water, werden uitgebreide proeven genomen in het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen.

Voor mogelijke verbetering van het gedrag in zee-gang, in het bijzonder bij dwarsinkomende golven, werden in een der schepen als proef anti-slingertanks ingebouwd; ze kunnen totaal 300 ton water bevatten. Na gebruik van een half jaar konden echter nog geen tekenen van beter gedrag worden geconstateerd.

In verband met het werken in de zeer drukke scheepvaartzone werden de schepen voorzien van, in korte lengten onderverdeelde, droge of waterballast-tanks, terwijl tevens over de volle lengte een dubbele bodemconstructie aanwezig was. Met het oog op stootgevaar werd de bodem uitgevoerd met een plaatdikte van 13 tot 16 mm.

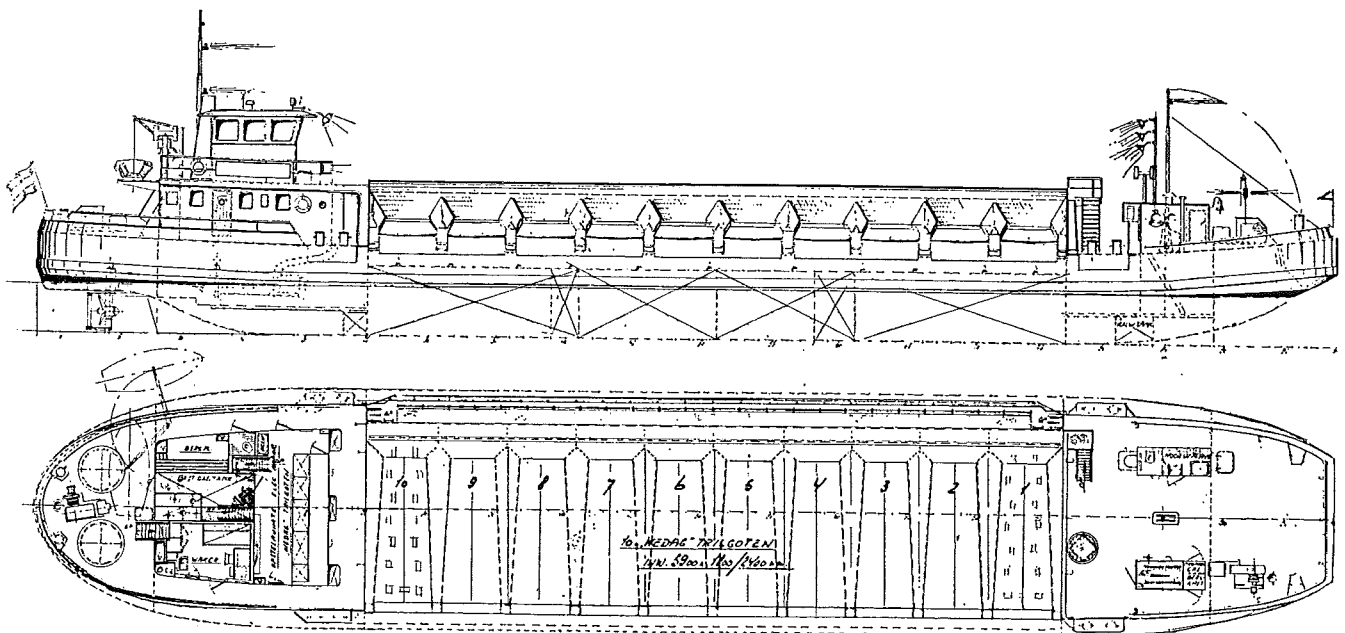
De op het dek opgestelde schottenrijen worden door middel van hydraulische cilinders bewogen. De schotten rollen over het dek; ze zijn per scheepszijde opgebouwd uit een viertal scharnierend aan elkaar verbonden schotsecties, zodat het geheel flexibel blijft.

In verband met de eisen van dwarsvaren, nauwkeurig positie houden en in het algemeen zeer grote manoeuvreerbaarheid, werden Voith-Schneider propellers, waarvan de stuwkracht in richting en grootte naar believen is te verstellen, voor de voortstuwing gekozen.

Het vermogen van elk van de propellers bedraagt 900 kW (mech) of 1200 pk, waarmee langsvarend een snelheid van 11 km per uur behaald kan worden en dwars 4 km.

De schuifsnelheid der steenschotten is tijdens de vaart niet regelbaar. De stortdikte kan gevarieerd worden door de scheepssnelheid te variëren.

Fig. 270. Klep- of vibratorstorter Noordzee en Lauwerszee.



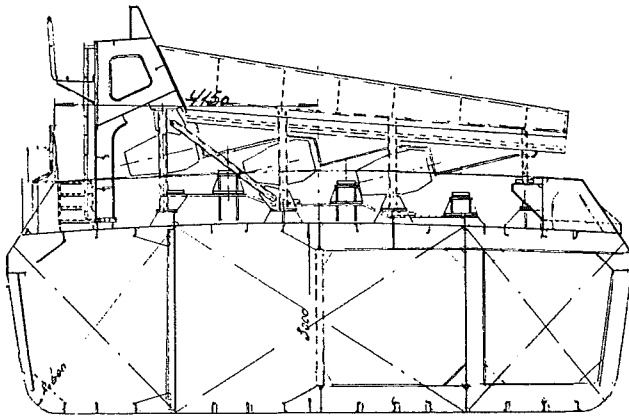


Fig. 271. Doorsnede vibratorstorter met opstelling vibrator.

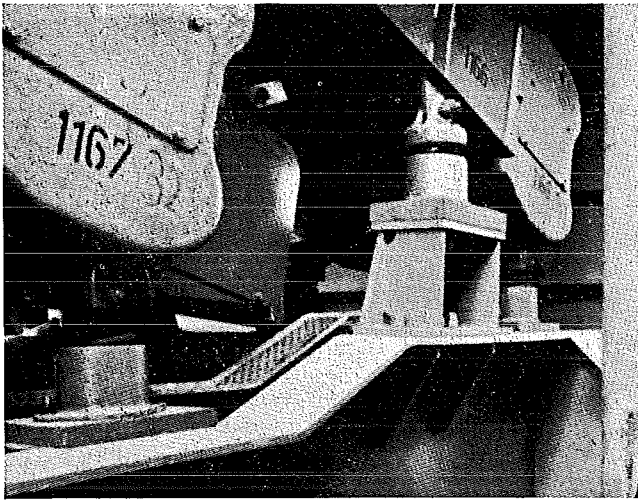


Fig. 272. Detail van opstelling trilgoot.

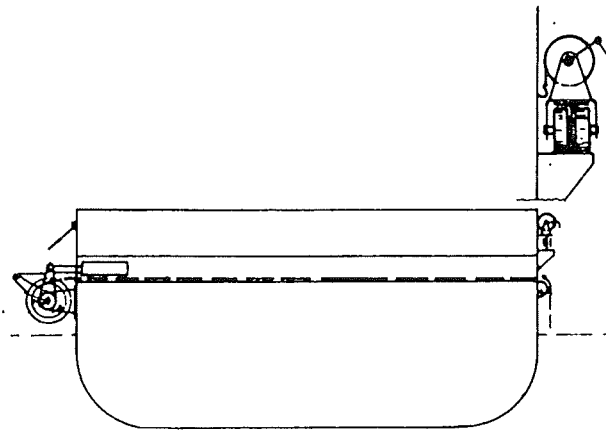
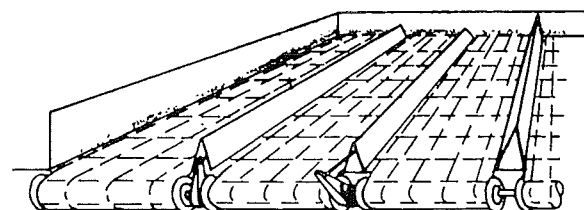


Fig. 273. Dwarsdoorsnede. In het gangboord ter linkerzijde is de hydraulische ratelconstructie getekend van de winch, die de eindeloze kettingen aandrijft.

Fig. 274. Perspectief van de kettingvelden met dwarse staafverbindingen.



De manoeuvreerbaarheid van deze schepen met Voith-Schneider propellers aan beide einden is uniek te noemen.

d. De vibratiestorter (klepstorter).

Evenals bij de — hierna te noemen — kettingstorter gaat de steen bij de zg. vibratorstorter aan één zijde over boord. Bij het afstorten van zinkstukken bereikt men zo een betere beheersing van de spreiding.

Bij het ontwerp van dit type steenstorter werd van twee gedachten uitgegaan, nl. het bereiken van een perfecte spreiding tijdens het afstorten en anderzijds zo weinig mogelijk bewegende delen of wel zo weinig mogelijk mechanische slijtage. In de praktijk bleek inmiddels dat dit type steenstorter goed aan de verwachtingen voldoet.

Bij andere systemen hebben de stenen tengevolge van de onderlinge haakweerstand meer neiging om in groepen over boord te gaan. Bij vibratie gaat dit euvel minder optreden daar bedoelde haakweerstand als gevolg van de trillingen min of meer wordt opgeheven.

Figuur 270 geeft het algemeen plan van de steenstorter „Noordzee”, eigendom van Zinkcon NV. te Hellevoetsluis. De afmetingen zijn:

lengte over alles ca. 53,00 m;
 breedte op de spanten 9,80 m;
 diepgang (belading 300 ton) 1,95 m;
 diepgang (bij max. belading 375 ton) 2,15 m en
 diepgang, ledig 1,80 m.

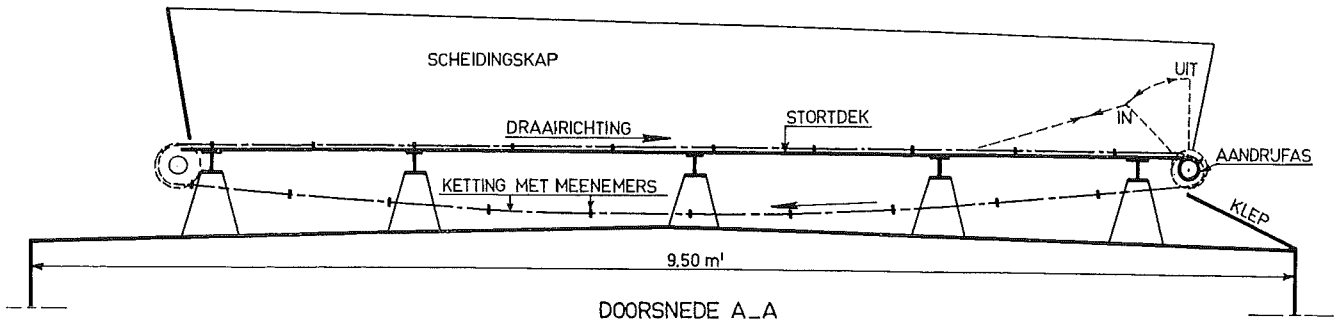
De steen wordt geladen in de aanwezige tien trilgoten, los van elkaar zodanig op verende ondersteuning opgesteld, dat tijdens het storten geen trillingen op het casco worden overgebracht. Elk van de trilgoten is aan de onderzijde van het laadvlak voorzien van drie elektromagnetische vibratoren, waarvan de trillingsrichting een scherpe hoek maakt met dit laadvlak, fig. 271.

Een vibrator bestaat uit een huis van speciaal gietijzer, waarin een elektromagneet instelbaar is bevestigd. Onder invloed van de magnetische stoot wordt het anker door de stator aangetrokken.

Hoewel men met dit systeem de lading over een horizontaal of zelfs een oplopend vlak kan doen verplaatsen, een en ander afhankelijk van de opstelling van laadvlak en vibrator, is aan het laadvlak van het schip toch een geringe afloophelling — 5% — gegeven. Hierdoor kan de maximum belading worden opgevoerd. Deze wordt nl. mede bepaald door het benodigde ampèrage bij de aanloop van de vibratoren. Aldus kan worden voorkomen dat bij deining tijdens het storten het laadvlak te veel achterover zou gaan hellen en een onregelmatige spreiding het gevolg zou kunnen zijn. Tevens wordt met de helling een goede afstroming bevorderd; een schoon dek zal de trillingsoverdracht bevorderen.

Het bedieningspaneel wordt vanuit de stuurhut bediend, waar tevens een goed overzicht tijdens het storten mogelijk is.

De tien trilgoten kunnen in elke willekeurige groepering worden gelost. Van iedere goot is de lossingsnelheid apart bij te regelen. De goten worden aan de lage zijde afgesloten door hydraulisch bediende kleppen, die voorkomen, dat tijdens het laden of tijdens de vaart te veel steen over boord zou vallen. Zodra de vibratoren worden omgeschakeld begint de losliggende steenmassa in beweging te komen en vangt de hoge lading aan in elkaar te zakken om vervolgens in gelijke mate over boord te gaan. De steen komt daarbij eigenlijk pas in beweging wanneer deze met het trillende laadvlak in aanraking komt; de bewegende steen gaat dan over het laadvlak naar beneden. Op deze wijze ontstaat een zeer goede dosering; ook van grind en andere korrelachtige materialen.



BOVENAANZICHT STORTINSTALLATIE (ÉÉN SECTIE)

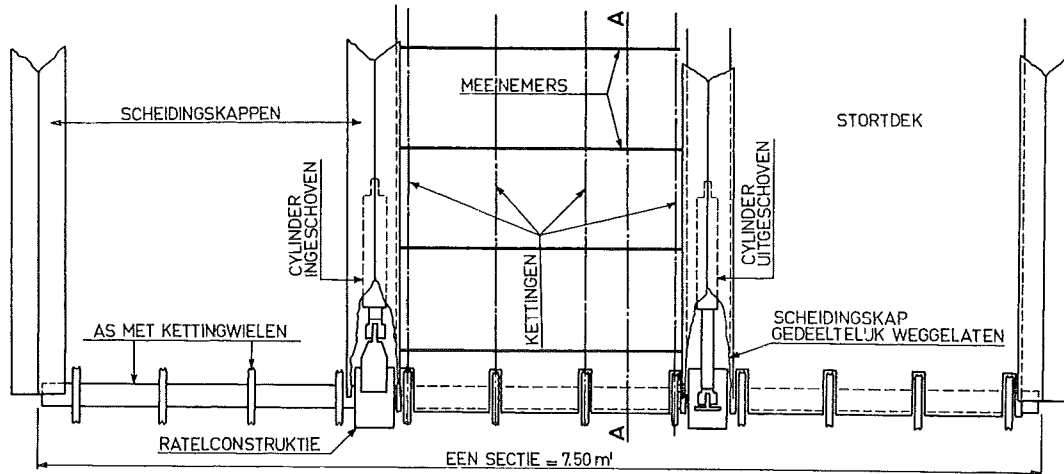
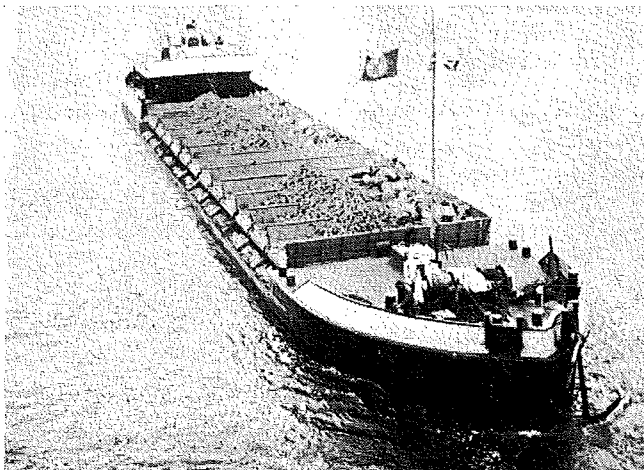


Fig. 275. Stortinstallatie.

De hoofdgenerator-van 350 kVA bij 380 Volt, wordt aangedreven door een van de twee hoofdmotoren van het schip, beide gekoppeld aan een Schottel-roerpropeller. Aldus kan worden bereikt, dat men tijdens het storten het schip met één schroef zelfcorrigerend kan werken, terwijl tijdens de vaart een voldoende snelheid kan worden ontwikkeld. Met het oog op de sterke trilling van lading en stortgoten is het casco stijf geconstrueerd, onder meer door toepassing van twee langsschotten. Also zijn dan geen trillingen in het casco waar te nemen. Fig. 272 geeft een detail van een trilgoot. De vibratie-steenstorter leent zich dan ook wel goed voor die werken, waar bij het storten onder water een goede dosering een vereiste is.

Fig. 276. Een der beide schepen, geladen met fijne- en daar achter met grove steen.

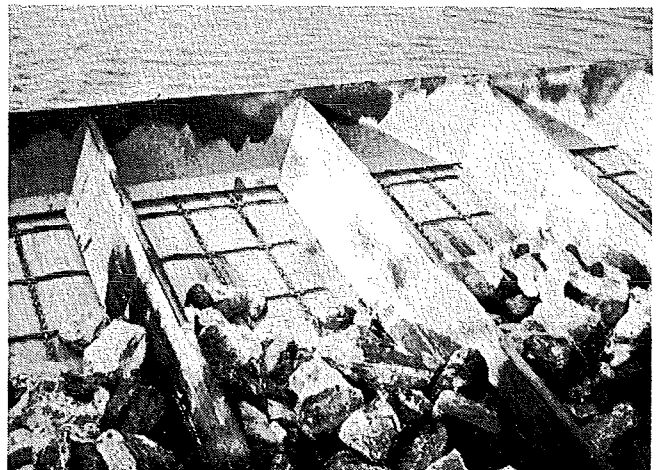


e. De kettingstorter

Reeds medio 1963 ontwikkelde de NV Dekker te Papendrecht een afwijkend systeem steenstorter, dit was gebaseerd op eindeloze kettingen. Bij proefnemingen bleek storten tot een hoeveelheid van 300 kg per m² mogelijk; een bak met plm. 200 ton steen kon in vier minuten worden gestort. In de figuren 273 en 274 wordt het systeem in principe weergegeven, het werd met gunstig resultaat in de zg. windgoot van het waterloopkundig laboratorium te Delft beproefd.

Bedoeld systeem werd — na octrooi aanvraag — nadien toegepast op de steenstorters Steenbok en Ram van de NV West-Nederland te Papendrecht. Deze zijn

Fig. 277. Detail van de kettingmeenemer. De steen is reeds over enige afstand vanaf de gesloten zijde verplaatst.



thans ondergebracht in de NV Mechanisch Steenstortbedrijf, eveneens te Papendrecht.

De schepen werden gebruikt bij de afdamming van het Volkerak. Aan de vlakheid van de drempels in de afdamming, waarop doorlaatcaissons moesten worden geplaatst, werd door de directie — van de rijkswaterstaat — hoge eisen gesteld.

Aanvankelijk meende de directie de drempel op te moeten bouwen met steen van 20-80 kg en werden daartoe proeven genomen. Op grond daarvan werd een installatie met een vermogen van 425 ton met een stortlengte van 30 m en een breedte van 8 m gerealiiseerd. Over de lengte was de installatie verdeeld in vier afzonderlijk werkende secties. Iedere sectie bezit drie goten met elk vier eindeloze kettingen waartussen profielen, „meenemers” genoemd, zijn aangebracht. Kettingen en meenemers glijden over een vloer van 20 mm pantserplaat. De kettingwielen, die de kettingen voortbewegen, zijn bevestigd op assen, welke worden gedraaid door een ratelconstructie waarvan de hefboom wordt aangedreven door een hydraulische cilinder.

Elke sectie heeft twee ratels en twee cilinders waarvan om beurten een stel actief is. De wisselwerking tussen twee ratels wordt verkregen door het aandrukken van een eindschakelaar in de eindstand van de ene ratel waardoor, na bekrachting, een stuurschuif de andere ratel weer in voorwaartse richting doet bewegen. Gelijkertijd keert de eerste ratel weer terug naar zijn beginstand, fig. 275. Bij iedere ratelslag maakt de aandrijfas één achtste omwenteling. De hydraulische pompen zijn regelbaar, waardoor de lostijd kan variëren van ongeveer 15 tot 25 minuten.

De schepen zijn gebouwd onder keur van de Nederlandse Scheepvaartinspectie teneinde ze te kunnen inzetten voor werken aan de kust. De voortstuwing vindt plaats met twee schroeven, ieder aangedreven door een Caterpillar motor met een continue vermogen van 220 I.P.K. Het schip heeft twee roeren, terwijl voor het verkrijgen van een maximum aan wendbaarheid een Schottelinstallatie in de boeg is ingebouwd. De propeller is — teneinde beschadiging te voorkomen — in een buis aangebracht. De propeller brengt een stuwdruk op van 1300 kg.

De schepen zijn lang 56,62 m, de breedte 9,50 m, hebben een holte van 2,50 m een ledige diepgang van 1,30 m, een beladen diepgang van 1,82 m, een vaarsnelheid van 15 km per uur en een laadvermogen van 426 ton. De schepen werden gebouwd door NV Scheepswerf Jonker en Stans te Hendrik Ido Ambacht en door firma W. Schram & Zoon te Bolnes-Papendrecht.

De schepen werden ingezet bij de afsluiting van het Volkerak. Voor de drempel daarin viel echter naderhand de keus op een filterconstructie, waarvan de bovenlaag werd gevormd door een ongeveer 1,50 m dikke laag steen met een stuk gewicht van 80-300 kg. Het aanbrengen van deze laagdikte in één storting was om vele redenen niet mogelijk en tevens niet gewenst. Het meest gunstig bleek het storten in meer lagen. Voor het eerste gedeelte van de drempel werden ongeveer vijf stortgangen gemaakt, hetgeen neerkomt op een bestorting van ca. 400 kg per keer. Op grond van zeer uitgebreide peilingen waren slechts enige geringe aanvullingen nodig om de vereiste grote nauwkeurigheid te verkrijgen. Het liet zich aanzien, dat ook voor de steensoort 80-300 kg de destijds voor de steen 20-80 kg genoemde halve meter als maximum hoogteverschil van de drempel bereikbaar is. Figuur 276 geeft een beeld van een der steenstorters, fig. 277 van een detail van de zg. meenemers.

Begin 1967 ontwierp genoemde NV Dekker een soortgelijk systeem, dat zelfs op zeer eenvoudige wijze op een bestaand vaartuig met een vlak dak is aan te brengen en daardoor qua kosten minder op de eenheidspreizen zal gaan drukken. De velden van dit systeem zijn 5,00 m breed, heel fijn maar ook grof materiaal kan also worden gestort. Te Zeebrugge werd zelfs steen gestort van 3000 tot 8000 kg stukgewicht.

7. Proefnemingen.

a. De ankerkrachten en de sterkte van de proppen.

In 1963 gaf „K en O” — in vervolg op het in 1959 ingestelde onderzoek naar het zinken op stroom in het Haringvliet — opdracht tot het onderzoeken — en het bepalen van de grootte — van de optredende krachten in de ankerkrossen tijdens het zinken en een mogelijk aanwezige vereenvoudiging of verbetering van de uitvoeringsmethode.

Vooruitlopende op bedoeld rapport werden laboratoriumproeven uitgevoerd op schaal 1 : 40 met een zinkstuk van 20 m × 60 m, bestaande uit polyvinylfolie, waarop aan beide zijden een kruisnet van schuimplasticwipen geplakt. Het modelzinkstuk werd naderhand op het prototype geijkt met behulp van „natuurmetin-

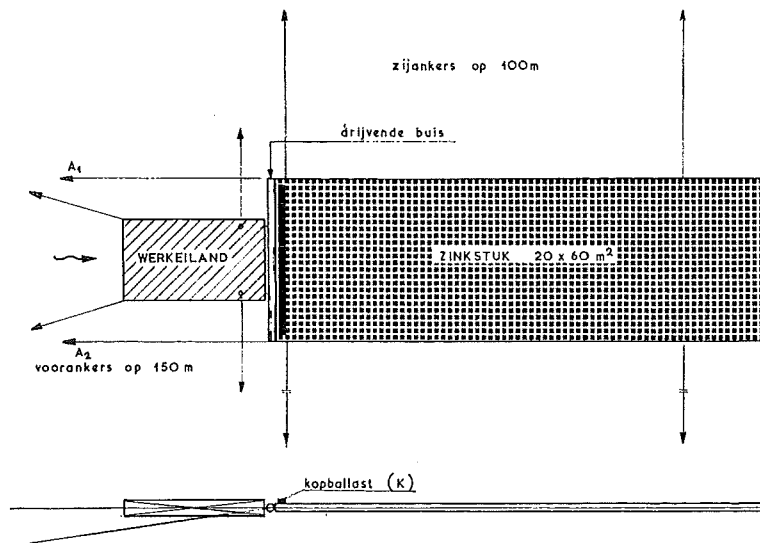
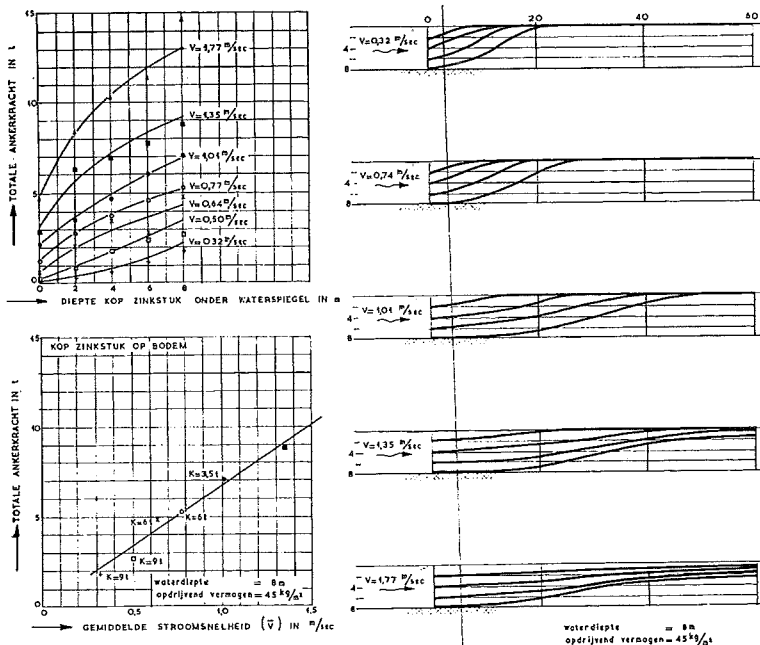


Fig. 278. Opstelling van het modelstuk.

Fig. 279. Krachten in de voorankertrossen tijdens zinken.
Fig. 280. Stand zinkstuk tijdens zinken (rechts).



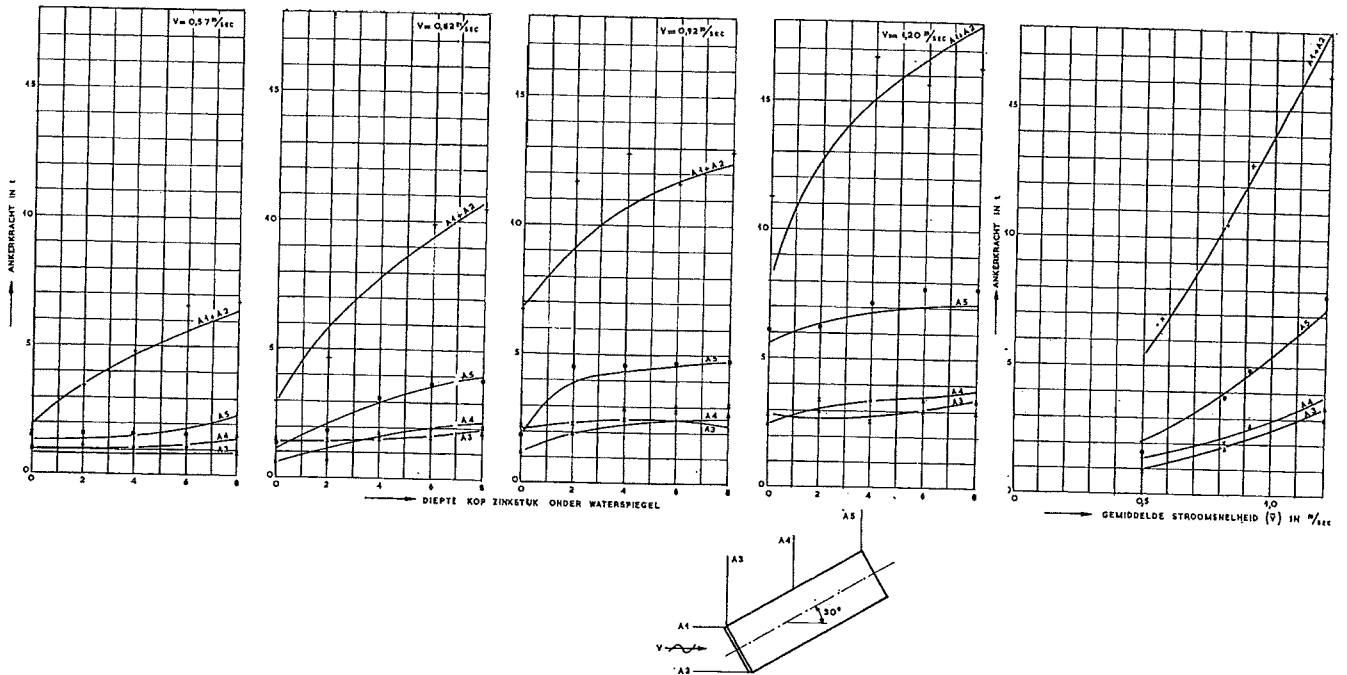


Fig. 281. Krachten in de ankerrossen bij scheve aanstroming tijdens zinken.

gen", die in 1964 in het Haringvliet zijn uitgevoerd; hierbij zijn krachten gemeten die het stromende water op een drijvend en zinkend stuk kan uitoefenen. Bij de proeven in het model zijn de volgende variabele omstandigheden ingevoerd:

waterdiepte, 8,15 m en 20 m;
gemiddelde stroomsnelheid variërend van 0,25 m tot 1,80 m/sec.;

opdrijvend vermogen van het zinkstuk 15,35 en 45 kg/m³.
koppballast 3,50; 6 en 9 ton;

richting van de stroom t.o.v. de lengterichting van het stuk 0° en 30°.

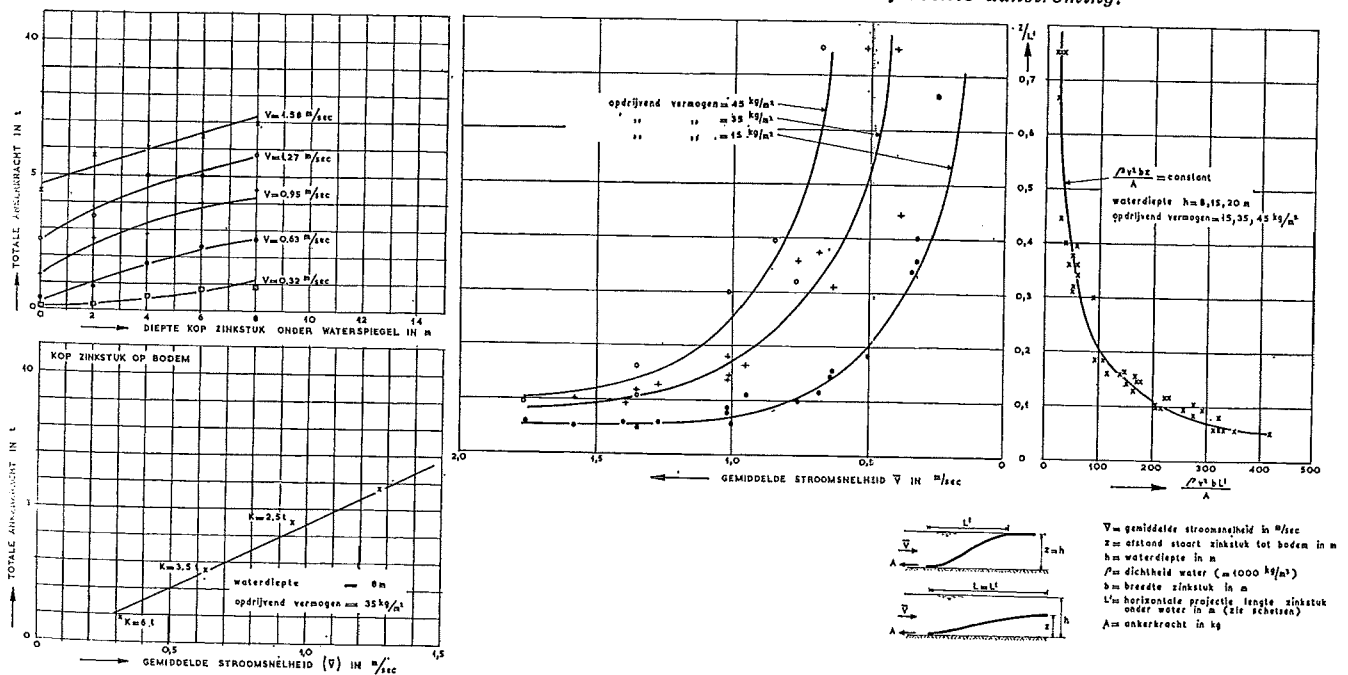
golp hoogte, 0,50 m en 0,80 m, en
golp periode, 5 sec.

Door een werkcommissie, samengesteld uit leden van „K en O" en de Deltadienst (in deze vertegenwoordigd door collega N. Smit), werd een zinkmethode opgesteld. Voor de kop van het stuk werd daarbij de gebruikelijke kopbak vervangen door een buis en zodanig aan het stuk verankerd, dat zoveel mogelijk één geheel werd gevormd. De buis maakte de gehele zinkmanoeuvre mee en kon naderhand van het stuk worden afgekoppeld. De voorankertrossen liepen vanaf de buis naar de bovenstroomse bodem.

Een op het stuk bevestigde koppballast werd vanaf een werkeiland (ponton) op het stuk aangebracht en het geheel vervolgens gevierd. Hierdoor ging de kop van het stuk zinken. Afhankelijk van de grootte van de stroomsnelheid, het opdrijvend vermogen van het stuk

Fig. 282 Krachten in de voorankertrossen tijdens zinken (links).

Fig. 283. Samenvatting meetresultaten zinkstuk 20 m x 60 m en 20 m x 30 m bij rechte aanstroming.



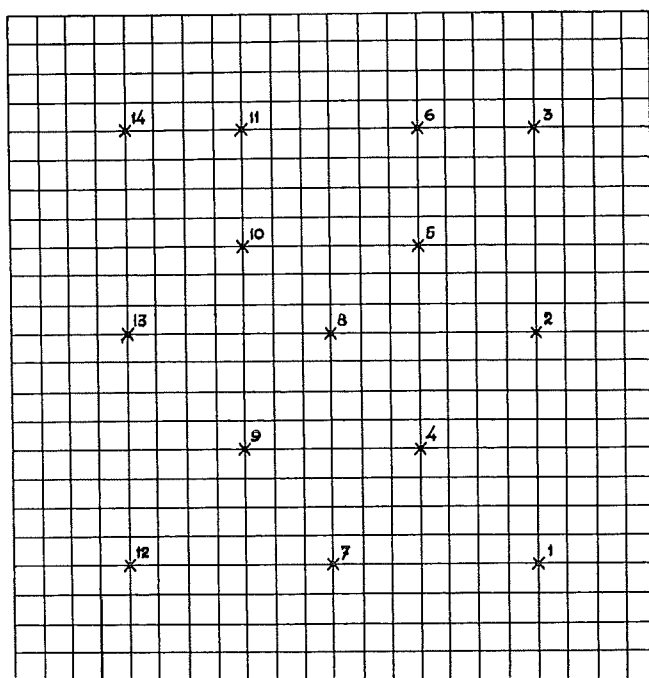


Fig. 284. Beproeven van proppen op klassieke zinkstuk. Zinkstuk bestaat uit zware kruislaag, riet en normale deklaag. Grootte 21 m × 20 m, wiepen h.o.h. 0,90 m X = plaats van prop. Rij 1—3: wiepen versterkt met draad, Ø 3 mm. Zware proppalen, slieten gebonden met verslagen want. Rij 4-6: geen versterkte wiepen, normale proppalen, slieten gebonden met zinkwant. Rij 7-8: geen slieten, normale proppalen. Rij 9-11 en 12-14: geen slieten, proppen met lijn gebonden.

en de waterdiepte ging de rest van het stuk geheel of gedeeltelijk meezinken en onder een bepaalde helling staan. Door het hijsen van de kopballast en het wijzigen van de lengten van de ankerrossen waren in principe nog plaatscorrecties op de ligging van het stuk ter plaatse van de van te voren aangegeven, zinkplaats mogelijk.

Zodra de kop eenmaal op de bodem was gezonken, kon met behulp van een steenstorter, die vanaf het werkeiland werd afgevierd, het stuk gedeeltelijk worden afgestort. De buis kon worden terug genomen. Met een steenstorter werd vervolgens de uiteindelijk benodigde ballast op het zinkstuk aangebracht.

Bij kleine stroomsnelheden, een groot oprijvend vermogen en op diep water ging het stuk zeer steil staan. Dit zou moeilijkheden kunnen geven bij het bestorten vanaf een steenstorter, die over het stuk werd afgevierd. Door aan de staart van het stuk te trekken met een sleepboot of vanaf een gemeerde bak, kon worden bereikt dat het stuk onder een flauwe helling ging staan. De stenen, die vanaf de steenstorter werden gestort, gingen niet meer verrollen en de staart ging op de gewenste manier zinken.

Een langzaam vieren vanaf de kop bleek te verkiezen boven de oude methode, waarbij de zinklijnen op één moment worden losgelaten, dan wel losgegooid. In het laatste geval zinkt het stuk — vooral bij kleine stroomsnelheden, een groot oprijvend vermogen en een grote waterdiepte — onder zeer steile hellingen. Zo'n verschijnsel wordt bij de gelanceerde nieuwe methode nog versterkt indien een grotere kopballast wordt toegepast dan strikt noodzakelijk is. Er bestaat dan nl. eveneens het gevaar, dat tijdens het zinken de kopballast van het stuk rolt ten gevolge van de steile helling hiervan. De mogelijkheid, dat om deze reden de zinkmanoeuvre zal mislukken, vermindert sterk, indien de kop van het stuk langzaam wordt gevierd. De

kopballast moet echter groot genoeg zijn om tezamen met de stroomdruk de kop van het stuk naar beneden te brengen. Een grotere kopballast is evenwel niet bezwaarlijk wanneer de zinksnelheid maar in de hand kan worden gehouden.

Bij de proeven werd een zijverankering toegepast ter plaatse van de buis en op 10 m vanaf het staarteinde. Vooral op de waterdiepten van 15 en 20 m was zulks noodzakelijk om ontoelaatbare slingeren van het stuk tijdens de zinkmanoeuvre te voorkomen. Afgezien van de geringe stabiliteit van het stuk, indien geen zijverankeringen zouden worden toegepast, nemen tengevolge van het slingeren tevens de ankerkrachten toe. In verband met de mogelijkheid van een geringe afwijking van de rechte aanstroming in het prototype, bleek daar ook bij een waterdiepte van 8 m een zijverankering gewenst.

In het modelonderzoek werd een stuk gebruikt volgens fig. 278 terwijl in fig. 279 de totale krachten in de voorankers worden aangegeven. In deze figuur is bijgeschreven het gewicht van de kopballast, dat nodig was om bij een bepaalde stroomsnelheid de kop van het stuk naar beneden te brengen. Als kopballast wordt beschouwd het gewicht onder water van de stortsteen, verminderd met het oprijvend vermogen van de buis. Figuur 280 geeft de stand van het stuk tijdens de zinkmanoeuvre aan, terwijl figuur 281 enige van de verkregen resultaten bij het bepalen van de ankerkrachten vermeld; de waterdiepte bedroeg 8 m.

Het is mogelijk de initiële belasting van een zinkstuk, dat op stroom wordt gezonken, kleiner te kiezen dan van een zinkstuk, dat in stilstaand water naar beneden moet. Er wordt daarbij gebruik gemaakt van de kracht, die het stromende water op het stuk tijdens de zinkmanoeuvre uitoefent. De kop van het zinkstuk wordt over ca. 8 m lengte met 100 kg./m² belast, zodat dit gedeelte zonder haperen zinkt. Het resterende gedeelte van het stuk wordt belast met 15 à 20 kg./m². De genoemde belastingen gelden voor het geval, dat de lengterichting van het stuk dezelfde is als de richting van de stroom. Bij grotere stroomsnelheden dan 1,00 m/sec. verdient het aanbeveling de kopbelasting te vergroten. De stabiliteit van het stuk tijdens het zinken wordt vergroot door het stuk een gebogen vorm te geven. Zulks kan worden bereikt door het doelmatig aanbrengen van de initiële belasting:

- door het stuk in het midden zwaarder te belasten dan aan de randen, zodat het een gootvorm aanneemt, bijvoorbeeld een kopbelasting van 100 kg/m² over de eerste 8 m lengte, een belasting van 35 à 40 kg/m² over een 10 m brede middenstrook en het resterende gedeelte onbelast, en,
- door slechts de kop van het zinkstuk te belasten, zodat de staart van het stuk blijft zweven terwijl de kop op de bodem ligt. Het zinkstuk neemt dan een S-vorm aan.

Aldus werd het raadzaam geacht — in het modelstuk — de randen van het stuk aan de ankerrossen te verbinden om te voorkomen, dat het gedeelte van het stuk tussen de proppen en de randen tijdens het zinken zou omslaan terwijl de verankering in dwarsrichting aan het stuk zo weinig mogelijk beweging moet toelaten. Zulks werd van het grootste belang geacht wanneer op diep water zou worden gezonken of wanneer het stuk scheef op de stroomrichting zou liggen. De hoek tussen de lengte-as van het stuk en de richting van de stroom zou aldus zonder bezwaar ca. 15° kunnen zijn.

Bij een hoek van 30° zou het stuk bij kleine stroomsnelheden ongewenst scheef gaan staan, terwijl bij grote stroomsnelheden de stabiliteit dan zeker in gevaar zou kunnen komen. Bij scheve aanstroming zou het derhalve aanbeveling kunnen verdienen de kopbelas-

ting te vergroten tot bijvoorbeeld 150 kg/m^2 en de rest van het stuk geheel onbelast te laten. De maximum en minimum stroomsnelheden bij de proeven — waaruit het vorenstaande werd geconcludeerd — bedroegen $1,50 \text{ m}$ en $0,70 \text{ m./sec}$.

Het modelonderzoek beperkte zich verder tot het meten van de optredende krachten in de ankerrossen, het bepalen van de stand van het stuk tijdens het zinken en het visueel waarnemen van het gedrag van het stuk tijdens de zinkmanoeuvre.

Na het ijken van het modelzinkstukje, op de prototypemetingen in het Haringvliet, werden in het model onder verschillende omstandigheden de proefzinkingen verricht. De in de ankerrossen gemeten krachten en de daarbij behorende standen van een bepaald zinkstuk zijn weergegeven in fig. 282; ze geven de resultaten van de metingen in het model aan voor een stuk van $20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$. Figuur 283 geeft een samenvatting van de resultaten van alle modelmetingen waarbij de lengterichting van het stuk evenwijdig is aan de richting van het stromende water.

De koppelbelasting dient voldoende groot te zijn om samen met de stroomdruk de kop van het stuk naar de bodem te brengen. Een grotere koppelbelasting zal niet bezwaarlijk zijn, wanneer de zinksnelheid maar in de hand kan worden gehouden. Een belangrijk punt bij het laten vieren van het stuk is, dat het gedrag van het stuk, nadat dit onder water is verdwenen, nog kan worden beïnvloed.

In die gevallen, waarbij de helling van het stuk onder water in de evenwichtstoestand zeer steil is, (hetgeen zich kan voordoen bij een combinatie van moeilijkheden, ontstaan bij de nabestorting) kunnen de stenen van het stuk rollen. Voorts werden bij het manoeuvreren moeilijkheden voorzien met de steenstorter achter het werkeland en boven de kop van het stuk in verband met de hiervoor beschikbare ruimte.

Bij de proeven werd een zijverankering toegepast ter plaatse van de buis en op 10 m voor het staarteinde. Vooral op diep water — 15 à 25 m — werd zulks noodzakelijk geacht teneinde ontoelaatbare slingeringen van het stuk tijdens de manoeuvre te voorkomen. Afgezien van de geringe stabiliteit van het stuk zouden, bij afwezigheid van de zijverankeringen, de ankerkrachten kunnen toenemen.

Uit de proeven bleek voorts, dat — bij een stuk, waarvan de lengte-as van het stuk een hoek van 30° maakt met de stroomrichting — de zijankertrossen ongeveer loodrecht op deze stroomrichting dienen te staan. De grootte van de ankerkrachten bleek bij de genoemde scheve hoek zelfs ca. 2 à $2,5$ maal zo groot te zijn als bij rechte aanstroming.

Tengevolge van de golfbeweging, waarbij het zinken op stroom nog mogelijk moet worden geacht (golf-



Fig. 285.



Fig. 286.



Fig. 287.

Fig. 289. Tijdwinst bij zinken op stroom.

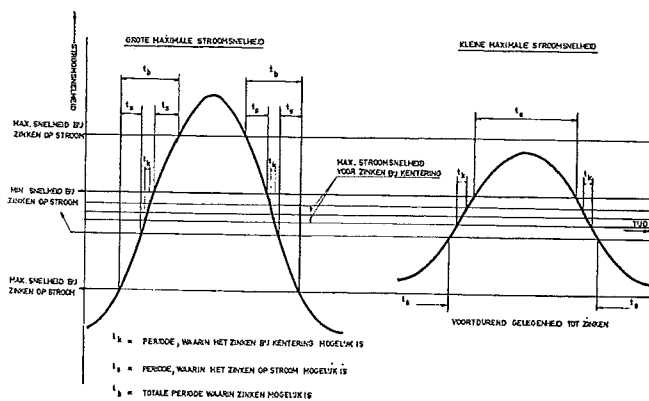


Fig. 288.

noogte 0,50 m à 0,80 m), namen de maximale ankerkrachten met ca. 25 à 30% toe ten opzichte van de situatie met alleen stroom.

Het modelzinkstuk werd vervolgens geijkt op de ruwheidsweerstand met de zinkbuis vóór de kop. De resultaten, die in nevenstaande tabel zijn weergegeven, toonden aan, dat in het model wel voldoende nauwkeurig de, in de werkelijkheid, optredende krachten tijdens een zinkmanoeuvre kunnen worden bepaald.

b. Sterkte van de proppen op een klassiek stuk

In oktober 1961 waren door de Deltadienst reeds praktische waarnemingen verricht betreffende de sterkte van de, op een klassiek zinkstuk geplaatste proppen; het vond plaats in de werkhaven te Willemstad. Het stuk werd met vier trossen aan de, zich in de werkhaven bevindende steiger verankerd. De situatie van de proppen wordt in fig. 284 weergegeven.

| Gemiddelde stroom-snelheid in m./sec. | Prototype Totale vooranker-kracht in kg. | Model Totale vooranker-kracht in kg. | Opmerkingen |
|---------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| 0,82 | 1542 | 1540 | Drijvend stuk, Kop een paar meter onder water |
| 0,82 | 4624 | — | |
| 0,82 | — | 4290 | Kop 1,80 m onder water. |
| 0,82 | — | 5500 | Kop 2,60 m onder water. |
| 0,66 | 1082 | 1150 | Drijvend stuk, Kop 4 m onder water |
| 0,66 | 3246 | 3320 | |
| 0,25 | 648 | 400 | Drijvend stuk, Kop op bodem. |
| 0,25 | 1011 | 1090 | |

Onderstaande staat geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

| Prop nr. | Constructie van de prop. | Gemeten max. kracht in kg. | Omschrijving van de resultaten. |
|----------|---|----------------------------|--|
| 1 | Zeven lichte, gecreosoteerde perkoenpalen, geslagen zowel in boven- als in onder roosterwerk versterkt met vier bos bleeslatten en twee groene slieten van 5 m. | 3045 | Bij ± 2000 kg. schrok het stuk meerdere malen en vervormde. De niet opgevulde proppalen werden dusdanig gebogen en gedraaid, dat uiteindelijk de tros er af schoot. Enige proppalen braken. |
| 2 | Proppalen als onder 1. | 3190 | Bij ± 2400 kg. schrok en vervormde het stuk regelmatig. Bij ± 3000 kg. schoot de houtvulling tussen de proppalen uit. Tros schoot van prop, palen gebroken. (In proplijn 1-2 waren vijf wiepen versterkt met gegalvaniseerde draad ϕ 3 mm). |
| 4 | Groene propalen, ϕ 9 cm, geslagen in kussen van vier bos latten en twee slieten, vast gebonden met vier-strengs verslagen want. | 2750 | Bij ± 1800 kg. vervormde het stuk; steen in stuk verplaatste zich. Bij 2750 kg. werd het stuk uiteengescheurd; de proppalen waren nog heel. |
| 5 | Groene schietwilg proppalen, ϕ 9 cm, geslagen in kussen van vier bos bleeslatten en drie slieten; vast gebonden met vier-strengs want. | 2175 | Als 3 bij 1300 kg. resp. 2175 kg. |
| 7 | Lichte proppalen met steenvulling, geslagen in vier bos latten, vastgebonden met vier-strengs want. | 1750 | Bij ± 800 kg. brak één paal. Bij ± 1000 kg. sterke vervorming van het stuk. Bij ± 1700 kg. prop geheel afgebroken. |
| 9 | Zware, droge proppalen met steenvulling, geen slieten. Vier bos latten vastgebonden aan het stuk met drie-strengs want. | 2900 | Bij 2250 kg. vervorming. Uiteindelijk werd het stuk tot aan de 4e wiep uiteengetrokken. |
| 10 | Groene proppalen, vier bos latten, vast gebonden met zinkwant. | 1800 | Stuk geheel kapot getrokken. |
| 12 | Droge proppalen, vier bos latten, vast gebonden met vier-strengs vaste want. | 1900 | Prop heel; stuk vernield. |
| 14 | Droge proppalen, vier bos latten, vast gebonden met vier-strengs want. | 2175 | Palen heel, stuk uiteen getrokken. Dubbele gegalvaniseerde draad gebroken. |

Het belasten van de propfen geschiedde stuk voor stuk, waarbij de belasting geleidelijk van nul tot maximaal werd opgevoerd. De trekkracht werd geleverd door de lieren van een drijvende bok, vanwaar een staaldraadstrop om de propfen werd gelegd. In de draad was een meetinstrument zo opgenomen, dat de trekkracht constant kon worden afgelezen. De proef werd telkens zolang voortgezet, dat de betreffende prop het begaf, dan wel het stuk uit elkaar werd getrokken.

De figuren 285, 286, 287 en 288 geven beelden van beproefde propfen.

Uit de verkregen resultaten zou zijn te concluderen, dat bij toepassing van zware propfalen een kracht van maximaal 1500 kg. per prop als grens van belasting is te stellen. De propconstructie volgens de nrs. 1, 2 en 9 zullen de voorkeur verdienen. Ten behoeve van het opnemen van de in de staat genoemde totale voorankerkracht dient een drie-tal propfen aanwezig te zijn, zoals in fig. 284 aangegeven.

Fig. 289 geeft enige zinkperiodes.

c. Het aanbrengen van zinkstukken op stroom ofwel het zg. „Zinken op Stroom”.

Zoals wel uit de voorgaande beschrijvingen bleek vorderde het — voorheen — aan de grond brengen van zinkstukken nogal veel tijd en in het bijzonder veel arbeidskrachten. Bovendien waren en bleven het steeds riskante werkzaamheden, het met goed resultaat uitvoeren was — zoals ook wel o.a. uit figuur 201 bleek — een kwestie van ervaring. Alleen de meest ervaren zinkbazen kwamen er voor in aanmerking. Gezien — zoals reeds vermeld — de in belangrijke mate afnemende interesse voor het beroep van rijswerker, de enorme en wellicht nog meer toenemende stijging van de lonen met de daaraan verbonden sociale lasten en de plannen tot het uitvoeren van omvangrijke zinkwerken voor de Delta-afdammingen, begrepen de betreffende aannemers tijdig, dat het zinken — zo mogelijk — diende te worden gemechaniseerd. Voorbedeelde aannemers gingen, zoals eerder vermeld, de „Nederlandse Vereniging Kust- en Oeverwerken” of afgekort: „K en O”, vormen en stelden verschillende studiegroepen samen, w.o. de „Commissie Bodembescherming”. Als inleiding gaf „K en O” op 14 augustus 1959 het Waterloopkundig Laboratorium te Delft opdracht enige oriënteren-

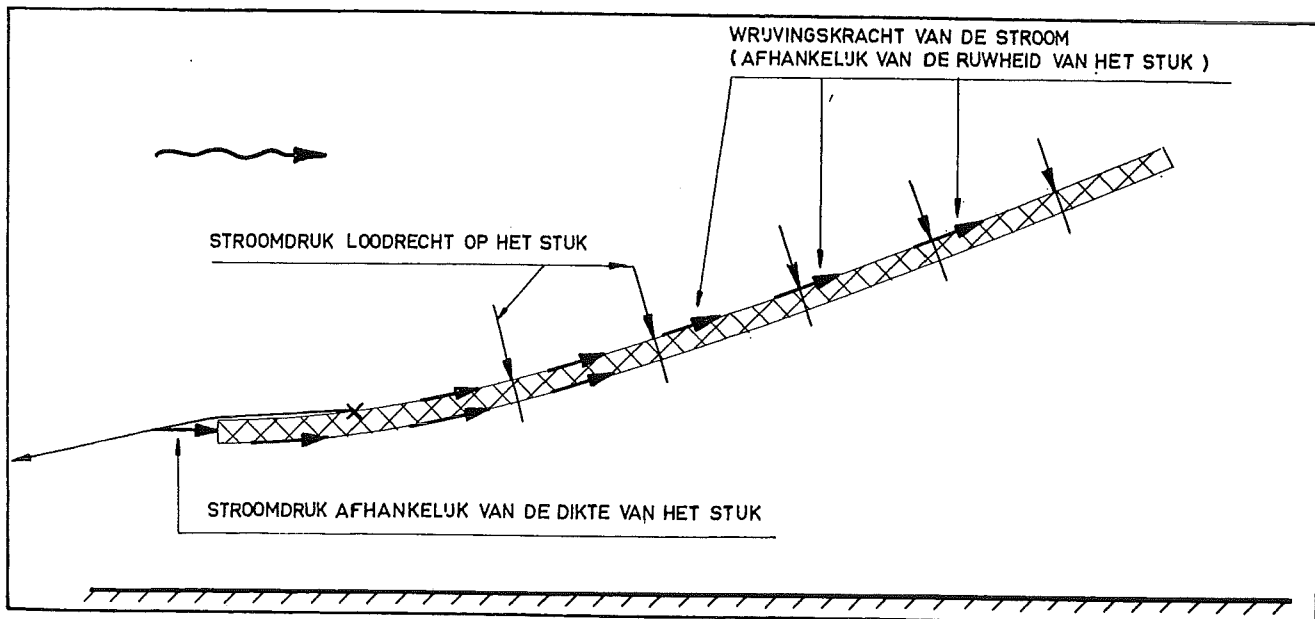
de proeven uit te voeren teneinde de mogelijkheden van het „zinken op stroom” bij grotere waterdiepten nader te leren kennen. Het daarop uitgebrachte rapport vermeldt, dat:

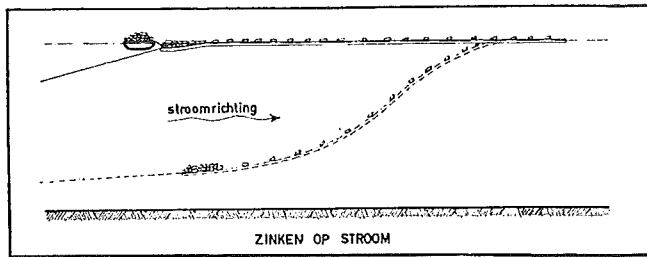
1. het tot toen gebruikelijk was in diep water een zinkstuk bij kentering naar de bodem te brengen. Het zinken bij stroom van enige grootte werd te riskant en te moeilijk uitvoerbaar geacht (Hieromtrent mag echter dezerzijds de vraag worden gesteld: „geschiedde het zinken tijdens kentering zo dikwijls?”);
2. het zinken op stroom ook enkele voordelen biedt, nl.: in de eerste plaats is men niet geheel meer gebonden aan een bepaald tijdstip van zinken. De dwang om op een bepaalde tijd gereed te zijn voor het zinken vervalt voor een groot deel. In de tweede plaats heeft de grotere vrijheid in de keuze van het tijdstip van zinken tot gevolg, dat een effectievere organisatie kan worden verkregen. Dit voordeel is belangrijker naarmate de tijdwinst groter is, ofwel naarmate de toegelaten stroomsnelheid bij het zinken groter is. De tijdwinst wordt tevens voor een groot deel bepaald door de waarde van de maximale snelheden bij vloed- en ebstroom, fig. 289.

In de derde plaats kan gebruik worden gemaakt van de stroomdruk om het stuk naar de bodem te brengen. Wanneer men namelijk het bovenstrooms gedeelte van het stuk zwaar belast en het benedenstroomse gedeelte niet of zeer licht, zal bij het zinken het laatstgenoemde gedeelte de neiging hebben te blijven drijven. Het wordt echter door de stroom neergedrukt. Dit opent de mogelijkheid de voorbestorting gering te houden en de vereiste belasting grotendeels door de nabestorting te realiseren, waardoor een efficiënter gebruik van het personeel mogelijk is.

Aan de bedoelde methode zijn uiteraard ook nadelen verbonden. Door de stroomdruk op de kop en de wrijvingskracht aan de onder- en bovenzijde van het stuk zullen de krachten in de ankerkabels aan de kop veel groter worden. Deze krachten zijn nl. evenredig met het kwadraat van de stroomsnelheid. Dit betekent, dat zwaardere eisen moeten worden gesteld aan de constructie van het stuk en dat meer of zwaardere verankeringen nodig zijn. De stroomrichting zal bij voorkeur evenwijdig aan de lengte-as van het stuk moeten zijn. Aan deze eis is echter in vele gevallen niet te voldoen. De stroomrichting kan bv. variëren al naar

290. Krachten door de stroom op het zinkstuk uitgeoefend.





291. Zinken op stroom.

gelang het eb of vloed is. Ook kan het voorkomen, dat de asrichting van de zinkstukken wordt bepaald door andere omstandigheden, zoals o.a. bij het sluitgat in de dam in het Veerse Gat of bij werken in zee met een gebogen as, en b.v. te IJmuiden en Scheveningen, en daar waar de stroom door andere oorzaken gaat ombuigen. De grootte van dit nadeel wordt bepaald door de gevoeligheid van de zinkmethode voor de stroomrichting.

Het aanbrengen van de nabestorting, die een belangrijke plaats inneemt indien men volledig profijt durft te trekken van een minimale voorbestorting, vraagt zeer grote zorgvuldigheid. Men vond, dat omtrent de werkwijze, die bij het zinken op stroom moet worden gevolgd, nog te weinig ervaring bestond en om het inzicht daaromtrent te vergroten, het oriënteren door middel van modelproeven noodzakelijk.

Proeven werden genomen op schaal 1:4, fig. 290, terwijl voor het eigengewicht 35 kg/m² werd aangenomen. Bij het model dienden de mechanische eigenschappen van het zinkstuk op de juiste wijze op schaal te worden overgebracht, zoals:

1. de weerstand tegen vervorming;
2. het opdrijvend vermogen;
3. de weerstand tegen doorstroming, en
4. de vorm en de ruwheid van boven- en onderzijde.

Bij de proeven werden twee stukken gebruikt. Het eerste bestond uit een plaat schuimplastic van 5 mm dikte. Aan de onderzijde waren wiepen in langsrichting van het zelfde materiaal geplakt, aan de bovenzijde in dwarsrichting. Het tweede stuk bestond uit drie lagen glaswolweefsel met wiepen, zoals bij het eerste beschreven. Ter verstijving gebruikte men lastaven. Het moest met 40 kg/m² worden beballast ten einde het eigen opdrijvend vermogen van ± 75 kg/m² terug te brengen tot 35 kg/m². De doorlatendheid van het stuk was minder dan 1%, bij het tweede stuk kan het enkele procenten meer zijn geweest. Als stortsteen werd grind gebruikt.

Het resultaat van de proeven was van dien aard, dat het mogelijk werd geacht ook in de praktijk een zinkstuk op stroom te doen zinken. Alzo werd in december 1959 in de Zandkreek voor het eerst een proef op ware grootte genomen; de omstandigheden waren daar evenwel zodanig, dat de proef niet ten volle tot zijn recht kwam. Met medewerking van de Deltadienst werden dan ook in het Haringvliet, ten behoeve van het onderhoud van de bouwput voor de uitwateringsluizen, in september 1960 een vijftal stukken op stroom gezonken. Van vier van de stukken, elk groot 20 m \times 52 m, verliep het zinken zodanig, dat van een volledig succes kon worden gesproken en daarmee was komen vast te staan, dat het beoogde zinken op stroom in de praktijk tot de reële mogelijkheden behoorde. Het bleek evenwel niet mogelijk om dit ook in zijn algemeenheid te stellen, daar zich bij het zinken van het vijfde stuk, groot 20 m \times 80 m, moeilijkheden

hebben voorgedaan, die aangaven dat ook aan het zinken op stroom grenzen zijn te stellen. Hier kon het alleen bij eb geschieden omdat er bij vloed een werfelstraat ontstaat, waarbij het niet verantwoord zou zijn, deze werkwijze toe te passen.

De lengte van de stukken lag evenwijdig aan de oever. De proppen aan de ebzijde van elk stuk werden verzwaard uitgevoerd. Aan deze zijde werden zes ankers, aan de land- en zeezijde ieder drie ankers, aangebracht. Het gewicht van elk anker bedroeg 300 kg. Vloedankers werden niet gesteld. Voor de 300 m lange ebrossen werd herculesdraad gebruikt omdat hierbij weinig rek voorkomt.

Behalve de kopbak aan de ebzijde van het stuk werden langs elke langszijde twee bakken met steen aangelegd. In afwijking van de gebruikelijke methode ontbrak aan de vloedzijde van het stuk de steenbak.

Het zinken geschiedde, zoals schematisch in fig. 291 is aangegeven. Aan de ebzijde werden de stukken over ongeveer 10 m lengte belast met steen, zwaar 10 tot 80 kg per stuk, tot ongeveer 100 kg per m² en overigens tot ongeveer 15 à 20 kg per m² (in ieder, door wiepen gevormd vak een steen). Daarna werden de zinklijnen aan de lange zijde losgemaakt en ingehaald, het stuk aan de stroomzijde wat extra beballast en de zinklijnen aan deze zijde gevierd. Hierna begon de stroom haar kracht uit te oefenen met gevolg, dat het zwevende gedeelte van het stuk door de stroom werd gestreken.

Tijdens het zinken werd geen steen in de gangboorden langs de lange zijden van het stuk gestort, omdat hierdoor de gelijkmatige belasting zou worden verstoord. De stukken werden gezonken bij gemiddelde stroomsnelheden van achtereenvolgens 0,56; 0,68; 0,50; 0,28 en 0,95 m per sec. De diepte aan de landzijde bedroeg 8 tot 12 m en aan de zeedzijde 15 tot 20 m.

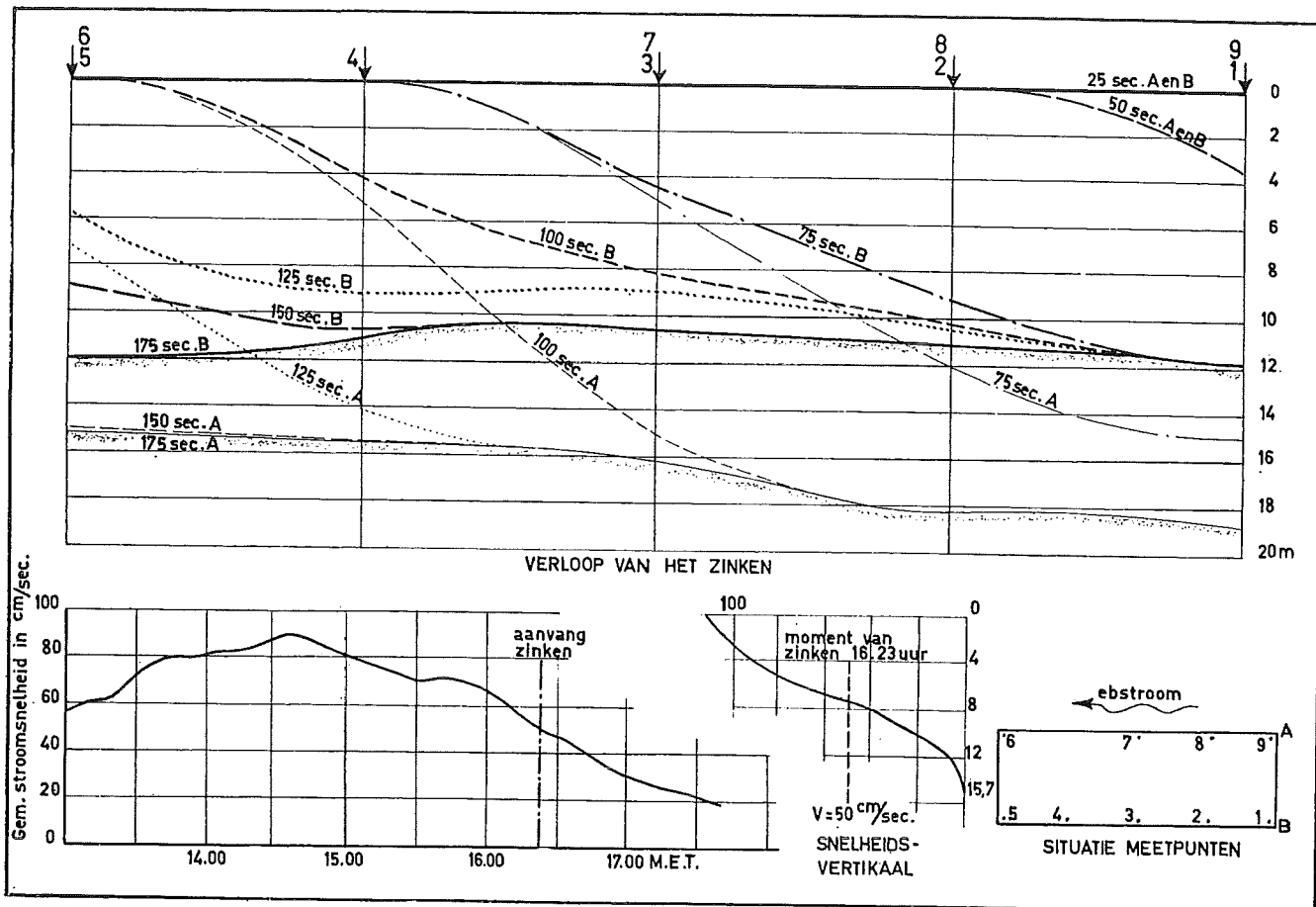
Het eigenlijke zinken — de tijd van het begin van het zinken van het stuk aan de stroomzijde tot het tijdstip, dat het stuk geheel aan de grond werd gebracht — duurde ongeveer 150 sec. tot ongeveer 325 sec, dus wel wat langer dan bij de gebruikelijke zinkmethode. In figuur 292 is te zien, dat de vloedzijde van het stuk later begon te zinken dan de ebzijde. Het verschil in tijd was 100 seconden.

Houdt men hiermede rekening dan verschilt de zinksnelheid echter maar weinig van de meer genoemde gebruikelijke methode.

Bij het 80 m lange, vijfde, stuk kwam na 150 sec zinken het midden van de achterkant weer naar de oppervlakte. Dit verschijnsel komt bij de normale zinkmethode voor, wanneer niet voldoende is geballast.

Door om de 25 seconden op 8 of 9 punten de stand op te nemen kon een inzicht worden verkregen hoe het zinkproces verliep. In fig. 292 is dit aangegeven voor het op 15 september 1960 gezonken stuk, terwijl uit de daarbij behorende snelheidsverticaal tijdens het zinken de snelheid van de stroom op iedere diepte blijkt.

Uit deze snelheidsverticaal volgt verder, dat om 16 u 23 de snelheid van de stroom aan de oppervlakte ongeveer 1,10 m bedroeg, op 4 m diepte ongeveer 0,90 m, op 8 m diepte ongeveer 0,40 m, op 12 m diepte ongeveer 0,06 m en dat er op 15,75 m diepte geen ebstroom was. Uit het opgestelde rapport is niet op te maken of de ebstroom hier blijft afnemen tot de nullijn en dat dan van de oppervlakte tot de bodem gelijktijdig de vloed doorkomt, of dat, zoals op andere plaatsen, de kentering nabij de bodem vroeger plaats vindt dan meer naar de oppervlakte. In het laatste geval is men, bij wat men zou kunnen noemen de gemiddelde kentering, te laat; liever zinkt men hier nog voordat op enig punt in de snelheidsverticaal de vloed opkomt. Hierbij is de ebstroom aan de oppervlakte dikwijls nog



292. Stuk, gezonken op 15 december 1960

van betekenis en bestaat er ook nog een gemiddelde snelheid. Worden de gemiddelde stroomsnelheden nu bezien, dan kan niet worden beweerd, dat bij deze snelheden nooit werd gezonken. Het is alleen zeer waarschijnlijk, dat dit niet geschiedde bij de grootste snelheid, die van 0,95 m per sec.

De rapporteurs menen, dat het belangrijkste winstpunt van de nieuwe methode is de belangrijke uitbreiding van de mogelijkheid om te zinken. Wanneer de stromen daarvoor geschikt zijn, zou tijdens eb en vloed kunnen worden gezonken, in feite zou dit werk dan continu voortgang kunnen vinden. Er wordt evenwel niet gezegd hoeveel stukken op bv. 15 september 1960 bij eb gezonken hadden kunnen worden.

Voorts worden betreffende de belangrijke, mee tellende, factoren zoals: het wegslepen van het stuk van de zate naar de zinkplaats, het uitwerpen van de ankers, het in de raal brengen van de bakken, enz. en het lichten van de ankers geen tijden vermeld. Waarop zou de aanname van niet meer dan twee stukken zinken tussen H.W. en het daarop volgende L.W. dan zijn gebaseerd? Over de grootte van de afdrijving door de ebstroom wordt eveneens niet gerapporteerd. Wel dat deze binnen de afdrijving door de in de A.V. gestelde grenzen bleef. Volgens figuur 292 echter zouden o.a. de punten 1 en 9 verticaal zijn gezonken, zodat hier sprake van geen afdrijving zou zijn!

Volgens het rapport kent het zinken op stroom als voornaamste beperking de stroomrichting. Deze dient dan evenwijdig of nagenoeg evenwijdig aan de lengterichting van het stuk te zijn. Ook bij de gebruikelijke methode moet men rekening houden met de richting van de stroom. Men pleegt daarbij dan de gemiddelde stroomsnelheid te ontbinden met gevolg, dat de grootte van de dwarskrachten bekend kunnen worden en

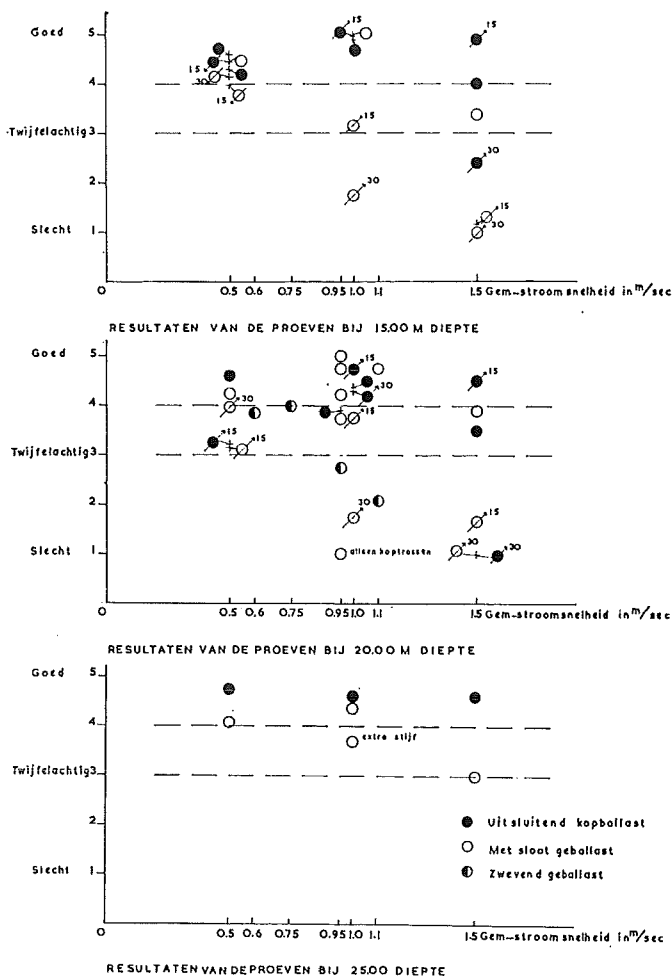
daartegen met het aanbrengen van zijtrossen rekening is te houden.

Teneinde een nader inzicht in deze zinkmoelijkheden te verkrijgen, werd nogmaals de hulp van het Waterloopkundig Laboratorium ingeroepen en werd opgedragen:

1. om het zinken van het stuk, groot 20 m × 80 m, op schaal na te bootsen, en
2. indien mogelijk zou blijken op laboratoriaarschaal een resultaat te verkrijgen zoals in de praktijk was geconstateerd, een nader onderzoek in te stellen naar de invloed van de waterdiepte, de stroomsnelheid, de stroomrichting en de wijze van ballasten.

Begonnen werd met het zoeken naar een materiaal voor het modelzinkstuk, waarmede de gebeurtenissen in het Haringvliet op bevredigende wijze konden worden gereproduceerd. Het werd bereikt met polyvinylfolie van 0,2 mm dikte, waarop aan beide zijden een kruisnet van strookjes schuimplastic was aangebracht.

Met aldus samengestelde modelzinkstukken werden 59 stuks systematische proeven gedaan bij diepten van 15 m, 20 m en 25 m. De stroomsnelheid daarbij bedroeg 0,50 m, 1,00 m of 1,50 m per sec, terwijl de hoek tussen de richting van de stroom en de lengterichting van het stuk 0°, 15° of 30° kon bedragen. Van deze proeven zijn er 51 stuks door de studiecommissie beoordeeld op hun waarde voor de zinkpraktijk. Onafhankelijk van elkaar werd de waardering door de zeven leden van deze commissie een cijfer aan de proef toegekend, waarbij de waardering zich kon uitstrekken van 1 tot en met 5, respectievelijk van slecht tot goed, waarbij aan een twijfelachtig resultaat het cijfer 3 werd toegekend.



293. Verkregen resultaten bij proeven op 15,00 m; 20,00 m en 25,00 m diepte.

Van de 51 proeven kregen 40 stuks een gemiddelde waardering hoger dan 3, d.w.z. dat in 40 gevallen het resultaat zodanig was, dat er niet aan behoefte te worden getwijfeld of in de praktijk zou die zinking tot een goed resultaat kunnen komen. In 26 gevallen was de gemiddelde waardering zelfs groter dan 4.

Van de 11 resterende proeven was één door het falen van de zinkpraktijk mislukt, van de overige 10 stuks bleek de snelheid groter te zijn geweest dan 1,00 m per sec, en in 6 gevallen zelfs 1,50 m/sec. Voorts vond van de 10 gevallen de aanstroming onder een hoek met de lengte-as van het stuk plaats, waarbij in 6 gevallen die hoek 30° bedroeg. In 4 gevallen vond de scheve aanstroming plaats bij een stroomsnelheid van 1,50 m/sec. Hieruit blijkt, dat de stroomsnelheid en de stroomrichting hun grenzen zullen stellen aan het zinken op stroom. De wijze van belasting speelde eveneens een belangrijke rol.

Bij een viertal proeven werd het stuk bij een diepte van 20 m gelijkmatig beballast overeenkomende met een hoeveelheid van rond 15 kg steen per m². In één geval kon daarbij de waardering 4 worden gegeven, namelijk bij 0,75 m/sec. Bij een snelheid van 0,60 m/sec was de waardering iets lager dan 3.

De stukken waren tot zinkens toe belast en gelijkmatig verdeeld aangebracht. Hoge snelheden zijn daarbij nadelig, het stuk wordt dan gevoelig voor onregelmatigheden in het stroombeeld. In de gevallen waarbij bovenbedoelde zinkingen zorg baarden (snelheden van 0,95 m tot 1,10 m/sec) werden bij dezelfde diepte en rechte aanstroming nog zeven proeven geno-

men, waarbij echter de belasting was gewijzigd, en wel in 2 gevallen was uitsluitend de bovenstroomse zijde over 8 m beballast met 100 kg/m² en in 5 gevallen was de ballast zodanig aangebracht, dat over de gehele lengte van het stuk het midden zwaarder was beballast dan de zijanten, de zg. slootvorm. In 2 van deze gevallen kregen deze proeven een waardering van iets minder dan 4, overigens van 4 tot 5. Ook bij diepten van 15 tot 25 m werden in het algemeen bij snelheden van 1,00 m/sec geen moeilijkheden ondervonden.

Het bleek derhalve, dat ten opzichte van de stukken, waarbij de ballast gelijkmatig was aangebracht, het zinken op stroom kon worden verbeterd door hetzij een sloot in het stuk te ballasten, hetzij door alleen de kop van het stuk van ballast te voorzien. In beide gevallen heeft de welving van het stuk een grotere stijfheid tegen vervorming.

Bij een proef met uitsluitend een kopballast gaat na het loslaten de kop vrij snel naar beneden, waardoor het gedeelte vlak achter de kop aanvankelijk een helling van zelfs 1 : 1 aanneemt, welke later overgaat in 1 : 3. Dit is echter geen bezwaar daar in het geval, dat uitsluitend de kop van het stuk is beballast, er geen steen aanwezig is die kan afrollen. In het geval van een slootvorm zal de steen wel gaan rollen doch rolt tot op het koptegedeelte hetgeen de zinking niet in gevaar zal brengen noch doen mislukken.

Genomen proeven met snelheden van 1,50 m/sec gaven geen moeilijkheden. Evenwel namen bij grotere snelheden de onregelmatigheden in het stroombeeld toe, zodat alleen een goede dwarsverankering uitkomst zou kunnen brengen. Bij snelheden van meer dan 1,00 m/sec bleek het wenselijk de kopbelasting groter te nemen dan 100 kg/m².

In het algemeen kon worden geconstateerd, dat bij rechte aanstroming de beide methoden van ballasten gelijkwaardig zullen zijn. Ook bij scheve aanstroming en een snelheid tot 0,50 m/sec kan zulks worden verklaard. Alleen bij scheve aanstroming plus hogere snelheden waren duidelijke verschillen te constateren.

Mede op grond van nog meer waarnemingen kon worden vastgesteld, dat:

1. voor tot zinken op stroom wordt overgegaan vooraf de zinkplaats kritisch dient te worden bezien;
2. men zich rekenschap dient te geven van de diepte en van het stroombeeld ter plaatse;
3. de lengte van het stuk aan de verkregen resultaten moet worden aangepast, en
4. de wijze van ballasten bij verschillende combinaties van stroomrichting en stroomsnelheid, waarbij het zinken op stroom mogelijk wordt geacht, uit fig. 289 zou zijn af te leiden. Deze figuur dient zodanig te worden opgevat, dat bij combinaties van stroomsnelheid en richting, welke buiten het aangegeven gebied zijn gelegd in het zinken moeilijkheden kan opleveren. In zulke gevallen dient het „normale” zinken bij stil water te worden toegepast. Dit is het geval bij een combinatie van 1,50 m/sec stroomsnelheid en een hoek tussen aanstromingsrichting en lengte-as van het stuk van 30°. Volgens de proefnemingen zou bij snelheden van minder dan 0,50 m/sec het zinken de kans op onderstroom niet denkbeeldig zijn, waarvan mislukkingen het gevolg zouden kunnen zijn. De figuur geeft ook aan, dat bij snelheden, groter dan 1,50 m/sec, het zinken niet wenselijk is.

(Van oudsher wordt echter steeds gezonken bij snelheden even beneden die van 0,50 m/sec en in het bijzonder om de onderstroom te ontgaan. Het zinken in zg. stil water werd steeds niet wenselijk geacht).

Figuur 293 geeft een overzicht van de verkregen resultaten bij de proeven op 15,00 m; 20,00 m en 25,00 m waterdiepte.

E. Kunststofweefsels

a. Inleiding

In het voorafgaande zijn — behoudens in enkele gevallen — alleen de traditionele rijshouten zinkstukken behandeld. In de laatste jaren werd echter — zoals reeds aangehaald — bij de Delta- en Lauwerszeewerken overgegaan op stukken met als belangrijkste materiaal de kunststofweefsels. Hieromtrent kon, vóór het beschrijven van de hier o.a. voorafgaande delen „Steenstorters”, nog niet voldoende worden medegedeeld waarom pas thans daarop zal worden overgegaan.

In „Opmerkingen I” werd o.a. gesteld, dat de op zandbodems te plaatsen objecten op een in alle richtingen zanddichte- en waterdoorlatende laag gefundeerd dienen te worden. Zo werd bij het primaire voorontwerp van de nieuwe havenhoofden van IJmuiden een methode beschreven, waarop zulks zou zijn te realiseren. Ter plaatse van sluitgaten e.d. ofwel daar waar de stroomsnelheden sterk kunnen oplopen is een dergelijke verdediging eveneens aan te brengen, doch omvangrijk en arbeidsintensief te noemen. Door de afdeling Ontwikkeling nieuwe werkmethoden van de Deltadienst werd inmiddels naarstig gezocht naar eenvoudigere oplossingen. Na veel studie en proefnemingen werd een goede oplossing gevonden met het toepassen van kunststofweefsels. Van deze weefsels werd een zg. „zoolstuk” geconstrueerd, dat een praktische en afdoende oplossing bleek te kunnen geven. De mogelijkheid om het nog meer perfect te doen zijn, is uiteraard niet uitgesloten.

Zowel in het Brouwershavense Gat, bij de Lauwerszeewerken als in het Haringvliet werd vervolgens een uit zoolstukken bestaande bodemverdediging aangebracht.

Een dergelijke constructie, toegepast in het Brouwershavense Gat, wordt in figuur 294 aangegeven, die in het Haringvliet in figuur 295.

Voor het Haringvliet werd in het desbetreffende bestek voorgeschreven, dat — in afwijking van het bepaalde in art. 43 van de A.V. — de stukken dienen te worden samengesteld uit een polypropeenmat, waarop een laag wiepen op een onderlinge afstand van 1,00 m. Daaroverheen een vulling van twee lagen rijshout van de helft van de normale dikte. Hierop vervolgens een roosterwerk van wiepen eveneens met wiepafstand van 1,00 m.

De bovenste wiepen zijn evenwijdig geprojecteerd aan de lengterichting van de stukken. De totale breedte van de, in de stukken te verwerken polypropeenmat, werd bepaald op 30 m, behalve op plaatsen waarom daarvan om andere redenen moest worden afgeweken; de breedte is evenwel afhankelijk van de lengte van het laadvlak van de steenstorter. De 5,00 m brede banen van de mat moesten onderling worden verbonden met stroken van een nader te bepalen soort, en die zowel aan de mat als aan elkaar dienden te worden genaaid.

In dwarsrichting steekt bedoelde mat aan de ene zijde 1,15 m en aan de andere zijde 2,85 m buiten het hart van de buitenste wiep, doorsnede B resp. A in fig. 295.

Langs de buitenkant van de uitstekende mat wordt over 1,00 m breedte een laag steenwol aangebracht en wel vastgeklemd met ter weerszijden aan te brengen azobélatten. Bij het 2,85 m brede overstek worden tevens de dwarswiepen van het roosterwerk tot 1,00 m uit de buitenrand doorgevoerd, doorsnede A.

Aan het kop- en staarteind van de stukken wordt de mat omgevouwen en vastgeklemd tussen twee op elkaar te krammen azobélatten onder toevoeging van epoxylijm. Ter versteviging is in de ontstane lus van

het doek over de volle breedte van het stuk een stalen buis aangebracht; de buis wordt in lengten van 1,00 m aan betonstaal, op \varnothing 6 mm, geregen, fig. 296.

De stroken weefsel, waarmede de banen van de polypropeenmat aan elkaar worden genaaid, hebben een breedte van 6 cm; 3 cm hiervan wordt aan de mat genaaid, terwijl de resterende 3 cm bestemd is voor het aan elkaar naaien, fig. 297. Het aaneennaaien van de banen vindt plaats op de zate met tweedraads Treviragaren 24/3.

De azobélatten worden aangebracht onder en boven de mat en krijgen een breedte van 10 cm en een dikte van 0,6 cm. De onderlinge afstand van de latten bedraagt h.o.h. 1,00 m. Voor het 3,00 m brede overstek krijgen de latten een lengte van 5,00 m, voor het 1,00 m overstek een lengte van 2,50 m.

Voor het krammen van de latten worden krammen van het type Senco G. 5562-112 (lengte $1\frac{1}{2}$ ”) gebruikt, fig. 298; ze worden geplaatst met tussenruimten van 0,10 m. Voor eventuele lassen in de mat kunnen dezelfde latten en krammen worden gebruikt. Iedere las wordt samengesteld uit twee latten en met gebruik van epoxylijm. Hier dienen de krammen om de 0,08 m te worden geplaatst.

De laag steenwol wordt verpakt in jute of een ander soortgelijk materiaal. Om verschuiving te voorkomen is het nodig de wollaag van stiksels te voorzien. (In het zuidelijk deel van het Rak van Scheelhoek — ter plaatse voor het sluitgat in de Haringvlietdam — is de steenwol weggelaten en heeft men wiep „W” — in figuur 295 — door laten lopen. Deze wijziging kwam de stijfheid van de uitstekende overlap ten goede).

De epoxylijm bestaat uit een twee-componenten epoxy-giethars van een bepaalde samenstelling. De lengte van het omgevouwen gedeelte, de diameter van de hierin aangebrachte buis en de verdere details volgen uit de figuren.

b. Het materiaal kunststof

De kunststoffen hebben eigenschappen, die juist voor toepassing bij de bodembescherming bepaald aantrekkelijk zijn, zoals de grote mechanische sterkte, soepelheid en ongevoeligheid voor rotting. Bovendien bieden zij goede mogelijkheden voor prefabricage. Aanvankelijk werden proefnemingen gedaan met eenvoudige en dubbele folielagen met compartimenten die met zand waren gevuld, maar deze voldeden niet aan het gestelde doel. Wel gebruikt men voor minder belangrijke objecten nyloncellenmatten en opgerolde stukken folie, waarop dan bestortingsmateriaal. Beter dan folies zijn de weefsels van gerekte polypropeen draad of garen. Deze hebben de folie dan ook voor een groot deel verdrongen. Het bij de grote objecten toegepaste weefsel ziet er uit als een kokosmat en doet dienst als filter. Figuur 299 geeft een nader beeld van een, voor een „zoolstuk” bestemd weefsel op de zate te Hellevoetsluis. Op de foto is, behalve de schijnbaar stugge mat, ook de steenwollaag met de versterking van azobélatten waar te nemen.

De dunne, zandkerende laag heeft verder tot voordeel, dat op eenvoudige wijze een overlap is te creëren teneinde het ontstaan van de zo gevreesde naadvorming te ontgaan. Uiteraard is het ook hier nog vereist de meest mogelijke nauwkeurigheid bij de maatvoering te betrachten.

De weefsellaag is voorzien van een opbouw van rijshout teneinde een min of meer stijf geheel te verkrijgen benevens, ten behoeve van het transport vanaf de zate tot de plaats van bestemming, een drijfvermogen van 10 à 15 kg m², en tot het op de juiste plaats houden van de zink- en stortsteen.

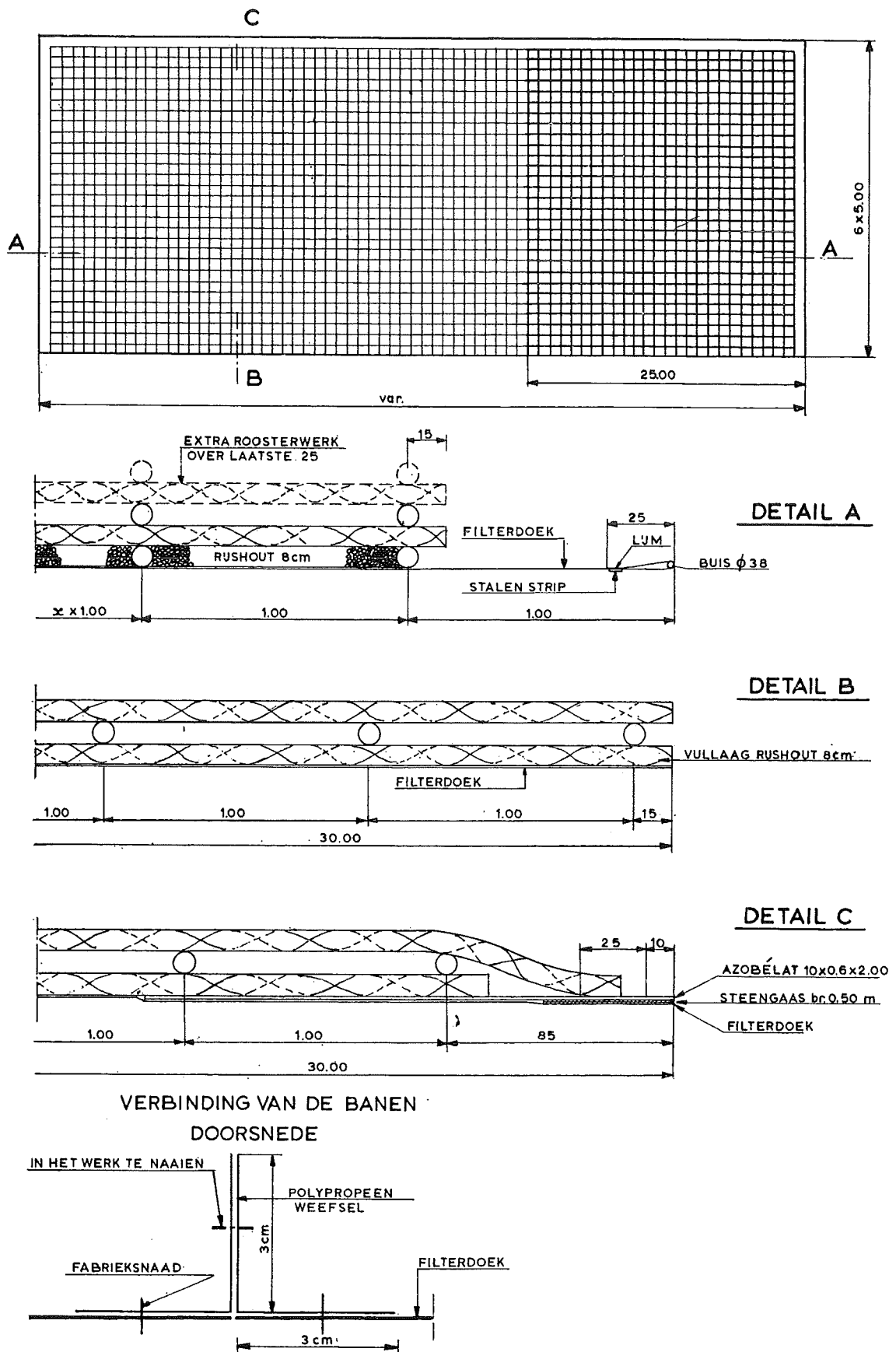


Fig. 294. Zinkstuk met zanddicht zoolstuk, toegepast bij het Brouwershavense Gat.

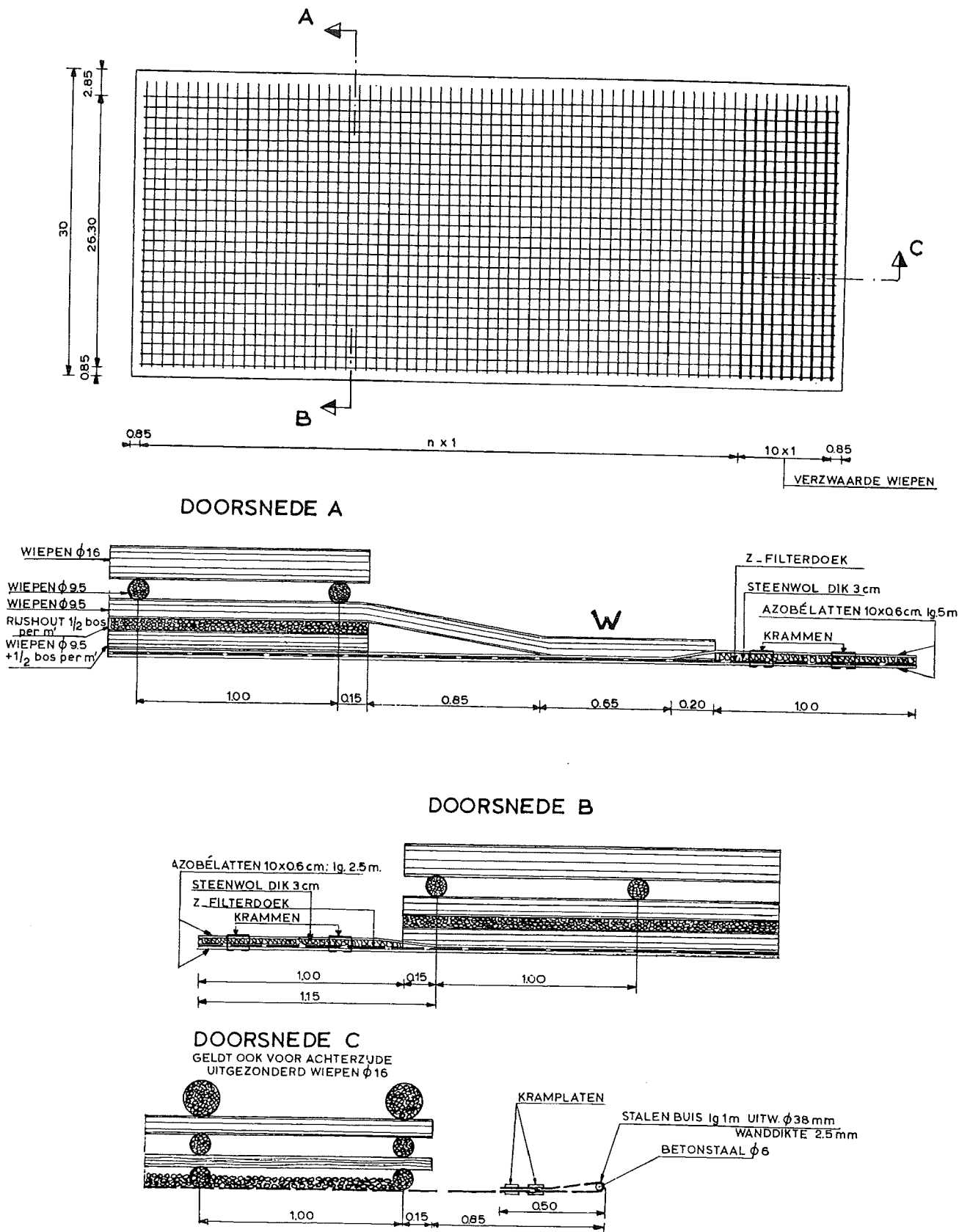


Fig. 295. Zinkstuk met zoolstuk, toegepast in het Haringoliet.

DETAIL E

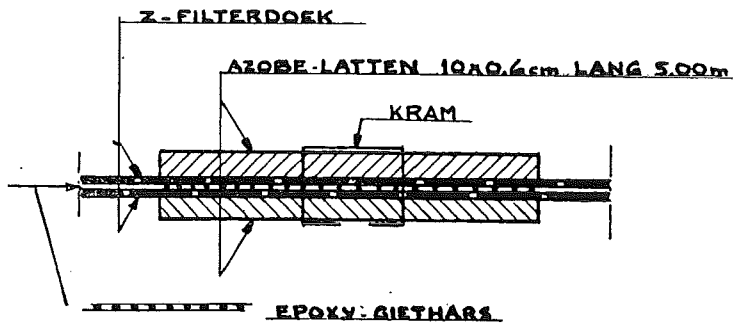


Fig. 298 ▲

Fig. 296. Lus met buisversterking.
 Fig. 297. Detail van het aaneennaaien van twee stroken weefsel.
 Fig. 298. Detail „E” (uit figuur 296) van de kramconstructie.
 Fig. 299. Een in aanbouw zijnd zoolstuk op de zate te Hellevoetsluis. De laag is gevlochten van „Carlona P” polypropreenvezels. (Het materiaal werd geleverd door de Zakkencentrale te Schiedam).

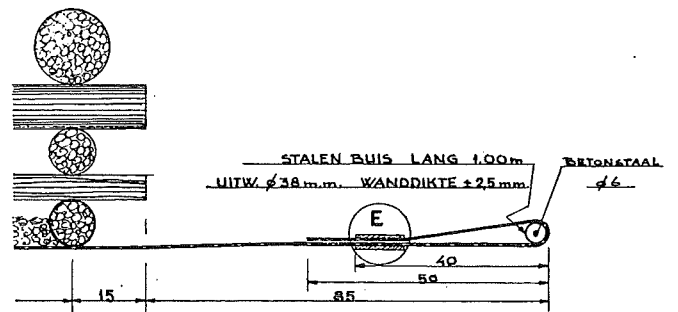


Fig. 296 ▲

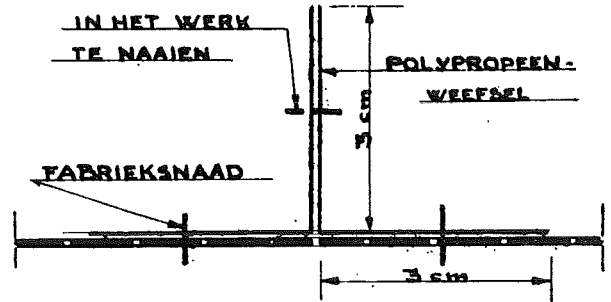
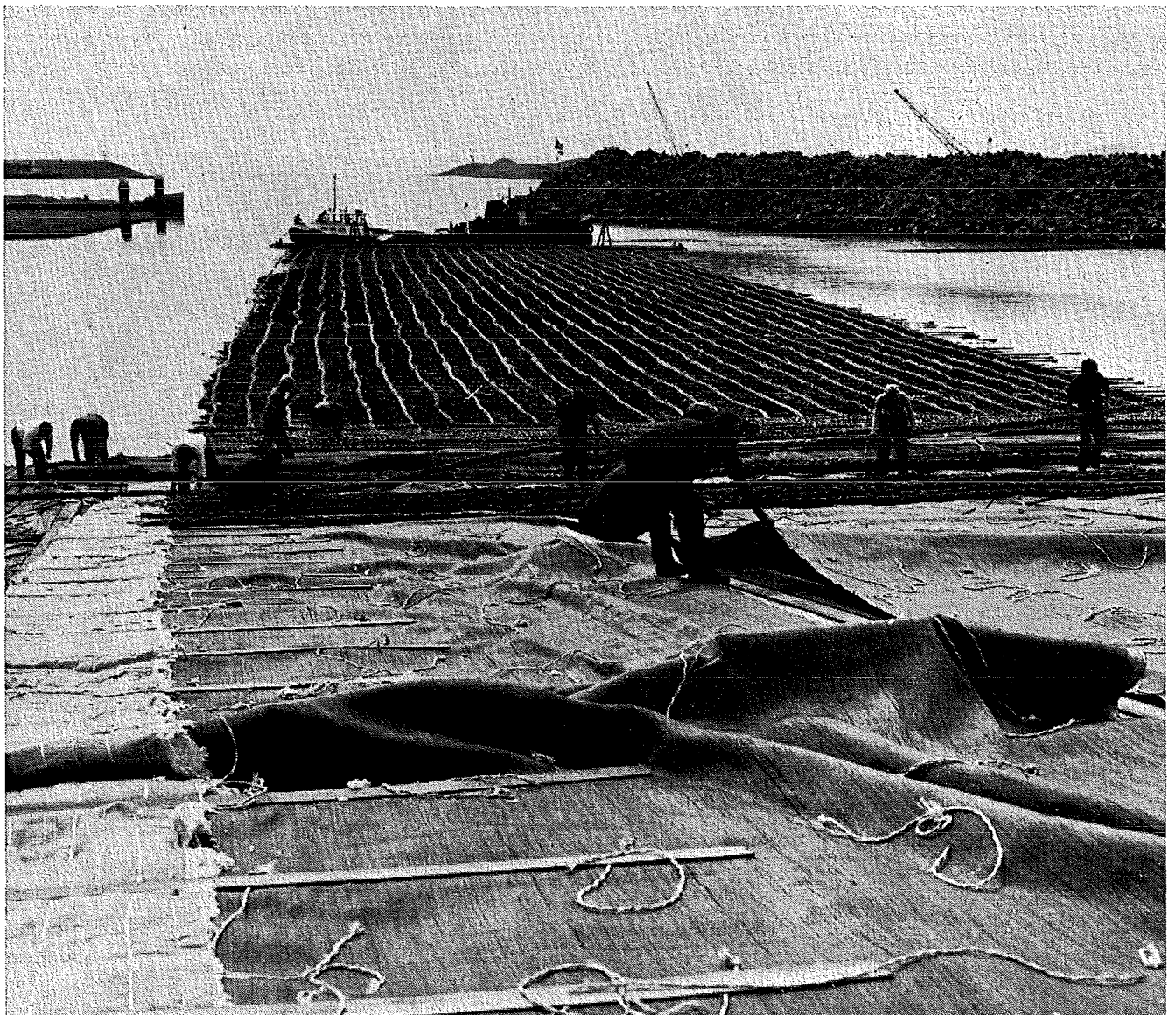


Fig. 297 ▲

Fig. 299 ▼

VERBINDING VAN DE BANEN.



Tot dusver werd genoemde zoolstukconstructie alleen gebruikt ter verdediging van de drempel in sluitgaten. Als een blijvend-aangevallen-verdediging vond ze tot nu toe nog geen toepassing. Hoewel de zoolstukconstructie wellicht voldoende op ongelijkmatige bodem dem zal gaan bijplooiën, rijst nog wel de vraag, welke situatie zal ontstaan bij zeer sterke geulvorming onmiddellijk langs een dergelijk stuk, zulks in het bijzonder ten aanzien van het behouden van een zekere stijfheid langs de rand en van de stabiliteit van het, op het stuk aanwezige, keestortingsmateriaal.

F. Het zinken op stroom in de praktijk

a. Inleiding

Bij het in de praktijk uitvoeren van het, tijdens stroom aan de grond brengen van zinkstukken, kwamen enige systemen naar voren.

De afdeling Ontwikkeling Nieuwe Werken van de Deltadienst begon met provisorisch opgezette systemen en wel door het met behulp van een drijvende bok verzwaren van het z.g. kopeinde ofwel bovenstroomse einde van het te zinken stuk. Het stuk werd daartoe, op korte afstanden, aan een z.g. drijverbuis bevestigd door korte trosjes, waaraan lussen. Door het — na het aan de grond brengen van het stuk — met behulp van een sleepboot in horizontale richting uittrekken van een, door alle lussen gaande stang, kon het geheel worden ontkoppeld, figuur 300.

De drijverbuis werd verzwwaard door een ballastframe, figuur 301. Figuur 302 geeft een op stroom te zinken stuk weer, aan de stroomzijde de drijverbuis en aan het andere einde een steenbak, met daarop de nodige lieren voor de achter- en de zijdraden, waarmee het stuk zoveel doenlijk „strak” en in de juiste ligging was te houden.

Op het stuk werd een aantal bakens geplaatst ten einde, ook tijdens het zinken, de gedragingen van het stuk te kunnen volgen. Het ballastframe is op de drijverbuis geplaatst; het aanbrengen van deze zware hulpmiddelen vond plaats middels de rijksbok Ursus; het geheel is hier nog drijvende op de waterverplaatsing van de afgedichte buis.

In figuur 303 ligt het geheel gesteld en is het wachten op het doorkomen van de stroom terwijl in figuur 304 deze reeds doorkomt en het zinken kan aanvangen, hetgeen figuur 305 reeds toont.

Door het vullen van de drijverbuis en het afvieren van de totale zinkbelasting zakt de kop van het stuk — geholpen door de stroom — verder onder water, figuur 306.

Fig. 300. Detail bevestiging van de drijverbuis aan de kop van het stuk.



In figuur 307 is een evenwichtstoestand aanwezig. Het stuk ligt ter plaatse van de kop, samen met de tijdelijke kopbestorting, op 10 m diepte aan de grond.

Het verder geheel aan de grond brengen moet met behulp van een — door een steenstorter aan te brengen — hoeveelheid steen worden gerealiseerd.

b. Systeem West-Nederland NV

Ten behoeve van de afsluiting van het Volkerak maakte de aannemer van de daarvoor benodigde zinkwerken, de West-Nederland N.V. te Papendrecht, van hetzelfde systeem gebruik. De drempelbezinking lag op plm. N.A.P.-10 m. Hier werd echter een meer daartoe geëigende zinkponton toegepast. De ponton had een lengte van 33,00 m en een breedte van 13,00 m. De op de ponton geplaatste bok had een draagvermogen van 25 ton. Met twee afzonderlijke hijslieren kon het zinkgewicht in deze bok afwijkend van de horizontale stand worden neergelaten. Voor het verhalen waren zes afzonderlijke liertrommels centraal opgesteld, ieder met een reeptrek van 8 ton. De lieraandrijving was hydraulisch. De verhaalsnelheid was regelbaar van 2 tot 12 m per minuut. Door middel van vier draadpalen, waarvan de onderkant van de schijvenkast zich 3,50 m onder het wateroppervlak bevond, werden de lierdraden tegen aanraking met boten c.a. gevrijwaard.

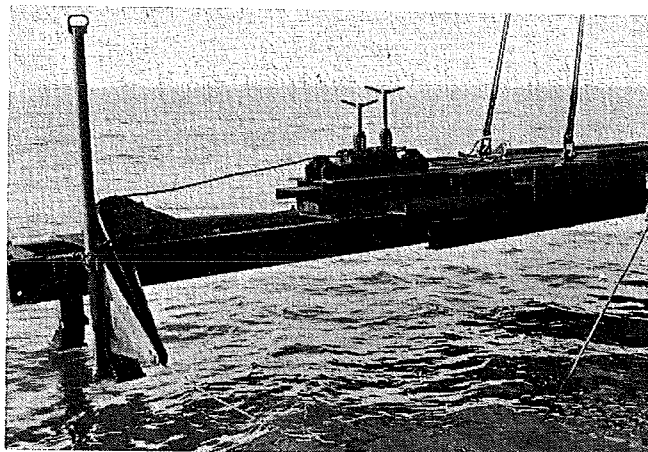
Op de achterste draadpalen waren extra schijfkasten aangebracht. Dóór de draadpalen voerden tevens de trekdraden van het zinkstukgewicht; ze waren bovendecks verstelbaar.

Het zinkschema is weergegeven in figuur 308. Vóór het aanvoeren van het stuk werd de ponton in de juiste positie gebracht. Het stuk werd gekoppeld aan de zinkbuis, ϕ 0,70 m, welke tot een vierkante vorm werd verzwwaard, figuur 309. De buis was voorzien van een vergrendelingsconstructie ter bevestiging van de acht zinkstroppen en van vastmaakpunten voor de sleepboten (ten behoeve van het transport van de zate naar de afmeerponton).

De buis werd drijvende gehouden door de, aan de kop-einden aangebrachte flenzen die, ten behoeve van het zinken, door middel van een scharnierende bevestiging gedeeltelijk konden worden opengeklapt voor het inlaten van water.

Bij het stellen vóór de ponton, werd het met twee draden in de bok hangende zinkgewicht van 15 ton — ingetekend in figuur 308 — centraal over de buis geplaatst en hieraan bevestigd.

Fig. 301. Zinkgewicht, hangende in de bok, met geleiding en draadklemmen voor de instelbare lengte van de kopankerdraden.



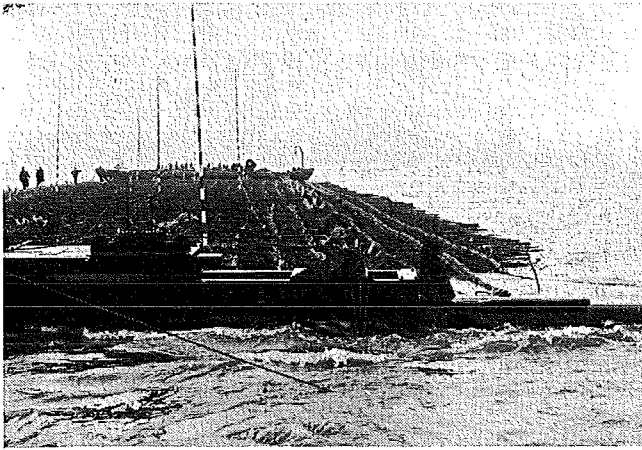


Fig. 302. Zinkgewicht over de drijverbuis, waardoor het stuk tevens met de kopankerdraden is verbonden. De bakens op het stuk dienen ter controle bij dit proefzinken.

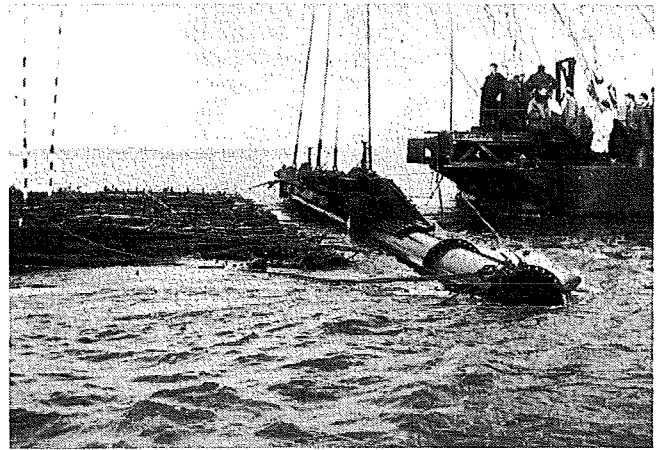


Fig. 303. Gereed, het wachten is echter op het doorzetten van de ebstroom.

Behalve via de verbinding van de hijsdraden was de zinkbalk, en daardoor tevens het zinkstuk, mede door middel van twee sprenkels aan de ponton verankerd, figuur 308. Met de bekendheid van de bodemdiepte kon de plaats van de afgezonken balk met het aangesloten zinkstuk reeds van te voren vrij nauwkeurig door instelling van de sprenkellengte worden bepaald. De sprenkels waren via twee draadpalen op het lie-renstelsel van de ponton aangesloten. De ankerkrachten werden aldus via de ponton overgebracht op de vaste verankeringspunten. Het mogelijk wegscheren van het stuk door het niet recht voorstaan van de stukverankering werd er mede voorkomen.

De langswiepen van het uit twee lagen rijshout — waartussen een laag riet — bestaande stuk, werden tweemaal machinaal gebonden met kunststofvezel ter verkrijging van een meer dan normaal vormvast geheel. Tevens werden verzwaarde wiepen — figuur 310 — langs de zijanten en ter bevestiging van de zinkstropen bij de kop ingebouwd. Langs de lange zijden van het stuk werd een afgeschuinde slab gemaakt van 1,80 m breedte, zulks ter overlapping met het naastliggende stuk. Om opdrijven van deze slab tegen te gaan werd hierin een laag basaltwol aangebracht; deze constructie voldeed naar wens.

Aan de staart werd het stuk door middel van vier zinklijnen aan de achterbak gekoppeld. In de lengte-as werd op het eind van het stuk een bakken geplaatst om gedurende het zinken de plaats van het stuk zo

lang mogelijk door inmeting te kunnen blijven controleren. Correctie op de ligging van het drijvende stuk was mogelijk door positieverandering van de ponton en de staartbak.

Na opening van de afsluitflenzen in de zinkbuis, waardoor deze geen opdrijvend vermogen meer bezat, werden de hijsdraden van de zinkbalk gevierd. Tijdens het zinken was, o.a. door scheve aanstroming, zijdelingse uitwijking van de balk mogelijk. Ter controle hierop was een boeilijn in het midden van de zinkbalk bevestigd, lopende door een schijf in de bok. Deze lijn werd bij het vieren van de balk loodrecht op de horizon gezet. Een eventuele scheve stand tijdens het vieren werd gecorrigeerd door één der hijsdraden af te remmen op de lier. Indien ná het aan de grond komen van de balk deze lijn nog afwijking vertoonde, werd de balk (soms gedeeltelijk) opgehaald en opnieuw gezonken. Bij het aan de grond komen van de zinkbalk drongen de, aan deze balk verticaal verbonden DIN-balken, in de bodem en vormden daarmee een onderdeel ter verankering van de balk en het stuk.

De zinksnelheid van de balk bedroeg ca. 0,30 m/sec. Direct na het aan de grond brengen van de zinkbalk vertoonde het stuk een zeer steile helling, die echter — door de hoge stroomsnelheid — snel werd uitgevlakt tot een helling van ca. 1:3.

Zodra de kop van het stuk op de juiste plaats was afgezonken, werd de (naar één zijde lossende) steenstortter voor de afvierpontoon gevaren, hieraan gekop-

Fig. 304. De zijstrook van het stuk is niet van een betuining voorzien, derhalve ten behoeve van een overlapping bedoeld.

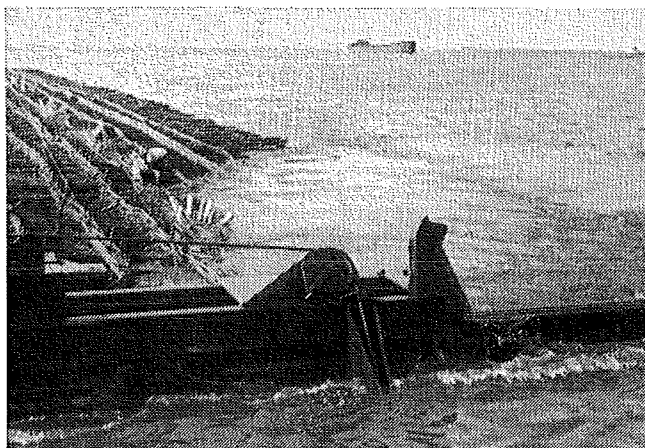
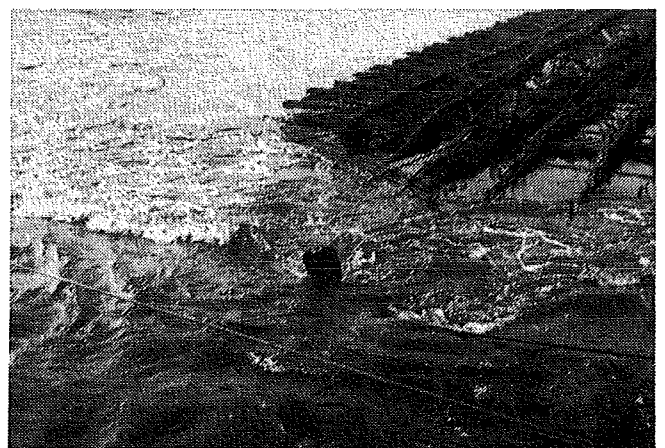


Fig. 305. Door afvieren van het zinkgewicht zakt de kop van het stuk onder water.



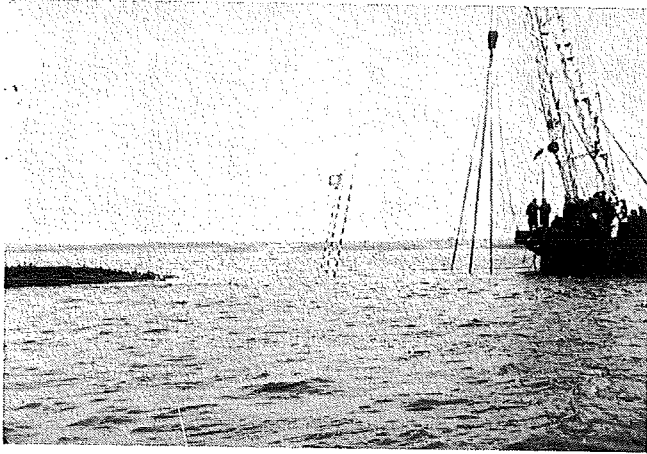


Fig. 306. De kop van het stuk zakt verder.

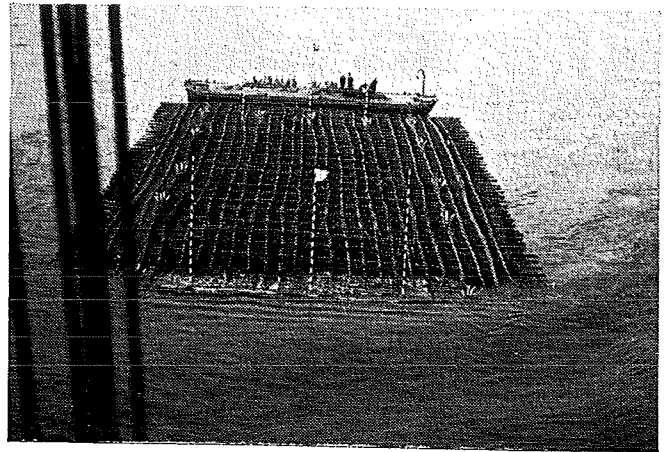


Fig. 307. Het stuk is halverwege onder water en heeft nog een goede stand.

peld met draden, en werd vervolgens het stuk verder met zinksteen 10/80 kg per stuk aan de bodem gebracht.

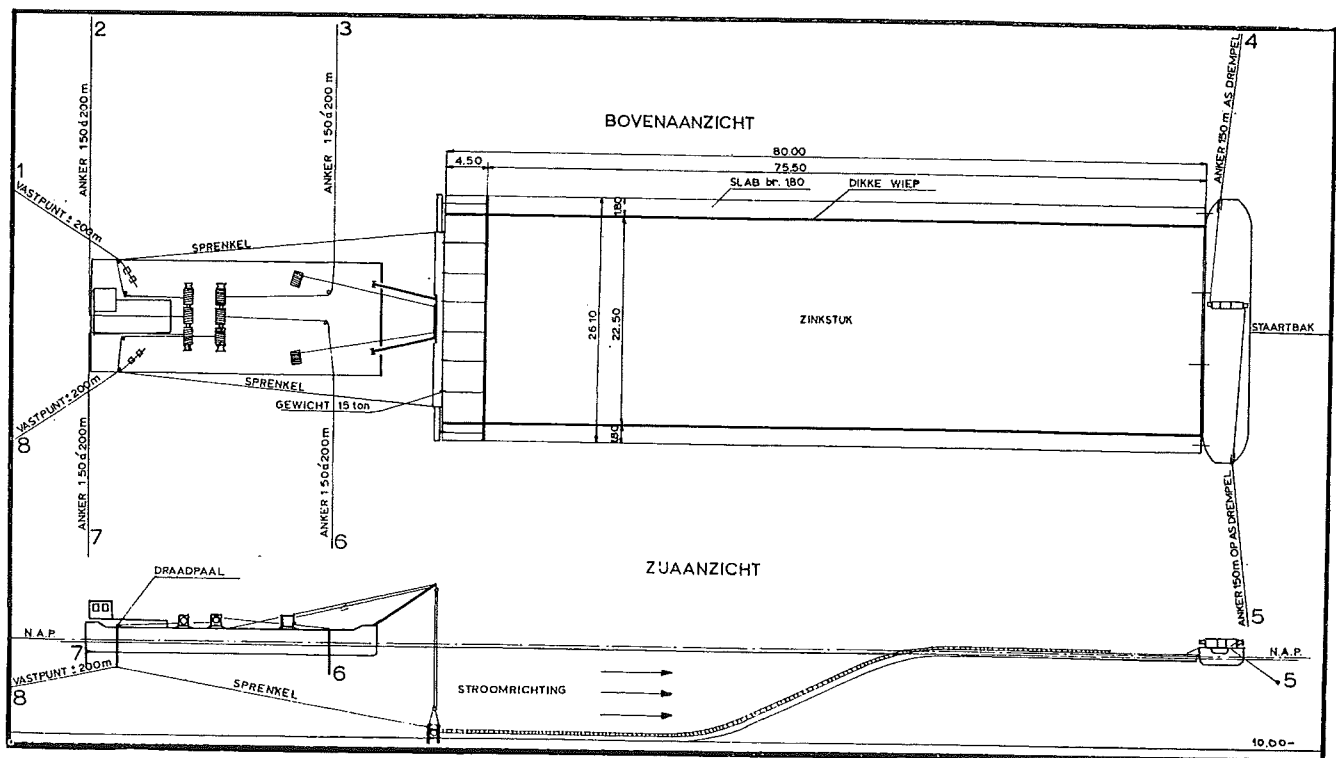
De eerste zeven meter achter de zinkbalk, welke strook uiteraard buiten het bereik van de steenstort bleef, werd zodra mogelijk uit de hand vanaf een steenbak bestort. De verhaalsnelheid van de steenstort werd aangepast aan de afkomende hoeveelheid stortmateriaal. De zinklijnen vanaf de staartbak werden pas gevierd zodra de laatste wiepen onder water verdwenen, terwijl het laatste bakken zo laat mogelijk werd verwijderd. Aldus was het zolang mogelijk waarnemingen op dit bakken te verrichten

Na het definitief vastliggen van de kop, kon de vergrendeling van zinkbuis en zinkstuk worden gelost. Controle op deze ontkoppeling was mogelijk uit het tijdig naar boven komen van de meegezonden, in de vergrendeling aangesloten, boeitjes.

Het gezonken stuk kon, door de boeirepen aan de kop en de staart verticaal te trekken, — hetgeen niet zó eenvoudig is — vanaf de wal met theodolieten worden ingemeten. Ter plaatse van het bezinkingsveld vertoonde de snelheidsgradiënt in de verticaal, omstreeks hoog- en laagwater, een dusdanig verloop, dat soms in deze verticaal tegengesteld gerichte snelheden gelijktijdig optraden. De, bij het zinken vereiste gelijke richting van deze stromen maakten, dat het zinken pas kon beginnen nadat de stroom in de gehele verticaal was gekenterd. De stroomsnelheid bedroeg dan aan de bodem 0,00 m/sec., doch was op dat moment aan de oppervlakte reeds opgelopen tot een hogere waarde.

De stroomsnelheden en stroomrichtingen over de bovenste hoogte van 3,00 m van de verticaal werden veelal gehanteerd als richtlijn bij het zinken en ter beoordeling van de resultaten.

Fig. 308. Het zinken op stroom in het Volkerak in 1967-1968.



Het hiervóór omschreven stroombeeld maakte, dat er geen uitgesproken voorkeur kon bestaan voor het afzinken bij eb of vloed. Het zinken was derhalve mogelijk over vloed en eb, zulks mede door de vrijwel evenwijdige stroomrichtingen gedurende deze perioden. Hierdoor kon steeds het meest gunstige gedeelte van de dag worden benut.

Door de optredende snelheden tijdens het zinken werd automatisch een voldoende helling van het stuk onder water verkregen. Behalve bij snelheden van 0,50 m/sec. werd ook gezonken bij snelheden van zelfs 1,20 tot 1,30 m per seconde; dit zowel bij toenemende als afnemende snelheden. Bij laatstgenoemde hoge stroomsnelheden was bij het zinken geen voorbelasting van de rijshouten stukken nodig.

Voor het zinken en nabestorten werd hier gebruik gemaakt van *kettingstorters*. De regelmatigheid van het afkomen van het steenmateriaal is over het algemeen sterk afhankelijk van de vorm van belading alsmede van de soort te verwerken steen.

De verwerkte steen 10/80 kg per stuk vertoonde een vrij grote ongelijkmatigheid tijdens het afstorten. Bij hoge stroomsnelheden waren de krachten op de staartbak zeer groot te noemen. Alle inmetingen van ponton en stuk werden verricht vanaf de wal door gelijkzijdige, voorwaartse insnijding vanuit vier theodolietopstellingen. Direct na een inmeting werden de gemeten hoeken via portofoons doorgegeven aan de op de afvierponton aanwezige zinkbaas of tijdens het zinken aan de steenstorter, waar deze gegevens in het cirkelnet werden ingetekend. Het stel- en zinkproces kon alzo op de voet worden gevolgd, terwijl op de juiste ogenblikken regulerend kon worden opgetreden. Bij brede sluitgaten treedt evenwel de factor „zicht” sterk naar voren.

Zoals reeds onder D-5-8 vermeld, voerde genoemde N.V. ook bij Huisduinen zinkwerken uit. In de direct na de tweede wereldoorlog aangebrachte keileembestortingen waren grote geulvormingen ontstaan, die vóór het aanbrengen van bedoelde bezinkingen met betonpuin werden uitgevuld. Het behoeft echter geen betoog, dat dergelijke — op grote diepte gestorte — hoeveelheden puin geenszins een goed geëgaliseerd bovenvlak hebben. Figuur 311 geeft een deel van de gehele situatie.

Zowel de keileem- als de puinbestortingen zijn in de figuur aangegeven met een gearceerde respectievelijk een puntlijn. Uit de situatie, met de omcirkelde dieptematen, volgt voorts dat meerdere stukken, breed 20 m en lang ongeveer 60 m, zelfs onder dwarshellingen van 1 : 4 à 1 : 2 werden aangebracht, terwijl daarbij meerdere stukken een trapeziumvorm bezaten. Ook blijkt, dat — ondanks de onderwerpelijke, zeer ongunstige bodemsituatie — de stukken vrij goed zijn terecht gekomen. De uit rijshout samengestelde stukken waren van een verzwaarde constructie.

Het op stroom zinken in zeer ongunstige stroomsituaties, als bij het Kijkduinshoofd, bleek derhalve met een eenvoudige zinkbalk goed mogelijk te zijn. Zoals vermeld betrof het een hoeveelheid van rond 35.000 m³, terwijl de totale uitvoering plaatsvond in de wintermaanden oktober 1968 tot en met januari 1969 te Huisduinen.

c. Systeem Dekker

De N.V. Dekker te Papendrecht ontwikkelde ten behoeve van het op stroom zinken dan wel naar beneden drukken van zinkstukken, een systeem zoals in figuur 312 wordt voorgesteld. Op de ponton — „Octopus”, groot 40,00 m × 14,00 m × 2,50 m — is in de langsricting een railbaan gemonteerd, waarop een wagen wordt voortbewogen met twee beweegbare armen, lang 26,00 m. De ongeveer 18,00 m van elkaar

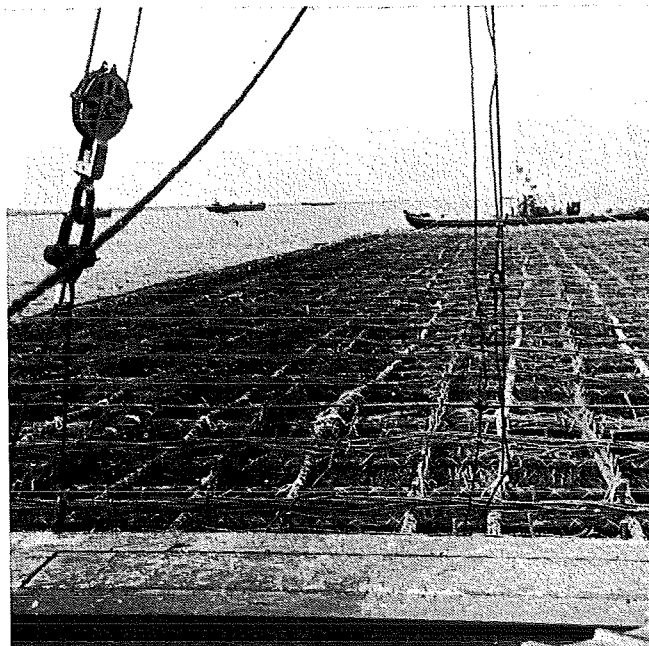


Fig. 309. De van een plat bovenvlak voorziene drijver is aan het stuk gekoppeld.

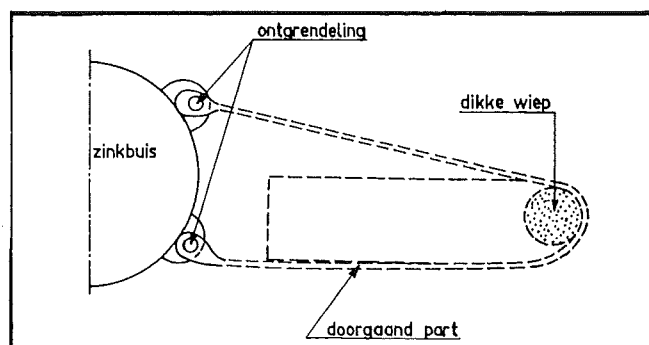
verwijderde armen kunnen een drijf- of zinkbuis met een diameter van 1,00 m naar beneden drukken. Door op de buis gelaste ogen kan een bevestiging met het zinkstuk tot stand worden gebracht door een lange staaft, door aan het stuk bevestigde koppelstukken (A) te laten lopen, figuur 313. Door, na het zinken, de staaft met behulp van een sleepboot uit voorbedoelde beide ogenstelsels te trekken kan het geheel worden ont-koppeld.

Ten behoeve van de zinkprocedure wordt de, tussen de armen gekoppelde buis met water gevuld en kan de wagen in beweging worden gebracht. Bij stilstaande wagen zou door de buis een cirkelvormige route worden gevolgd; het geheel is evenwel zodanig geprojecteerd, dat de bewegingssnelheid van de wagen is ingesteld op die van het zakken in een bepaalde richting van de buis. In figuur 314 wordt een schematische voorstelling gegeven van de zinkprocedure.

De ponton wordt door twee spudpalen ter plaatse vastgelegd. De diverse lierinstallaties worden hydraulisch aangedreven door een luchtgekoelde 60 pk Deutzmotor met Keelavitkoppeling.

Tijdens de procedure wordt de diepteligging van de bodem door een, in de railwagen gemonteerde echoloodinstallatie aangegeven, met gevolg, dat de stand van de armen op bedoelde diepte is in te stellen. Zulks is eveneens mogelijk ten aanzien van hellende bodems; uiteraard tot een bepaalde grens, daar de zink-

Fig. 310. Koppeling tussen drijver en stuk.



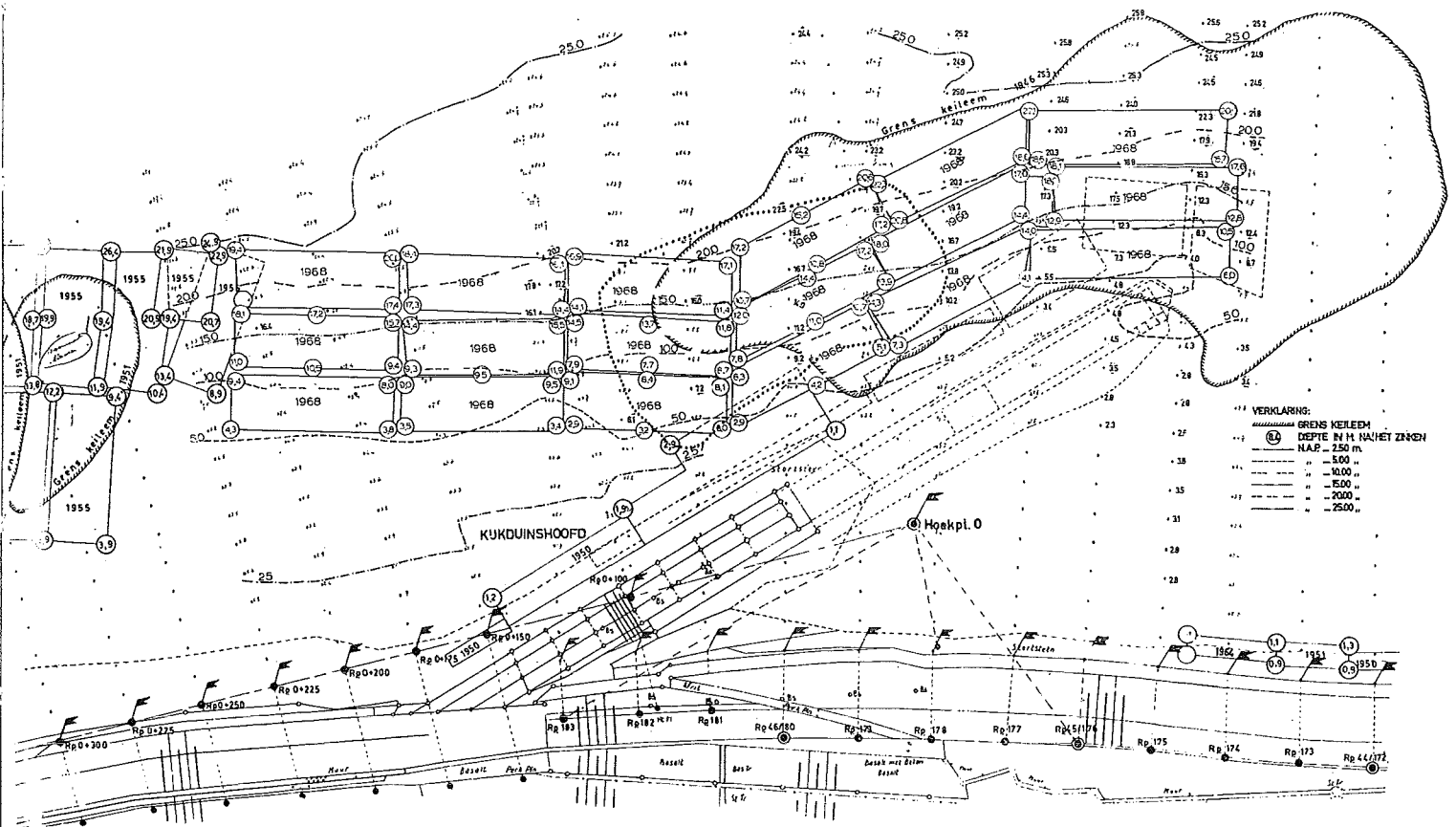


Fig. 311. Situatie van op hellende vlakken aangebrachte stukken.

buis scharnierend aan de armen is opgehangen. Eventuele correcties in de langsrichting van het stuk zijn, zonodig uit te voeren door het verplaatsen van de wagen over de railbaan.

De armen van de Octopus kunnen zóveel vóór de poten uitsteken, dat — bij het bestorten met de steenstorter — geen hinder van de ponton wordt ondervonden. In figuur 314 en 315 vangt de kettingstorter éénzijdig aan met het bestorten van het niet voorbelaste stuk. Na het aan de grond brengen en het — tijdelijk voldoende — bestorten van het stuk, worden de koppelingstaven met behulp van een kabel door een motor- of sleepboot uit de diverse ogen van de koppelingstaven getrokken, kan de zinkbuis middels samengeperste lucht worden leeggeperst en het geheel naar boven worden gebracht.

Het aldus zinken is tot een diepte van 20 m mogelijk. Het bovenstroomse einde van het stuk wordt middels — op een verankerde steenbak opgestelde — lieren in de juiste richting gehouden.

Op het geheel werd octrooi aangevraagd.

d. Systeem Aannemers Combinatie Zinkwerken

De Aannemers Combinatie Zinkwerken te Gorinchem voerde de zinkwerken ten behoeve van de afdamming van het Brouwershavense Gat uit met behulp van een afmeet-, afvier- of zinkponton, een zinkgewicht, een staartbak en een steenstorter.

Op de zinkponton-Moby-Dick, figuur 316, met afmetingen van 35,00 m × 9,80 m × 2,50 m, zijn de lieren centraal geplaatst, zodat ze door een hydromotor kunnen worden aangedreven. Het bedieningshuis, van waaruit alle lieren kunnen worden bediend, is zodanig opgesteld, dat een goed overzicht daarop mogelijk is.

De draden zijn zodanig opgewonden, dat gelijktijdig de beide S.B.-zijdraden kunnen worden gehaald als de B.B.-zijdraden met dezelfde snelheid zijn te vieren.

Op eenvoudige wijze is het schip dan ook zijdelings te verhalen. Voor het nauwkeurig verplaatsen van de steenstorter is zulks tijdens het storten tevens van groot belang. De maximale trekkracht van de lieren bedraagt 15 ton per trommel, zodat met de twee trommels het gewicht van de zinkbuis, groot ca. 30 ton, is te hijsen. Het eigen opdrijvend vermogen van deze buis bedraagt 36 ton met gevolg, dat ze in een drijvende toestand kan worden vervoerd. De buis is reeds in de werkhaven aan het stuk te koppelen en kan met het stuk naar de, te voren gestelde zinkponton, worden verslept. De buis wordt door middel van een tweetal ankers, met een gewicht per stuk van 1500 kg, verankerd.

Op de buis is een luchtleiding aangesloten, waardoor lucht in de buis is te persen, respectievelijk uit te laten. De koppelingen tussen het zinkstuk en de buis kunnen mechanisch worden gelost, dit kan echter ook langs pneumatische weg plaatsvinden.

De drempelbezinking werd reeds beschreven op pagina 27. De middenstrook zou bestaan uit een bezinking met bestorting, daarnaast ter weerszijden een strook gietasfalt en vervolgens, als overgang naar de zandbodem, wederom een normale bezinking.

De niet uit gietasfalt bestaande verdediging werd op stroom gezonken. Op het gietasfaltgedeelte wordt nader teruggekomen.

Het verslepen van het stuk met staartbak en zinkbalk vindt kort vóór de kentering plaats. In figuur 317 wordt de opstelling, zoals in 1967 toegepast, weergegeven. De vermelde afmeerponton betreft de in figuur 316 afgebeelde Moby-Dick.

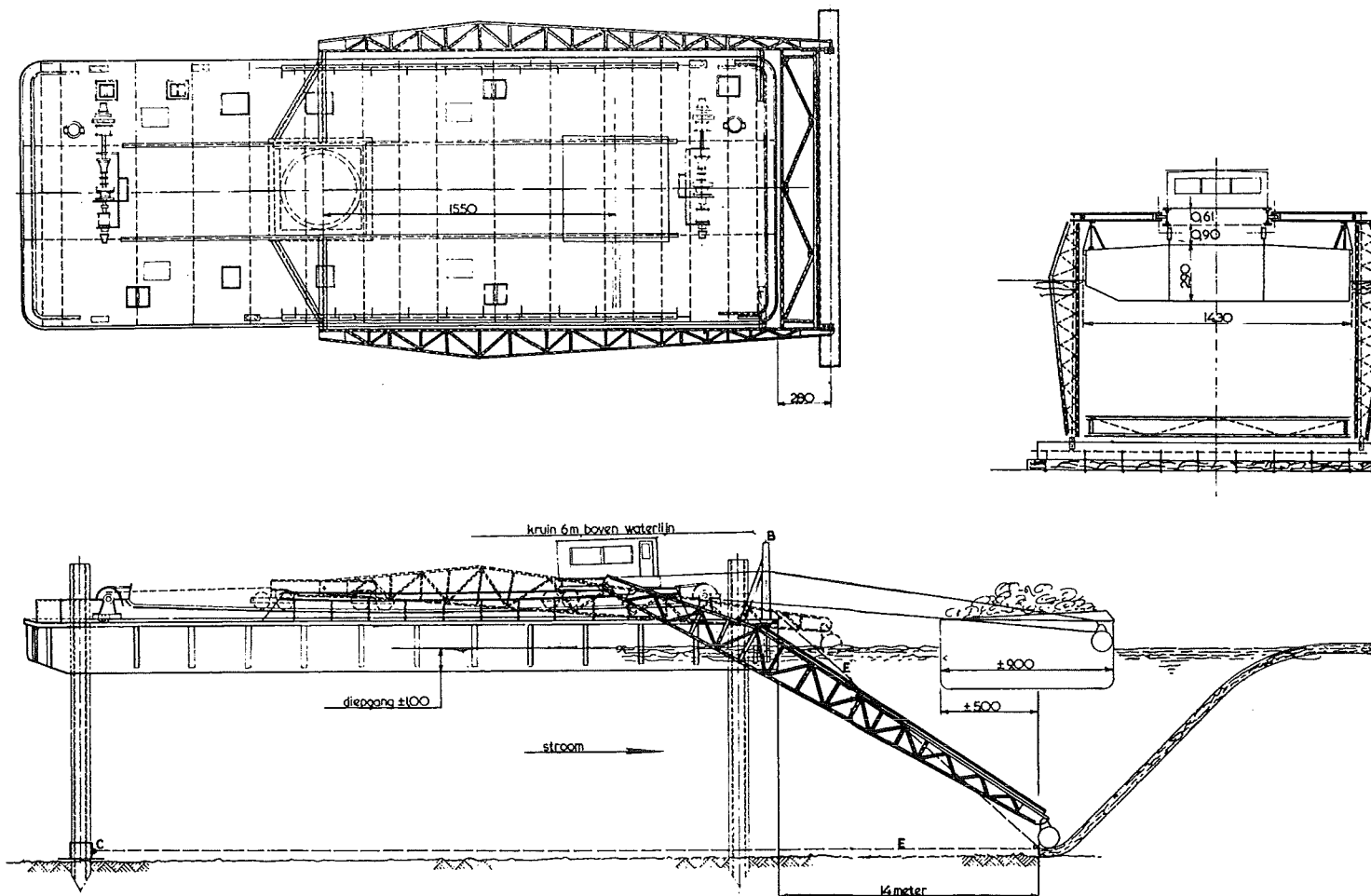


Fig. 312. De ponton „Octopus”.

Ongeveer 200 m bovenstrooms van de afvier- of afmeerponton werden vier ankers van de staartbak overboord gezet en liet men het stuk bij eb op de draden naar de afmeerponton vieren. Twee zijankers van de staartbak werden uitgebracht, terwijl de draden van de buisankers, alsmede de hijsdraden aan de zinkbuis werden gekoppeld.

Na controle op de ligging van de zinkbuis volgde het vastzetten daarvan door middel van klemmen. De buis was daarmee, samen met het stuk, onafhankelijk van de afmeerponton verankerd.

Correctie op de ligging van de zinkbuis was in eerste instantie mogelijk doordat de draden van de zinkbuis via schijven op het lierenstelsel van de afmeerponton waren aangesloten. Na het vastzetten van de klemmen en het zinken van de buis ontbrak deze mogelijkheid. Wel kon dan de afmeerponton worden verhaald en aan de hijsdraden de buis van plaats doen veranderen. Controle op de juiste ligging van de buis werd hierdoor moeilijker. De lierdraden werden naar de buis gevierd en de afsluiters geopend, waarna, na het aan de grond komen van de buis, met hellingmeters de plaats van de buis was te bepalen en zo nodig te corrigeren. Het zinken van de buis vond plaats bij het begin van de vloed, bij een snelheid van ca. 0,10 m/sec. Het aan de grond brengen van de zinkbuis vond echter niet plaats bij snelheden hoger dan 0,50 m/sec.

Na het tussenvaren van een steenstorter werd het gedeelte vlak achter de buis, circa 7 m, het eerst afgestort om zodoende de ankerkrachten bij hogere snelheden te ontlasten. Zodra de achterste wiepen van het stuk onder water geraakten, werden ook de zinklijnen van de staartbak gevierd.

Van de 45 stroomstukken werden er 41 over de vloed en 4 over de eb gezonken. De figuren 318 en 319 geven een inzicht van de stroomsnelheden en de stroomrichtingen tijdens het zinken van enkele stukken. De snelheden en richtingen werden gemeten op 1,00 m boven de bodem (resp. Vb en Rb) tot de zinkbalk aan de bodem was gebracht. Daarna werd op halve diepte verder gemeten (Vh en Rh). De kromme van de stroomrichting toont, vergeleken met de „lengterichting van het zinkobject”, de mate waarin scheve aanstroming optrad.

Het gunstige moment om met geringe ankerkrachten de zinkbalk op de juiste plaats aan de grond te brengen was de kentering. Alhoewel slechts enkele malen zo toegepast, bleek het zinken over één stroomrichting betere resultaten te geven. Voorts werd geconstateerd, dat zinken op stroom, waarbij iedere fase van een getij kan worden benut, zeer goede verankering en toepassing van zijdraden vereist.

Het zinken op de laagwaterkentering heeft het voordeel, dat in de lange periode van lage stroomsnelheden men de zinkbuis aan de grond kan brengen, correctie kan toepassen en de kop bestorten. Deze handelingen kunnen voltooid zijn, tegen de tijd dat de stroomsnelheid het stuk onder een zodanige helling heeft gebracht, nodig om het afrollen van stortsteen te voorkomen; helling 1:1,25 bij ca. 0,80 m/sec. en een opdrijvend vermogen van plm. 45 kg/m². Deze helling is eerder te bereiken door het stuk een geringer opdrijvend vermogen te geven; zulks bij lagere stroomsnelheden. Bij de rijshouten stukken werd het opdrijvend vermogen verminderd door het stuk voor te ballasten met ca. 25 kg/m² lichte steen. De gewenste hel-



Fig. 313. Koppelstukken „A”.

ling werd aldus verkregen bij snelheden van 0,20 tot 0,40 m/sec.

Ondanks deze voorbelasting bleven er echter wachttijden bestaan, tussen het bestorten van de kop en het afstorten, van ca. ½ tot 3 uur.

Het ontbreken van voldoende ruimte tussen de afmeerponton en het nog drijvende gedeelte van het stuk maakte echter het tussenvaren van de steenstorter niet wel mogelijk.

Langere wachttijden waren het gevolg daarvan. Het „overvaren” van het onvoldoende gezonken stuk kon geen oplossing brengen, aangezien de kans op beschadiging dan groot is.

Een stuk met geringer opdrijvend vermogen zal eerder een geringere helling aannemen met gevolg, dat ook bij lage stroomsnelheden succesvoller is te zinken en de wachttijden worden beperkt.

Aanvankelijk werd stortsteen 10/300 kg verwerkt. De grote hoek van inwendige wrijving, deed echter de steenmassa aan de stortrand van het laadvlak van de steenstorter, tijdens het afschuiven, vrijwel steil doen staan met gevolg een zeer onregelmatig verloop van bressen. Toepassing van steen 10/80 kg per stuk onderdrukte dit bezwaar enigszins. De plotselinge afschuivingen konden niet voldoende met de verhaalsnelheden worden hersteld.

De zinkbuis was van het gesloten type, die, door het ontsnappen van lucht uit de buis, aan de bodem kon worden gebracht. De zinksnelheid van de buis bedroeg ca. 0,12 m/sec. De verankering diende daarbij goed recht te staan. Bij grotere afwijkingen uit deze stand vertoonde het stuk de neiging weg te zwaaien.

De staartbak verloor evenwel zijn functie zodra de zinklijnen moesten worden gevierd. De lengterichting van de stukken vertoonden afwijkingen tot 2 m, die in

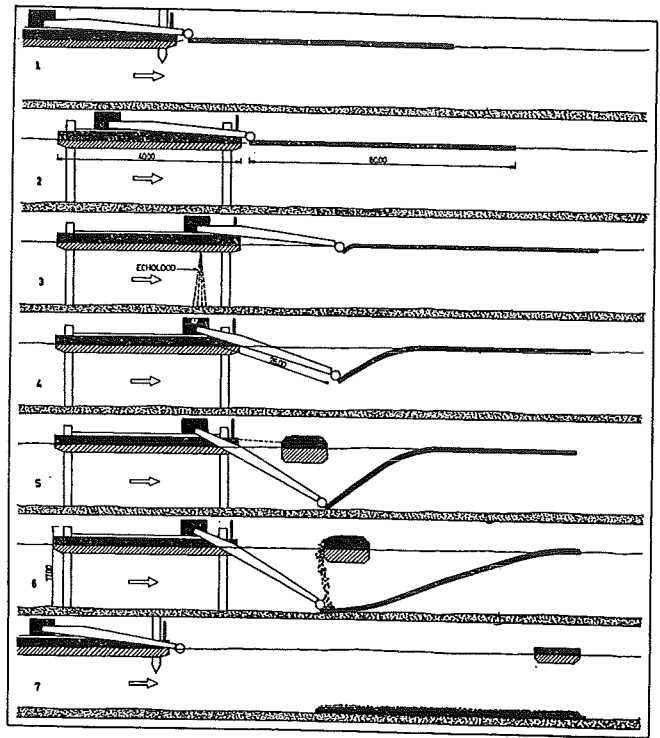


Fig. 314. Schema van verschillende stadia bij het werken met de Octopus. Schetsmatige voorstelling van de zinkprocedure met de zinkponton „Octopus”:

- 1) aanvaren;
- 2) ponton verankeren met spudpalen;
- 3) dieptebeoordeling met echolood en dienovereenkomstig uittreiden van de railwaggen;
- 4) vullen van de zinkbuis;
- 5) aan de grond drukken van de kop van het zinkstuk en opvaren van de steenstorter;
- 6) bestorten van de kop;
- 7) stuk aan de grond, stortvaartuig leeg, zinkbuis gelost van stuk en leeggeperst, spudpalen getrokken.

de breedte tot 3 m. Bij een zijverankering naar één zijde bedroeg de afwijking aan de staart zelfs 8 m, terwijl bij het zinken, ná hoogwaterentering een afwijking van 20 m werd gemeten. Een andere wijze van werken werd daarna toegepast.

Afwijkingen tot 300 m² (onbeschermde bodem) tussen de stukken werden voorzien van een filterconstructie bestaande uit kif, grove grind en stortsteen, grotere werden bezonken. Met rond 92.000 m² stroomstuk werd een netto oppervlak van rond 78.000 m² bezinking gemaakt. De overlapping bedroeg ruim 18,5%; het zinkplan bevatte 12,2%.

Gemiddeld werden drie stukken ofwel 6.220 m² per week aangebracht.

Als belangrijkste tempo-behalende elementen dienen te worden aangemerkt:

1. zinken alleen na laagwaterkentering (bij lage stroomsnelheden) en
2. de slechts één keer per dag te benutten laagwaterkentering (bij daglicht).

Op grond van deze bepalingen waren 75 getijden beschikbaar voor het zinken. Op 29 getijden hiervan kon het zinken geen doorgang vinden door:

| | |
|-------------------------|---------------------|
| a. onwerkbaar weer | 11 getijden (24 %); |
| b. defect aan materieel | 4 „ 8,7%; |
| c. duikeronderzoek | 1 „ 2,2%; |
| d. ongunstig tij | 5 „ 10,0%; |
| e. afstorten | 1 „ 2,2%; |
| f. baggerwerk | 7 „ 15,2%. |
| | 29 getijden |

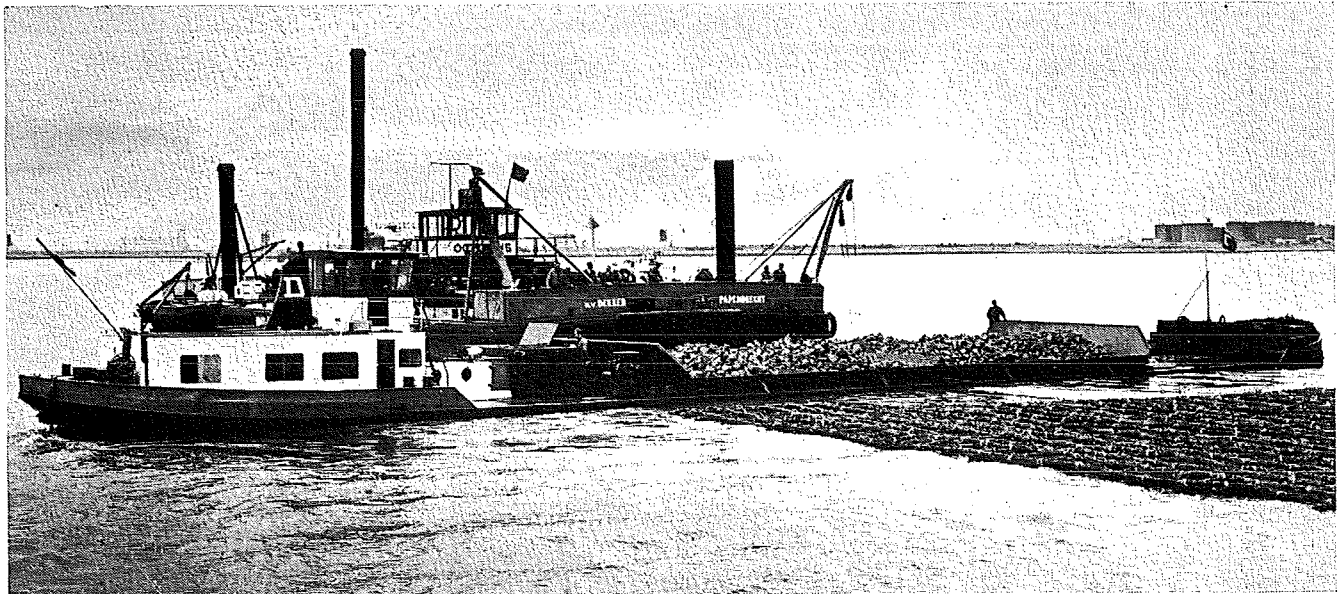


Fig. 315. De steensterter vaart, op de Schelde bij Doel, tussen de Octopus en het door de stroom reeds voor een klein deel neergedrukt deel van het stuk. De steensterter schuurt hier over het onder water zittende stuk.

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| De prestaties waren: | |
| maken stroomstuk | 28,8 m. u./100 m ² |
| verwerken en afstorten | 4,7 " " |
| houtopslag | 1,8 " " |
| maken wiepen | 8,3 " " |
| voorbballasten (met de hand) | 3,2 " " |
| totaal: | 46,8 m. u./100 m ² |

In april 1968 werd voortgegaan met de drempelbezinking. De constructie van de stukken onderging geen verandering. Het zinkschema werd wel gewijzigd, figuur 320. De voornaamste veranderingen bestonden uit:

- a. een achterbuis, die op de staart werd aangebracht ten behoeve van de zijverankering. Aan de achterbuis werden de zijleiders bevestigd, en
- b. het aanbrengen van een strek- of achterbak voor besturing en het zo nauwkeurig mogelijk afzinken. De uitgeoefende strekkracht doet het stuk, ook bij geringe stroomsnelheid, eerder onder een zodanige helling staan, zodat de steensterter kan tussenvaren en met het afzinken kan worden begonnen. De strekkracht bedroeg ca. 4 tot 6 ton.

De steensterter was tijdens het zinken met draden verbonden aan de afvierponton en aan de strekbak. Het verhalen van de steensterter kon hierdoor goed in de hand worden gehouden. Gezonken werd met zinksteen 10/60 kg per stuk en nabestort met stortsteen 10/300 kg per stuk.

De zinkbuis onderging verbetering door het hierop monteren van twee zelfklemmende schijven, waardoor de draden van de buisankers werden gevoerd. Dit maakte correctie van de gezonken zinkbalk, vanaf en in de richting van de ponton, mogelijk.

De afwijkingen in de lengterichting waren thans geringer en gingen tot 2 m, die in de breedte van 0,2 tot 0,7 m.

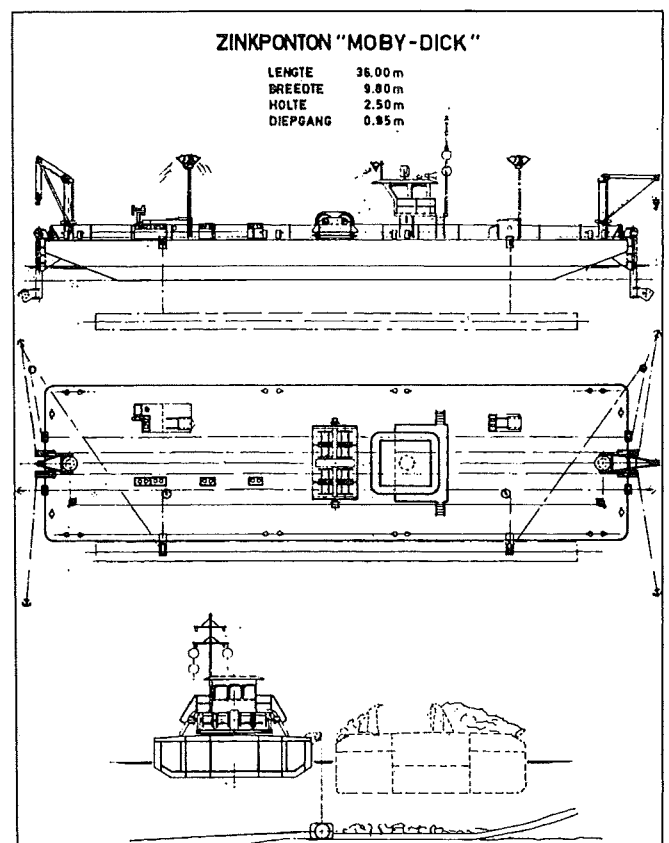
| | |
|-------------------------|--------------------------------|
| De prestaties waren nu: | |
| maken stroomstuk | 91,1 m.u./100 m ² ; |
| verwerken en afstorten | 3,4 " " ; |
| houtopslag | 0,9 " " ; |
| maken wiepen | 7,2 " " ; |
| totaal: | 30,6 m.u./100 m ² ; |

Het voorballasten met behulp van een kraan vorderde 0,5 kraanuur per 100 m².

In de maanden juni tot en met juli van 1968 werden vervolgens de, reeds eerder besproken, „zoolstukken” aangebracht.

Het transport vond plaats met zg. klembuizen; de ontwikkeling daarvan vond plaats door de meer genoemde afdeling Ontwikkeling Nieuwe Werkmethoden van de Deltadienst. Het doel van deze klembuizen is om de krachten, uitgeoefend op het stuk tijdens het van de helling trekken, het slepen en het zinken over de volle breedte van het doek gelijkmatig te verdelen. Plaatsen van proppen of het aanbrengen van zink-

Fig. 316. De zinkponton „Moby-Dick”.



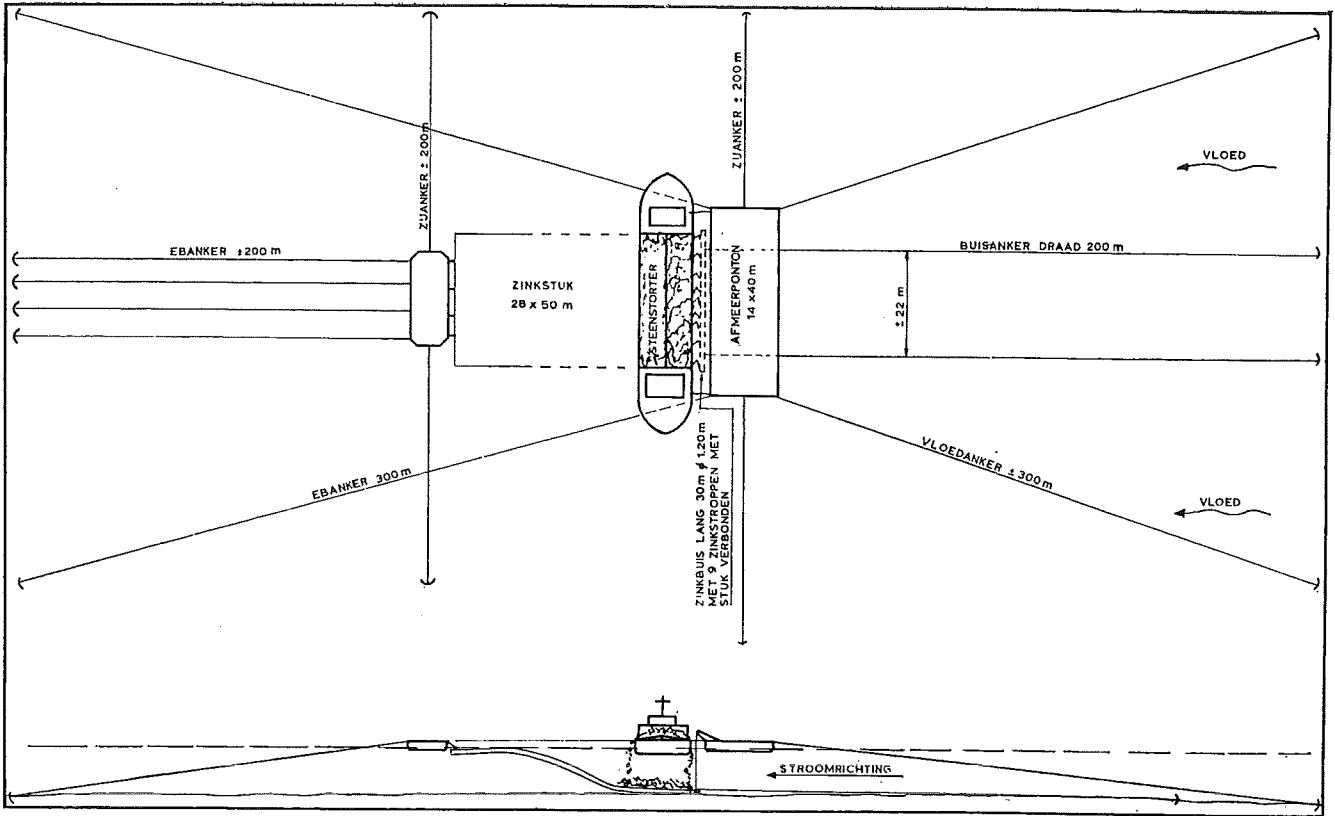


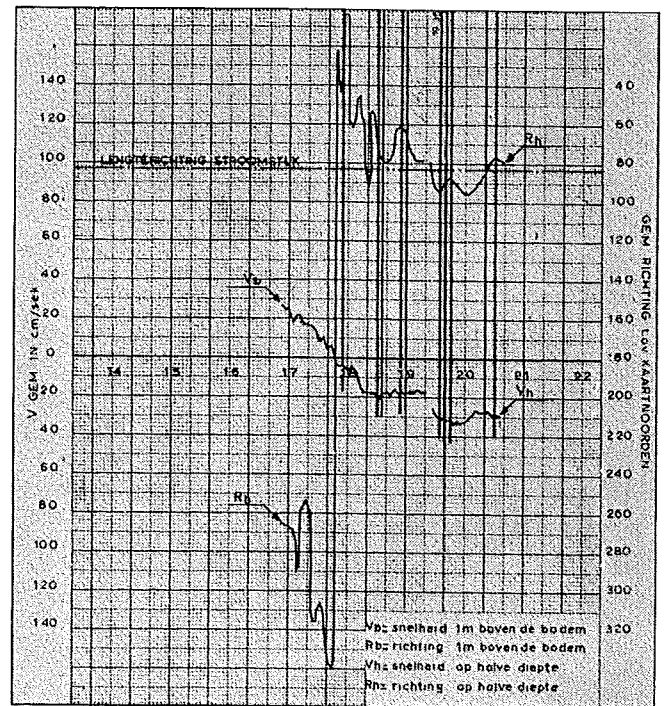
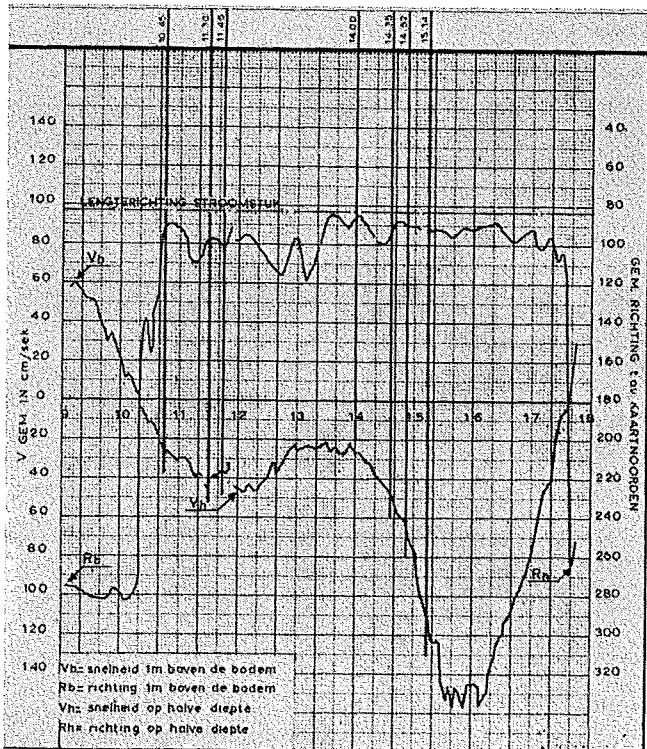
Fig. 317. Zinken op stroom met de Moby-Dick als afmeer ponton in het Brouwershavense Gat in 1967.

Fig. 318. Stroomsnelheid en -richting tijdens springtij. Gezonken 7 september 1967, diepte gemiddeld N.A.P.-20.00 m. Geen voorbelasting, Zijverankering stuk; Halverwege en op het eind van het stuk in noordelijke richting.

Zinkbalk aan de grond 10.45 u.
 Bestorting kop 11.30-11.45 u.
 Zinksteen van zolderbak over ca. 9 m gestort 14.00 u.
 Staart zwaait weg 14.35 u.
 Bestorting stuk 14.52-15.14 u.
 (Wachten op voldoende stroomsnelheid 11.30-14.35 u.)
 Ligging: Zijdelingse afwijking staart: 8 m noordwaarts.

Fig. 319. Stroomsnelheid en richting tijdens doortij. Gezonken 14 september 1967, diepte N.A.P.-20.00 m. Voorgebelast met stortsteen 10/80 kg per stuk per Thomsonkraan.

Zinkbalk aan de grond 17.55 u.
 Bestorting kop 18.30-18.35 u.
 Bestorting stuk 18.55-19.00 u.
 Achterbalk viert trossen 19.35 u.
 Bestorting stuk 19.40-19.45 u.
 Tweede bestorting stuk 20.20-20.30 u.
 Ligging: Zijdelingse afwijking staart: 1,50 m zuidwaarts.



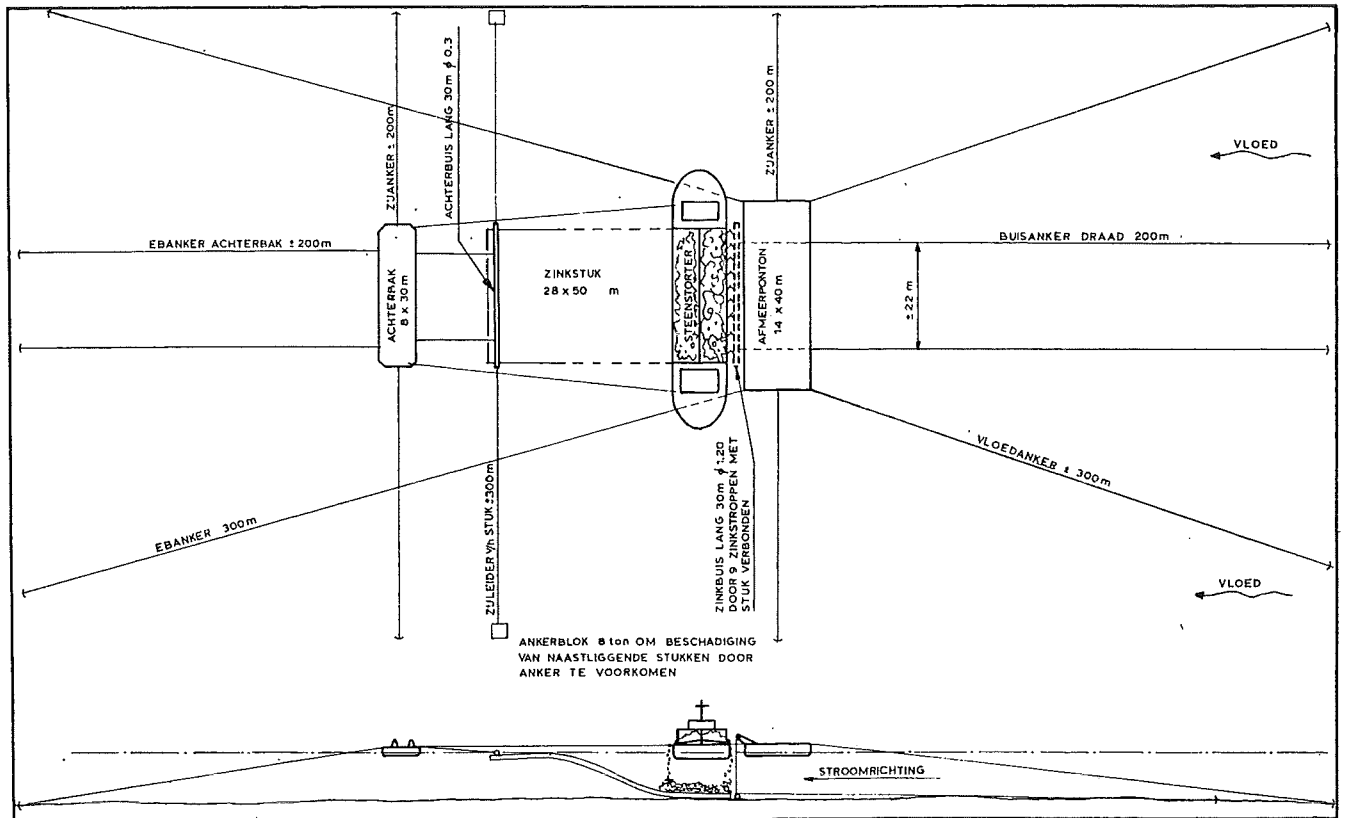
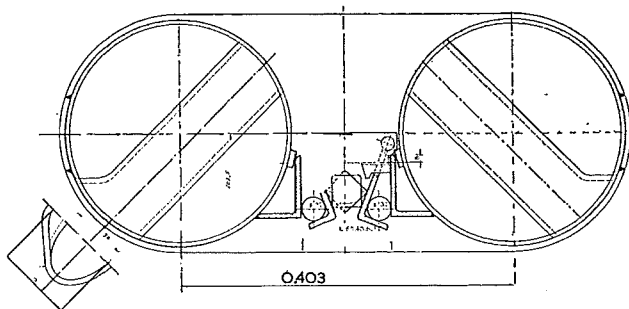


Fig. 320. Zinken op stroom in 1968 met klassieke stukken.

stropen dóór het filterdoek zouden het doek niet alleen beschadigen, maar tevens een ongunstige belasting ervan tot gevolg hebben, waardoor ook beschadiging zou kunnen ontstaan. De bevestiging van de klembuis aan het stuk wordt verkregen door de zoom van het stuk — voorzien van een serie buizen, ϕ 38 mm, lang 1 à 2 m — tussen twee strippen van de buis te klemmen. De strippen van de buis worden op hun beurt vergrendeld door een, tussen de buis en de strip te trekken staaldraad, ϕ 30 mm, figuur 321.

Ontkoppeling wordt verkregen door, nadat het stuk gezonken en de ligging daarvan is goed bevonden, het uittrekken van deze staaldraad.

Fig. 321. Doorsnede klembuis. De twee 30,50 m lange buizen zijn aan de einden door platen gekoppeld, overigens — op afstanden, variërende van 1,50 m tot 3,00 m — door de twee stalen kokertjes. Ten behoeve van het ophijzen zijn op 9,00 m ter weerszijden uit het midden in schuine stand hooftgaten aangebracht. Het te klemmen doek is gevat om een ingenaaide vierkante staaf, welke rust tussen twee scharnierbare hoeklijnen. Deze steunen op hun beurt op over de gehele lengte lopende staal- en nylonkabels ϕ 30 mm, waarvan de ene naar rechts en de andere naar links is uit te trekken, zulks om eventuele blokkering aan een der einden te ontgaan (het uittrekken van één kabel is immers voldoende). Na het uittrekken van een der kabels komt het vierkant-staal, met omgenaaide doek vrij. Uit de figuur blijkt, dat de hoeklijn tegen een te hoog opklappen door een vaststaande pal is geborgd.



De klembuis op zich is zelfdrijvend.

Het zinkproces onderging in principe geen wijziging. De zinkbuis werd gekoppeld aan de voorste klembuis, terwijl de achterste klembuis met de achterbuis werd verbonden. Deze achterbuis ligt hierbij niet op het stuk, figuur 322.

De strekbak vervulde hier een belangrijke rol. De geringe zijdelingse stijfheid van het zoolstuk geeft eerder kans op afwijkingen door scheve aanstroming. De strekkrachten waren gelijk aan die van de vorige zinkuitvoeringen, nl. 4 tot 6 ton.

De stukken werden gezonken met 200 kg grove grind per m^2 . Gezien echter de geringe stroombestendigheid van dit materiaal werd, kort na het zinken, het stuk met $145 \text{ kg}/m^2$ zinksteen $10/60 \text{ kg}$ per stuk bestort; de nabestorting bestond uit $455 \text{ kg}/m^2$ steen $10/300 \text{ kg}$ per stuk. Het voorbelasten was hier overbodig; het opdrijvend vermogen van het stuk bedroeg $15 \text{ kg}/m^2$. Reeds bij geringe snelheden kon worden gezonken, doordat het stuk sneller een zodanige snelheid aannam dat de steenstortter kon worden ingezet.

In de periode 29 mei tot 1 augustus werden 31 stukken gezonken. In acht gevallen werd twee maal per dag één stuk aan de grond gebracht; na de laagwaterkentering.

Van de oppervlakten gemaakte zoolstuk bedroeg de overlapping ca. 11% van het netto oppervlak, groot ruim 43.000 m^2 .

Stagnatiefactoren werden gevormd door:

| | |
|---------------------------|------------------|
| a. schade kraanbestorting | 0,5 dagen (1 %) |
| b. onwerkbaar weer | 7 „ (14,2%) |
| c. repareren stuk | 2 „ (4,2%) |
| d. repareren zinkbuis | 3 „ (6,3%) |
| totaal: | 12,5 „ (25,7%) |

Het aantal benutte tijden bedroeg 0,95 per dag of 4,75 per week.

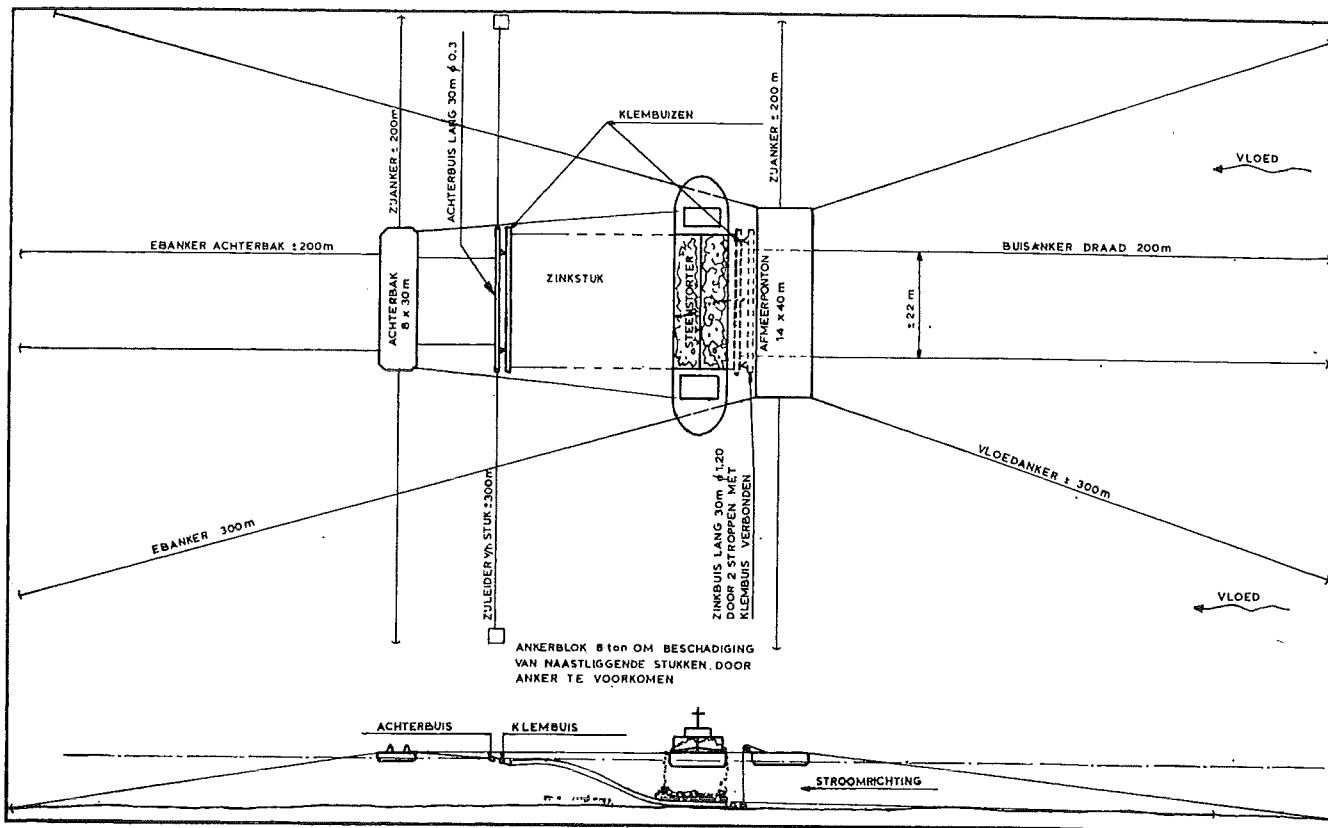


Fig. 322. Zinken op stroom in 1968 met zoolstukken.

De prestaties waren:

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| maken stroomstuk (zoolstuk) | 11,2 m.u./100 m ² |
| verwerken en afstorten | 2,2 " " |
| houtopslag | 0,5 " " |
| maken wiepen | 6 " " |
| totaal: | 20,6 m.u./100 m² |

De zinkwerken ten behoeve van de te verlengen havenhoofden te Scheveningen werden eveneens door genoemde N.V. met haar voornoemd materieel uitgevoerd. Het betrof hier — zoals onder A-13 reeds opgemerkt — zinkstukken van een klassieke constructie. Het golfpatroon was hier evenwel beduidend afwijkend van dat in het Brouwershavense Gat; de branding had hier grote invloed.

Van een in juli 1969 aangebracht stuk werden nevenstaande gegevens genoteerd. Grootte aan te brengen stuk 27 m × 52 m.

De „Moby-Dick” lag vroegtijdig gesteld.

| | |
|--|----------|
| Vertrek uit de haven van zinkstuk met kopstuk per sleepboot van 180 pk en een afstand van plm. 3 km. | 13.20 u; |
| Aankomst bij „Moby-Dick” | 13.40 u; |
| Gesteld | 13.50 u; |
| Aanvang vollopen drijfbuis | 14.00 u; |
| Drijfbuis vullen en aankoppelen | 14.10 u; |
| Neergelaten tot op 6 m diepte bodem | 14.13 u; |

Nog geen stroom. De steenstorter „Pieter” ligt slagvaardig op 400 m afstand;

| | |
|--|----------|
| vaart af | 14.10 u; |
| Bokken op de „Moby-Dick” worden achterover gesteld, de „Pieter” vaart boven het neergelaten gedeelte van het stuk en langs zij de „Moby-Dick”. De draden gestreken | 14.15 u; |
| De „Pieter” gesteld | 14.20 u; |
| Aanvang storten aan stukzijde met eerste laag steen van 10/60 kg per stuk | 14.26 u; |

Twee sleepboten van 180 pk trekken „Pieter” over, waarbij vanaf de Moby-Dick wordt gevierd middels op dit vaartuig bevestigde draden. Het vieren vindt plaats met twee evenwijdig gestelde- en met scheerdraden.

| | |
|---|----------|
| De eerste laag steen groot 280 ton, van 10/60 kg per stuk tot 10/80 kg per stuk gestort | 14.33 u; |
| De Pieter ten behoeve van tweede laag steen weer bij Moby-Dick gesteld | 14.38 u; |
| Aanvang storten tweede laag steen, van 240 ton. | 14.40 u; |
| Tweede laag gestort | 14.50 u; |
| Steen voor de tweede laag in de haven geladen | 15.10 u; |
| Balk opgeperst en geborgen | 15.15 u; |

De maximale stroomsnelheid tijdens deze manoeuvre bedroeg 0,20 m/sec.

Opgemerkt wordt echter, dat bij het bestorten van de stukken met behulp van een steenstorter, evenals elders duidelijk de te grote lengte van het laadvlak ten opzichte van de breedte van het stuk naar voren trad.

De lengte van dit laadvlak is in de regel 2,00 m korter dan bedoelde stukbreedte, doch behalve dat de steen tijdens het storten en zinken uitwaaiert, volgt deze storter — ondanks alle zorgvuldigheid — in de praktijk toch geenszins de rechte lijn. De afwijkingen kunnen zelfs 2 m en meer bedragen. Dergelijke afwijkingen bezorgen geen nadeel aan die zijde, waar zich reeds een bestort stuk bevindt, maar aan de andere zijde van het stuk, waar de gemorste steen tot plaatselijke hoeveelheden van zelfs een ton en meer op het nog te bezinken bodemgedeelte neerkomt met gevolg, dat het daar aan te brengen stuk niet op de bodem zal aansluiten. Er zullen openingen in verticale zin ontstaan hetgeen uiteraard een vernieling van de verdediging zou kunnen inleiden en/of geenszins aan het gestelde doel beantwoorden.



Fig. 324. Afbeelding van de „drukker”. De L-vormige betonstukken hangen in de davids (Foto G. de Klerk).

Aanbevelingswaardig zal het dan ook zijn het laadvlak van de storter, grenzende aan de nog „maagdelijke” bodem te bevoorraden met grove grind als bestortingsmateriaal. Deze materialen zullen een vaste ligging van het stuk tijdelijk voldoende waarborgen en niet een onjuiste inleiding als voorbedoeld veroorzaken.

e. Systeem Zinkcon N.V.

Gezien de grote hoeveelheden aan te brengen verdedigingen, waaronder de, in de natte te verwerken definitieve grondslagverdedigingen onder de stortebedden van de Haringvlietsluizen, welke met een grote mate van nauwkeurigheid dienden te worden aangebracht, ontwierp de aannemer van deze werken, de Zinkcon N.V. te Hellevoetsluis, goed geoutilleerde werktuigen. Als

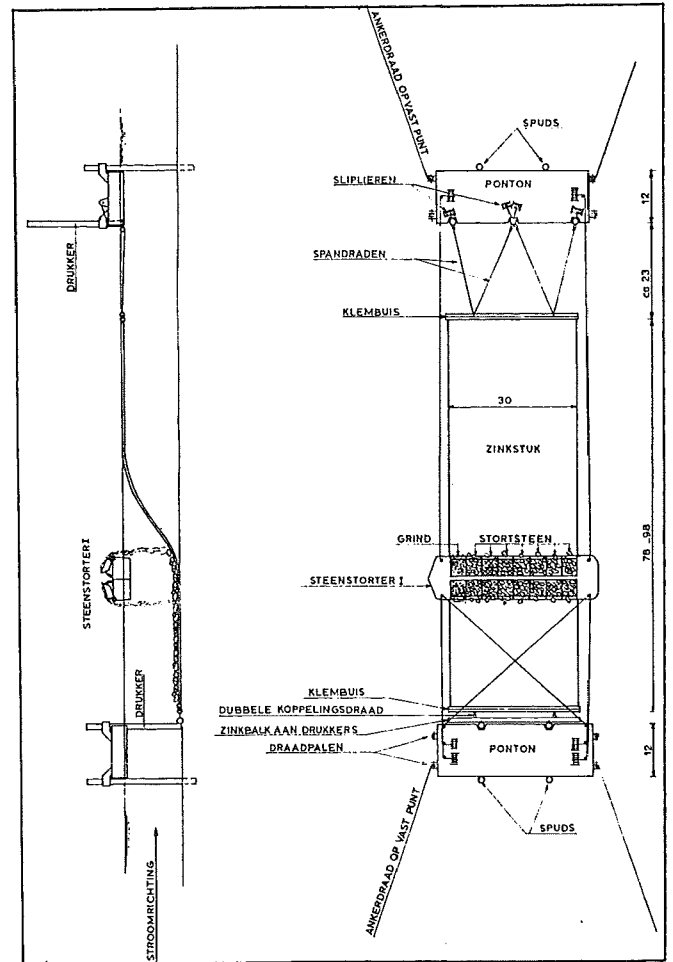
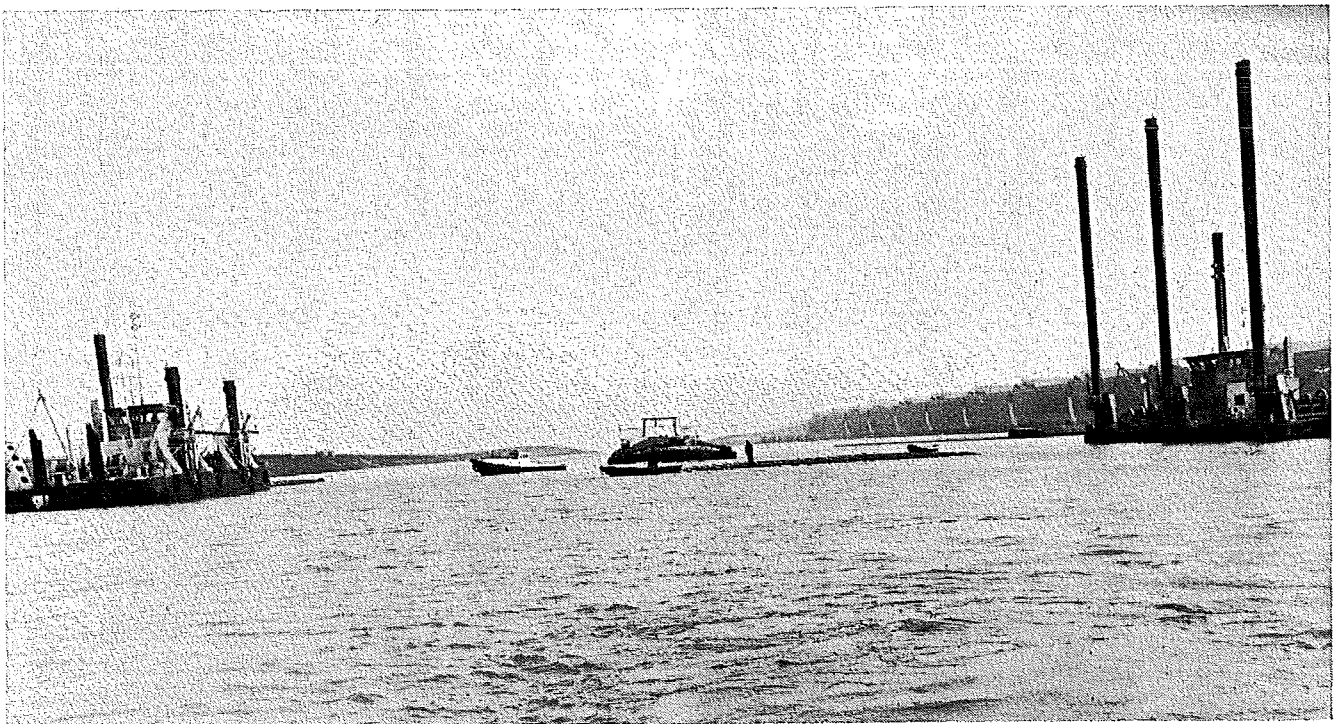


Fig. 323. Zinken op stroom van zoolstukken in het Haringvliet.

Fig. 325. Afbeelding van de „strekker”. De drukker (links) bracht het stuk reeds aan de grond, terwijl de strekker (rechts) het stuk enige meters onder water trok. De op de

achtergrond liggende steenstorter zal bij de drukker boven het stuk gaan varen. (Foto G. de Klerk).



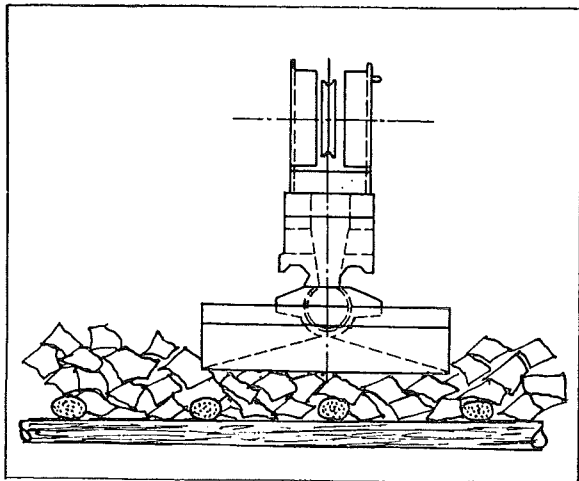


Fig. 326. Voetstuk spudpaal, nodig ter plaatse van reeds bezonken bodems.

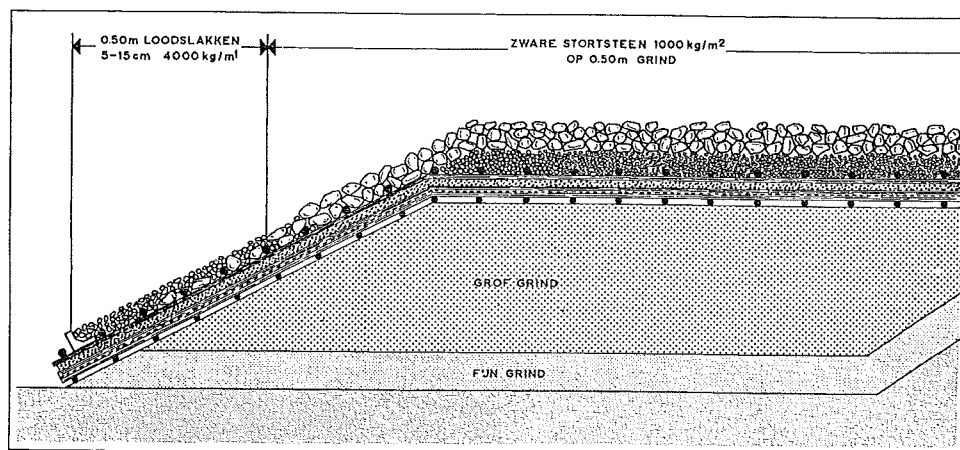


Fig. 327. Zware verdediging op het hellend vlak van het stortbed in het Haringvliet.

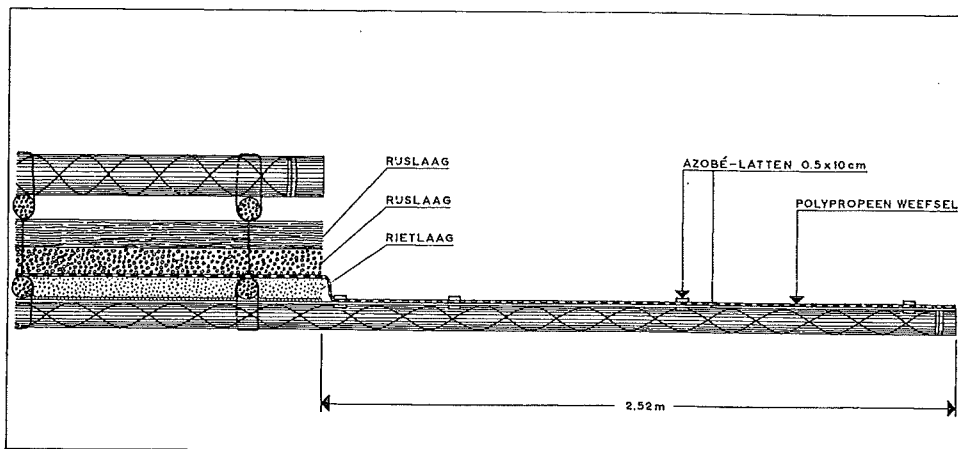


Fig. 328. Zoolstuk met overlappende gedeelte. (Leverancier van het doek of weefsel: de Zakkencentrale te Schiedam).

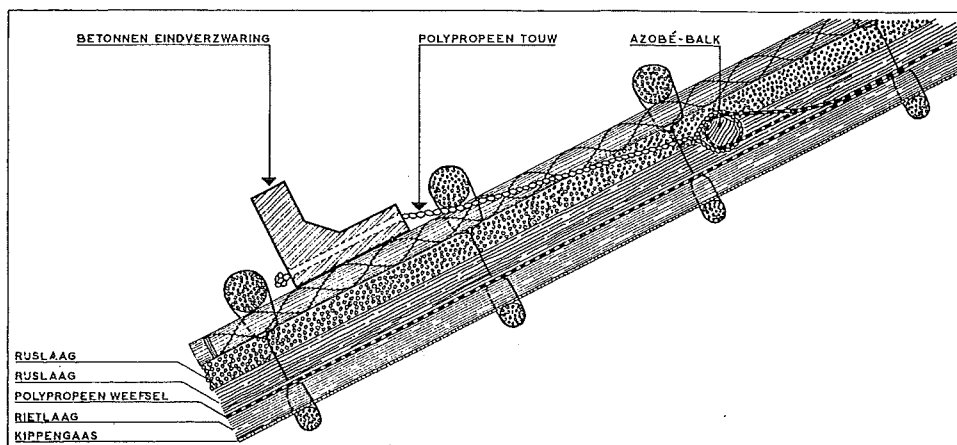


Fig. 329. Detail van figuur 327, waaruit de verbinding van het L-vormige betonelement wel voldoende volgt.

geestelijke vader daarvan is te noemen de heer A. Stigter.

Was men tot dusver gevorderd met het voldoende naar beneden drukken van de bovenstrooms gelegen kop, waarbij het staarteinde ten opzichte van de juiste ligging werd bijgehouden dan wel bijgestuurd, bij het onderhavig systeem werd het stuk geheel in de hand gehouden. Aan de grootste eis — zorgen dat het zinkstuk met zo weinig mogelijk afwijking aan de grond komt — kon worden voldaan. Het ging nu neerkomen op het zg. afdoende gestrekt zinken; ook het staarteinde werd aldus met precisie naar beneden gedrukt. Figuur 323 geeft daarvan een voorstelling. De beide vaartuigen werden genoemd naar hun functionele bestemming, nl. dat voor het naar beneden brengen van de bovenstroomse kop werd betiteld met „drukker”, figuur 324, en het vaartuig, nodig voor het in de juiste richting gestrekt houden en het naar beneden „geleiden” van het stuk met „strekker”, figuur 325.

Beide vaartuigen zijn elk voorzien van twee spudpalen en twee drukpalen. Teneinde vernieling van de reeds verdedigde bodem te voorkomen werden de spudpalen aan het onderende van plaatvormige voetstukken voorzien, figuur 326.

De „drukker” heeft een lengte van ca. 53 m, een breedte op de spanten van 9,80 m, een holte in de zijden van 2,80 m, een werkdiepte van 2,15 m en een laadvermogen van 375 ton. Beneden zijn tanks ingebouwd voor ballast, drinkwater en brandstof, terwijl zich daar eveneens de nachtverblijven voor de bemanning bevinden. Bovende zijn de dagverblijven voor de bemanning en nog enkele andere verblijven aanwezig.

De energie voor het schip wordt geleverd door een hoofdmotor van 190 pk van het fabrikaat „Volvo-Penta”, terwijl voor noodgevallen een hulpmotor van 90 pk aanwezig is. Voor het verankeren van het schip zijn de nodige lieren aanwezig evenals om de zink- en spudpalen te bedienen.

Het bedieningshuis staat centraal en hoog op het dek opgesteld. De schipper heeft vanuit het bedieningshuis een volledig overzicht over de te verrichten handelingen. De „strekker” heeft ongeveer dezelfde afmetingen. Hier is echter een derde paal, die zg. „afzinkpaal” aanwezig, benevens een viertal slijplieren, om de draden, waarmee de strekker het zinkstuk aan de achterzijde strekt, te bedienen.

Vooral bij het aanbrengen van de stukken ten behoeve van de stortbedden, met hun in afwijking van de meeste andere definitieve functie, waarbij een uiterste nauwkeurigheid betreffende de onderlinge aansluiting wordt vereist en voorts in verband met de bijzondere ligging (in de bouwput) en constructie daarvan, figuur 327, was een wijze van zinken als voorbedoeld wél vereist. Figuur 88 gaf reeds de doorsnede van het stortbed, een korte beschrijving werd daar al gegeven.

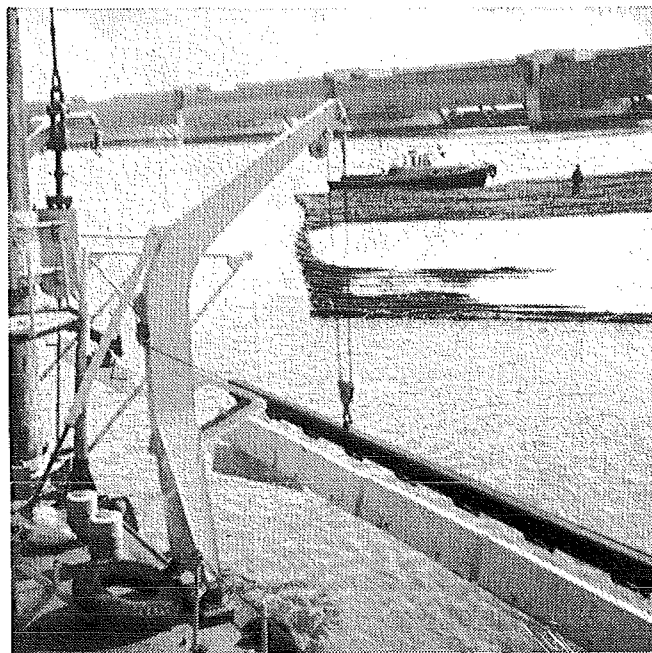
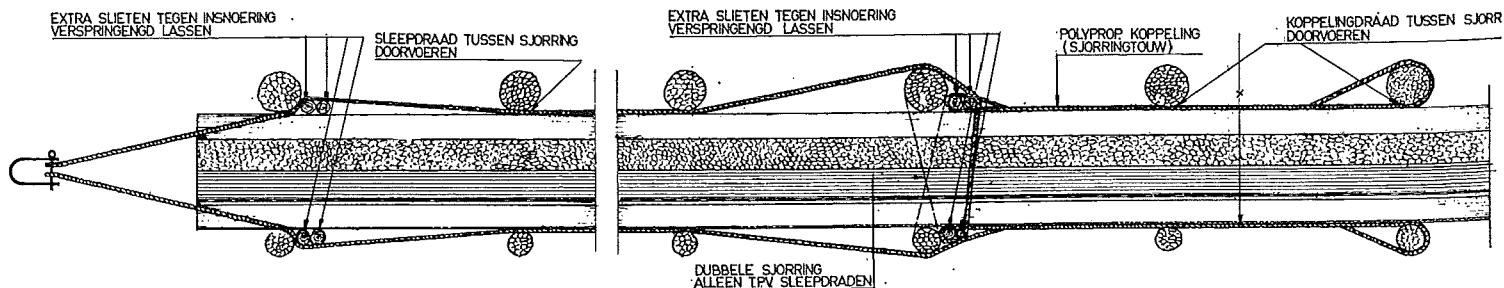


Fig. 330. L-vormige betonelementen, hangende in davids om te worden aangebracht. Op de achtergrond een gedeeltelijk met grint voorbelast stuk.

Het laatste derde gedeelte van de stortbedden vormt aan de zeezijde van de uitwateringssluizen de overgang tussen het reeds eerder gereedgekomen, als filterconstructie uitgevoerde deel van het stortbed, en de onverdedigde bodem van de mond van het Haringvliet. Deze constructie moet in de eerste plaats bestand zijn tegen de spulstroom. Maar ook de golfbeweging zal haar invloed hier doen gelden. De onderste laag riet was dus bestemd om de bovenste laag van de filterconstructie op zijn plaats te houden. Het zinkstuk zou op zijn beurt worden afgedekt met een laag grof grind 3—20 cm ter bescherming tegen aantasting door de paalworm, en een laag stortsteen 60—300 kg, waarvan per m² 1000 kg zou worden gestort.

Om een praktisch naadloze aansluiting der zinkstukken te verwirkelijken, stak bij elk der stukken aan één zijde een dunnere zool uit, figuur 328, waarop het aansluitende stuk kon worden gelegd, zonder dat zulks verdikkingen in de bescherming opleverde. Niet alleen worden op deze wijze hydraulische oneffenheden vermeden, maar ook is deze manier van aansluiten nog goedkoper dan gewoon zinken, waarbij de aansluitende stukken dus, gedeeltelijk in hun volle dikte, over elkaar heenvallen. Aan de beëindiging van de bezinking is bijzondere aandacht besteed. Uit het voorafgaande modelonderzoek was gebleken, dat de verdediging moest worden beëindigd onder een helling van 1:2, dan zou de stroom loslaten en derhalve een ontgron-

Fig. 331. De sleepbevestiging aan een zoolstuk.



dingskuil vormen met een flauwere aanzehelling. De helling van dit beloop, die van groot belang is voor de grondmechanische stabiliteit, zou — naar het modelonderzoek uitwees — nog verder kunnen worden verflauwd door het plaatsens van, de reeds genoemde traëders, nabij de rand van de bezinking. De beëindiging van het bezinkveld is dan ook zo ontworpen, dat de constructie zo lang mogelijk in samenhangende vorm blijft, zelfs indien de ontgrondingskuil door plaatselijke verstoringen van het stromingsbeeld, of door welke oorzaak dan ook, toch een zo steile aanzetting zou krijgen, dat de stabiliteit verloren zou gaan. Voordat daarbij de schade aan de bodembescherming een te grote omvang zou gaan aannemen, zou men in elk geval nog tot herstelwerkzaamheden kunnen overgaan.

In de eerste plaats is hiertoe onder het einde van de bezinking een grindpakket aangebracht, bestaande uit grof grind op een filterlaag van fijn grind. In de tweede plaats zijn de stukken aan de rand van het bezinkveld over de laatste 25 m versterkt met een laag polypropeenweefsel, dat in banen van 2,20 m breedte op de rietlaag werd genaaid. Dit weefsel heeft een breuksterkte van 7 ton per meter breedte; het is samengesteld uit monofilamenten. Zelfs wanneer de rand van de bezinking door ontgroning vrij in het water zou komen te hangen, zal hij door deze voorzieningen niet van het stuk scheuren.

Met azobéalkjes en polypropeen touwen werd voorts een aaneensluitende rij betonelementen op het doek bevestigd, figuur 329. De betonrand dient te verhinderen, dat de ballast van het stuk afrolt, zodat de mat in elk geval op het talud blijft rusten, en niet gaat klapperen, waardoor hij wellicht uiteen zou vallen. Om de rand niet al te hoog te moeten maken, besloot men deze stukken over het uiterste deel te bestorten met loodslakken.

In verband met de belangrijke, permanente functie van de stortbedbeëindiging werd bij de uitvoering van de zinkmanoeuvres de — reeds aangehaalde — grootste nauwkeurigheid geëist. De toelaatbare afwijking werd, zowel in de lengte- als in de breedterichting, gesteld op 0,50 m. Deze eis en voorts het feit, dat op korte afstand van het zinkwerk nog een deel van de ringdijk aanwezig was, maakte het onmogelijk op de traditionele wijze te zinken. Wegens het ontbreken van plaats voor de verankering was hier dan ook het gebruik van spudpalen (pontons met spudpalen) wel op zijn plaats.

Anders dan bij het „zinken op stroom”, waarbij de stroom een langsspanning in het stuk opwekt waarmee een te sterke helling wordt voorkomen, werd de langskracht hier verkregen doordat, vanaf een tweede ponton aan de staart van het stuk wordt getrokken. Om deze langskracht binnen de perken te houden wordt het opdrijvend vermogen van het stuk voor het zinken verkleind door het te bestorten met grind, figuur 330.

De kopponton is met de twee extra drukpoten uitgerust, waaraan bevestigd een horizontale balk. Het zinkstuk wordt met een patentsluiting, die na het zinken kan worden losgemaakt, op zes punten aan deze valk verbonden. Vervolgens wordt de staart van het stuk op drie plaatsen verbonden met de drie drukpoten van de staartponton. De slijpijzen zorgen ervoor, dat de verbindingsdraden de juiste spanning krijgen en behouden.

Het eigenlijke zinken behelst derhalve, dat men het stuk met de drukpoten langzaam naar de bodem duwt, fig. 323. Een steenstorter beballast het stuk verder, waardoor het aan de grond wordt gedrukt.

Bij het zinkwerk binnen de bouwput in het Haringvliet lag de staartponton boven het reeds eerder gemaakte deel van het stortbed. Om de filterconstructie niet te vernielen, kon geen gebruik van de spud boven het bed worden gemaakt en diende een ankering met staaldraden plaats te vinden. Deze verankering was in het onderhavige geval nogal eenvoudig wegens de nabijheid van de sluisen.

De voorbelasting met fijne grind of kif werd met behulp van een, door draden in een aantal vierkante vakken verdeeld, houten raamwerk gelijkmatig over het bodemoppervlak verdeeld. In ieder vierkant van het drijvend raamwerk werd een bepaalde hoeveelheid fijne grind gestort; het grove grind in het grindpakket werd door onderlossers aangebracht; de onderlossers waren van het type „slijtbak”. Na het storten werd het oppervlak van het grind egaal en op de juiste hoogte afgebaggerd.

De bodembezinking in het sluitgat — het Rak van Scheelhoek — werd met behulp van dezelfde werktuigen aangebracht. De stukken werden voor een groot deel op een opgeklapt profiel aangebracht.

De constructie van de overlappende werd gewijzigd aangezien het, bij het uitvaren van de werkhaven, veelvuldig voorkwam, dat — door de zijdelingse stroomvang — de azobélaten afbraken. Een meer buigzame constructie, bestaande uit wiepen, werd daarna toegepast.

Hiervan konden echter de twee vullagen, van elk $\frac{1}{2}$ bos rijs per m^2 , onvoldoende door de wiepen worden geklemd. Het zijdelings uitdrijven van hout kwam meermalen voor. In andere komende werken zal per m^2 een bos rijs worden aangebracht.

De drukpalen konden de zinkbalk hier, onder een helling van maximaal 1:5, met een regelmatige snelheid aan de bodem brengen.

Om scheve aanstroming te ontlopen werd over het laatste deel van de eb gezonken. Het zinken kon beginnen bij een stroomsnelheid van 0,30 m/sec. Bij proeven met een hogere snelheid — 0,50 m/sec — werd wegzwaaien van de staart geconstateerd. De aanvoer van het stuk vanuit de werkhaven te Hellevoetsluis kon direct voor het zinken plaatsvinden. Blijkens duikeronderzoek valt te vermelden, dat nagenoeg geen afwijking van betekenis werd geconstateerd ten opzichte van de overlappingsen. Gerekend werd op 1,20 m; waargenomen 1,20 tot 1,50 m.

Wegens het ontbreken van proppen werd een „sleepbevestiging” volgens figuur 331 toegepast.

Ondanks het geperfectioneerde zinkapparaat waren de stroomrichting en stroomsnelheid bepalend voor het tijdstip van zinken; de toegepaste zoolstukken konden ook hier door het ontbreken van zijverankering van het stuk, slechts bij geringe stroomsnelheid worden gezonken.

Omtrent deze zinkconstructie valt te concluderen, dat:

1. bij het toepassen van stukken met een zool van filterdoek het houtverbruik aanzienlijk wordt beperkt en het riet komt te vervallen;
2. de kosten van het type zoolstuk vrijwel gelijk zijn aan die van het klassiek gebouwde stuk;
3. als een nadeel ten opzichte van de klassieke stukken is te noemen het feit, dat de zoolstukken slechts bij geringe stroomsnelheden zijn aan te brengen, zulks vanwege de geringe zijdelingse stijfheid;
4. het aanbrengen van bedoelde stukken, daar waar „stroomkrommingen” zijn te verwachten, zoals bij verlenging van havenhoofden e.d., moeilijkheden zal kunnen gaan opleveren;

5. het wellicht nodig zal zijn de randen van de zoolstukken te voorzien van verstijvingen dan wel verzwaringen als bijvoorbeeld toegepast bij de stortebedden voor de sluizen in het Haringvliet, zie figuur 329.
6. de klassieke stukken langs eventuele geulvormingen daarentegen minder of niet zullen gaan omkrullen.

g. Bodembescherming door een asfaltmastieklaag

Zoals o.m. reeds aangehaald kan de bodem worden beschermd door de klassieke zinkstukken met een ruw bovenvlak, door de minder ruwe stukken van kunststofvezels, door gegradeerde steenbestortingen en door een bekleding met een asfaltmastieklaag, waarop een steenbestorting welke evenmin gelijkmatig vlak kan, dan wel zal zijn.

Omtrent de klassieke zinkstukken was — bij de **aanvang van de deltawerken** bij de toen ingestelde studies betreffende de daar toe te passen enorme hoeveelheden verdedigingsmaterialen — veel bekend. Mede op grond van praktijkervaring en van laboratoriumproeven was men evenwel niet voldoende gerust aangaande de zanddichtheid bij grote stroomsnelheden, de beschikbare hoeveelheden rijshout, de werkrachten en de weerstand van het hout tegen de paalworm. Het had tot gevolg, dat ook naar andere middelen tot verdediging werd gezocht. Naast het klassieke zinkstuk werden uitgebreide onderzoeken verricht met kunststofvezelconstructies en voorts kwam toen

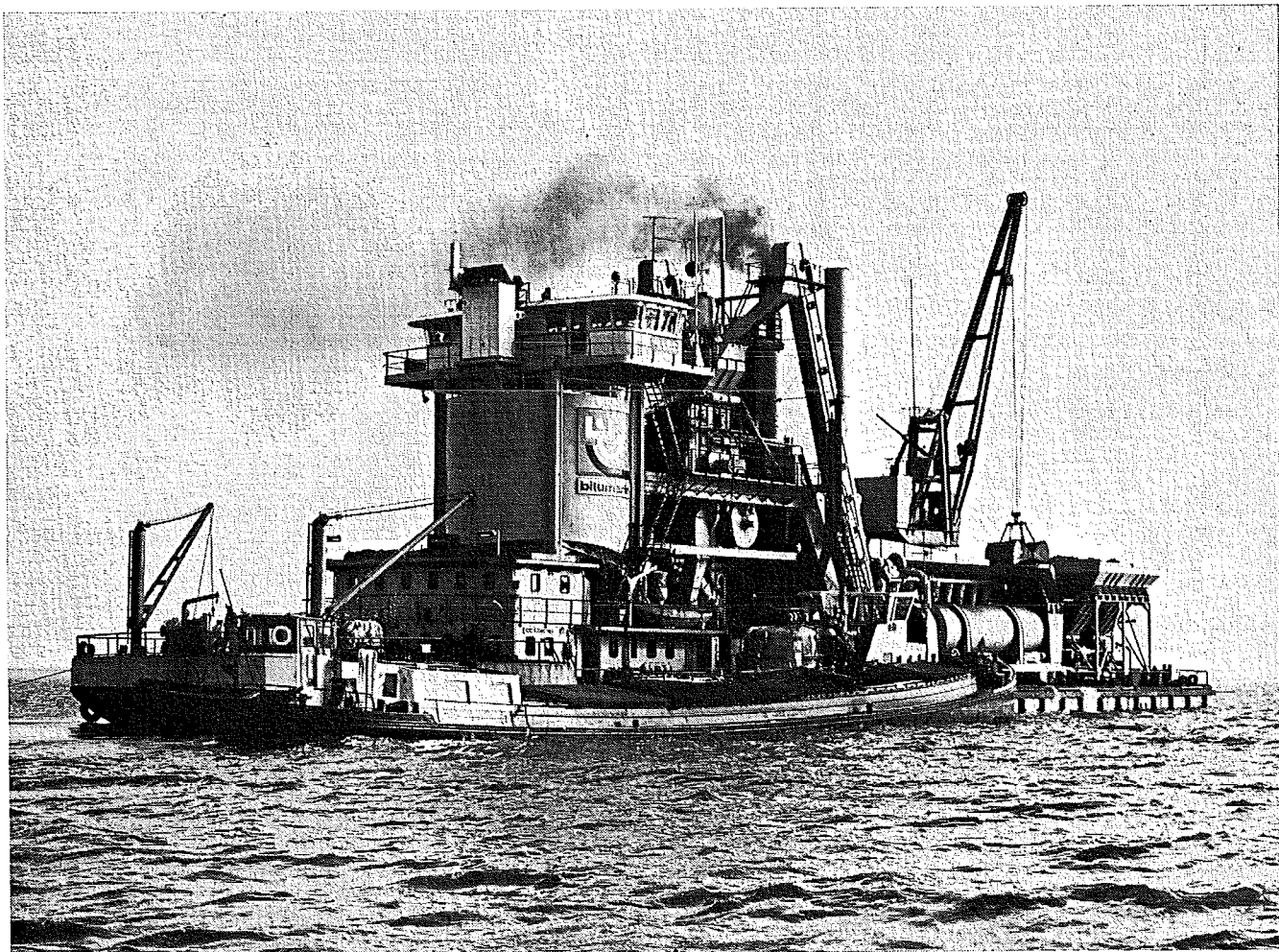
ook de verdediging met asfaltmastieklagen naar voren. De studie daarvan, evenals het op een hellend vlak opzetten van het daartoe geschikte materiaal, werd in — en langdurig voortgezet.

De vele proefnemingen hadden tot gevolg, dat een omvangrijke drijvende machine, de „Jan Heijmans”, figuur 332, ontstond. Het rijk verstrekke garantie ten aanzien van de bouwkosten van dit kostbare werktuig. Het was toen evenwel nog niet bekend noch te overzien tot welke enorme prestaties de, in het klassieke zinkstuk bedreven, aannemingsbedrijven in staat zouden zijn en evenmin was men bekend met de mogelijkheid van het met succes toepassen van het zinkstuk van kunststofweefsel (zoolstuk).

Uit de voorgaande mededelingen zal de lezer echter inmiddels wel zijn gebleken, dat — met het zinken op stroom — jaarlijks enorme oppervlakten klassieke — en/of zoolstukken als bodembescherming zijn aan te brengen, terwijl de zanddichtheid voor een klassiek stuk — waarop in de natte een zorgvuldig gegradeerde bestorting, aangebracht — bij stroomsnelheden tot 5 m per sec, nog niet bepaald ongerustheid behoeft te bestaan en een bodemverdediging met een kunststof- of zoolstuk praktisch geheel zanddicht is te noemen. Daarentegen kan de steenbestorting op een — op een hellend vlak liggend — klassiek stuk een vastere ligging hebben dan op een zoolstuk.

Immers bij het als eerste laag storten van zwaardere steen dringt deze in de rijsvulling; het bovenste hout dient daarbij loodrecht op de stroom- of hellende richting te liggen. De daarna te storten kleinere steen

Fig. 332. Het asfaltschip „Jan Heijmans”.



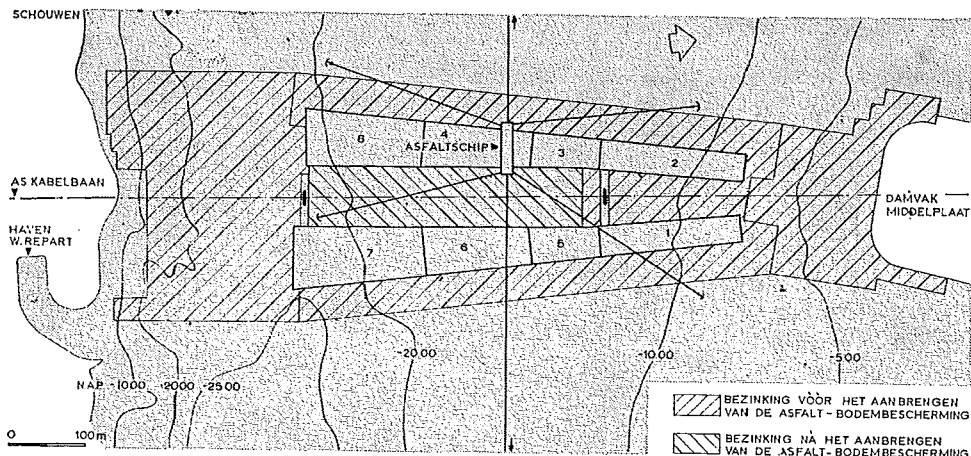


Fig. 333. Situatie bodemverdediging Brouwershavense Gat. De stukken 1 t/m 8 zijn in asphalt.

vindt dan een nest tussen de reeds gestorte zwaardere stukken. Uiteraard speelt het natuurlijk talud van de steenlaag daarbij een grote rol evenals de helling, waarop het stuk rust. De opvulling van de grove onderlaag met kleine stukken geeft voorts een minder ruw bovenvlak.

Bij een zoolstuk komt een bestorting van bedoelde eerste laag zware steen minder goed tot haar recht, alhoewel het bovenvlak eveneens gelijkmatig kan zijn. Zoals nader zal worden opgemerkt heeft men echter inmiddels proeven genomen om dit nadelig verschijnsel — betreffende het op een hellend vlak weggrollen van steen — op te lossen door het aanbrengen van „betonkeringen” op de rand van het stuk. Vooral langs te vormen geulen komen dergelijke stukken in aanmerking.

Betreffende de factoren zanddichtheid, de bestendigheid tegen paalworm en ten aanzien van zware, overstortende watermassa's bestond dan ook naderhand niet zo'n grote behoefte aan de zg. asphaltmasticlaag. Wel dient te worden opgemerkt, dat de ontwikkeling van deze asfaltlaagconstructie nog geenszins tot haar eindstand zal zijn gekomen en misschien nog een betere concurrentiepositie kan worden bereikt, waarbij in het bijzonder op de huidige negatieve economische factor dient te worden gewezen.

Zoals reeds eerder vermeld, volgde bij de voorbereiding van de dichting van het Brouwershavense Gat de conclusie, dat een deel van de bodem aldaar, in plaats van met traditioneel rijshouten zinkstukken beschermd zou kunnen worden met een gietasfaltlaag. Het middenstuk — onder de afsluiting — diende doorlatend te zijn, met gevolg dat de asphaltmasticlaag tussen twee klassieke stukken, figuur 333 kwam te liggen. Hierbij speelde een grote rol de zeer zware belasting door de aan te brengen afsluitcalissons, e.d., welke ter plaatse een zettingsproces zou kunnen veroorzaken. De daaruit volgende wateroverspanning in het bodempakket diende zo spoedig mogelijk te worden uitgewisseld. De toepassing van een klassiek stuk was onder bedoelde belasting dan ook wel raadzaam.

Op grond van waterloopkundige studies werd vastgesteld, dat een bodemtapij van gietasfalt hier 0,30 m dik zou moeten zijn en bestort met 300 kg stortsteen van 10/60 kg per stuk per m².

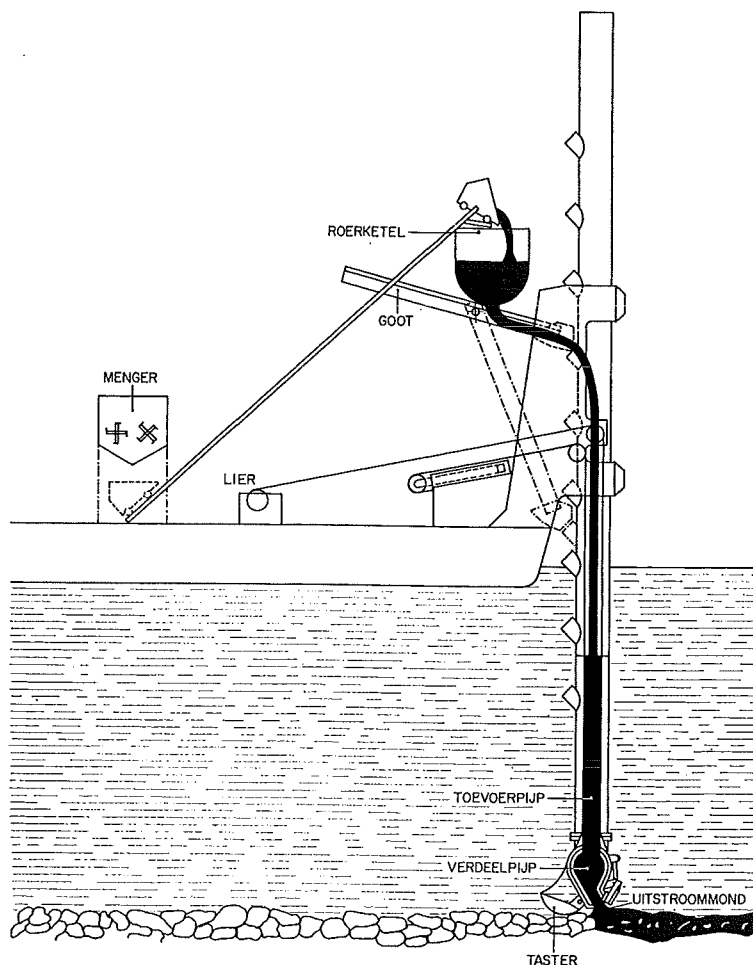
Het asphaltchip „Jan Heijmans” was uitgerust met een elektronisch plaatsbepalingssysteem. Later werd besloten het schip bovendien te voorzien van teluremeters, die de afstand tot een vast punt bepalen door de tijd te meten, die verloopt tussen het uitzenden van een signaal en het daarna ontvangen van de, door het vaste reflecterende punt teruggekaatste echo.

Gedurende de werkzaamheden in het Brouwersha-

vense Gat bestond de zijverankering uit vier aangepaste klipankers van 2450 kg elk, en de voor- en achterverankering uit Danforth ankers van 4600 kg elk. Deze zware ankers moesten buiten de reeds aanwezige rijshouten stukken worden geplaatst, figuur 333.

Het te bezinken veld was in de lengterichting — loodrecht op de as van de dam — in vakken verdeeld, zodat in elk vak met een weinig of met een minimale, tijdrovende verplaatsing van de ankers kon worden volstaan. Het asphalttapij werd gelegd in banen van

Fig. 334. Schets van de nieuwe apparatuur. (Bodembescherming onder water met warme asphaltmasticmengsels, door R. E. Kerkhoven, Kon. Shell Laboratorium).



5,00 m breedte en 0,15 m dikte. De banen overlaptten elkaar dakpansgewijs over 2,50 m, zodat ze uiteindelijk een aaneengesloten laag van 0,30 m dikte konden vormen. De banen werden derhalve gelegd in de stroomrichting, waarbij het schip zich verplaatste van oost naar west. De banen kregen een overlapping van 5,00 m.

Om vast te kunnen stellen, welk asfaltmengsel men diende te gebruiken, werd een systematisch laboratoriumonderzoek ingesteld naar de holle ruimte van de zandvulstofmengsels en naar de overvullingsgraad van dit mineraal-aggregaat. Met behulp van deze gegevens, en rekening houdende met de ter beperking van de afvloeiing van het mengsel op een hellende bodem gewenste, hoge initiële taaiheid, werd de samenstelling van het mengsel, wanneer nodig, steeds aangepast. Een belangrijk criterium daarbij was de verwerkingsviscositeit; deze moest 700 à 800 poises bedragen om goede doorstroming van de mastiek door het stortapparaat te garanderen. Figuur 334 geeft een schematische voorstelling van de apparatuur, figuur 335 van de constructie van het verdeelapparaat en de taster. Om toch een goed en overvuld mengsel te krijgen, dat bovendien taai is, werd overgegaan op een harder bitumen, nl. met een penetratiegraad van 80-100. De gemiddelde mengselsamenstelling werd: asfaltbitumen 17,2; zeer zwakke vulstof 20,8 en zand 62 gewichtprocenten. In totaal diende 63.110 m² laag te worden aangebracht, althans er moest een bodem van die grootte worden bedekt. Het benodigde zand werd ontleend aan een, op een damvak gespoten, depot; het zand was voldoende ontwaterd.

Het werk ving aan op 12 augustus 1968 in het zuid-oostelijk vlak; de bodem ligt daartussen 20 en 25 m onder NAP. De schuiven van de uitstroomopeningen en de binnendecksel van de vulopeningen in de stortpijp bleken echter onvoldoende weerstand te bieden aan de hoge waterdruk, die op deze diepte heerst. Het schip werd daarna verplaatst naar een bodemdikte van NAP — 8 m.

De viscositeit werd op een standaardtemperatuur van 130° gehouden. Bij stagnaties van 45 minuten ontstond nog geen ontmenging van de mastiek in de stortpijp.

De werkbaarheidsgrens voor het aanbrengen van de asfaltbodembescherming bleek bij ongunstige stroom- en weersomstandigheden bij een golfhoogte van 0,80 à 1,00 m te liggen en een stroomsnelheid van 2 m/sec. De verankering van het schip bleek te voldoen.

Afhankelijk van de viscositeit en van de werkdiepte vloeide de mastiek ongeveer 0,25 tot 0,50 m uit. Er bleek een verband tussen viscositeit en werkdiepte te bestaan.

Bij de uitvoering kon worden geconstateerd, dat — als gevolg van zand- en slibafzetting tussen de opeen-

volgend getrokken banen — waarschijnlijk naden zijn ontstaan die niet altijd waterdicht zullen zijn. Deze waterdoorlatende naden zullen de overdrukken onder de asfaltlaag reduceren, doch de zanddichtheid niet bevoornden.

Als eindconclusie werd gesteld, dat het asfaltschip in het algemeen aan de verwachting heeft voldaan, doch dat er toch nog verschillende punten zijn, die om verbetering vragen, zoals de nauwkeurigheid waarmee de banen op de juiste plaats kunnen worden gelegd, het geven van de vereiste dikte aan de asfaltbedekking en de diepte, waarop met goed succes kan worden gewerkt.

De, op de asfaltlagen aan te brengen bestortingen zakken gemakkelijk in de mastieklaag weg en krijgen aldus een zodanige vaste ligging, dat de steen niet door sterke stromingen kan worden verplaatst. Het is mitsdien wenselijk, dat de aldus vast te zetten steen van grote afmeting is om aldus de daarna te storten steen van kleinere afmetingen niet alleen een nest te geven, doch ook om te beletten dat de kleine stenen gemakkelijk door de asfaltmastieklaag zouden kunnen zakken en deze gaan perforeren met de gevolgen van dien.

Door het in twee lagen aanbrengen van de asfaltlaag wordt de kans op gaatjes of spleten daarin — ontstaan door onregelmatigheden bij het vloeien van het asfaltmastiekmengsel — aanmerkelijk verkleind. Uiteraard kan geen enkele opening worden toegelaten aangezien deze — als gevolg van de onder de laag heersende onderdruk, figuur 336 — sterke ontgrondingen tot gevolg zou kunnen hebben. Naar ik meen zal in het vervolg tot een laag van 3 x 0,075 m dikte worden overgegaan; de dichtheid zal daarmee bepaald worden verhoogd.

Volgens de schrijver R. E. Kerkhoven van „Bodembescherming onder water met warme asfaltmengsels” (Verslag van proeven in nauwe samenwerking door rijkswaterstaat, Bitumarin en de Koninklijke Shellgroep, oktober 1963) werden enkele berekeningen betreffende de buigsterkte uitgevoerd. Hierbij bleek, dat de afstand „a” in figuur 337 voor een 0,10 m dikke plaat, waarin bitumen „Mexplate” 280/320, slechts enkele centimeters zal kunnen bedragen bij een maximale overkraging „L” van enkele decimeters.

De naden toegepaste asfaltmastiek is van een andere samenstelling, maar zal bij een ondermijning van het stuk door ontgroning toch ook geen afdoende oplossing geven. Een asfaltlaag, bestaande uit drie, los op elkaar liggende lagen van 0,075 m dikte, zal het geheel niet ongunstiger maken, terwijl zulks uiteraard nog wel ongunstiger zal worden door de benodigde stortsteenbelasting.

De asfaltmastieklaag zal een stijfheid dienen te krijgen gelijk die van b.v. het rijshouten stuk. De laag

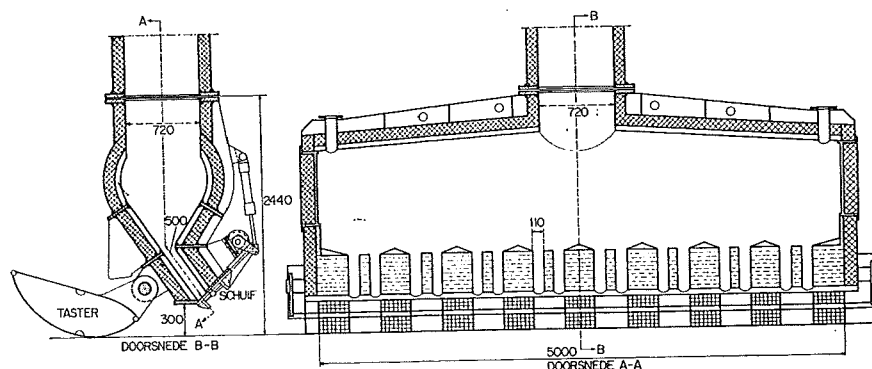


Fig. 335. Asfaltverdeelapparaat.

zal dan ook b.v. zijn te wapenen, hetgeen — althans naar ik meen — bij een drielaagenconstructie zeer geschikt zou zijn uit te voeren door het langs de rand op de respectievelijke onderste twee lagen uitrollen van een zeer lichte netwapening à la „Stahlgewebe“; in plaats van het betonstaal, met een grotere belasting per eenheid zal licht bandstaal, zwaar b.v. $1,5 \times 10$ mm², zijn toe te passen. Een netbreedte van b.v. 3 à 4 m zou in een enigszins geëchelonneerde formatie wellicht reeds voldoende zijn. Wel zou deze netwapening het goed in de asfaltlaag wegdringen van de steen min of meer beletten, doch de steen zal nog wel voldoende vast kunnen komen te zitten, terwijl de langs de rand aan te brengen steen toch al wordt gepenetreerd en het bedoelde nadeel opheft.

h. Zoolstukken (Aanvulling)

In verband met de geringe stijfheid van kunststofweefselstukken zijn door de Deltadienst proeven genomen teneinde aan bedoelde randen een vastere ligging te geven. De randen zijn nl. — vooral tijdens de sluitingsmanoeuvre — sterk onderhevig aan dwarsstromen en stroomvertikalen met gevolg, dat geulvormingen langs de randen kunnen optreden. Bedoelde proeven bestonden uit het, aan het stuk verbinden van een geleed randstuk van beton, waarmede tevens het afrollen van de bestorting zou zijn te voorkomen dan wel tegen te gaan.

In figuur 338 wordt bedoeld proces in een achttal fasen weergegeven. De veeldige betonbalk — met

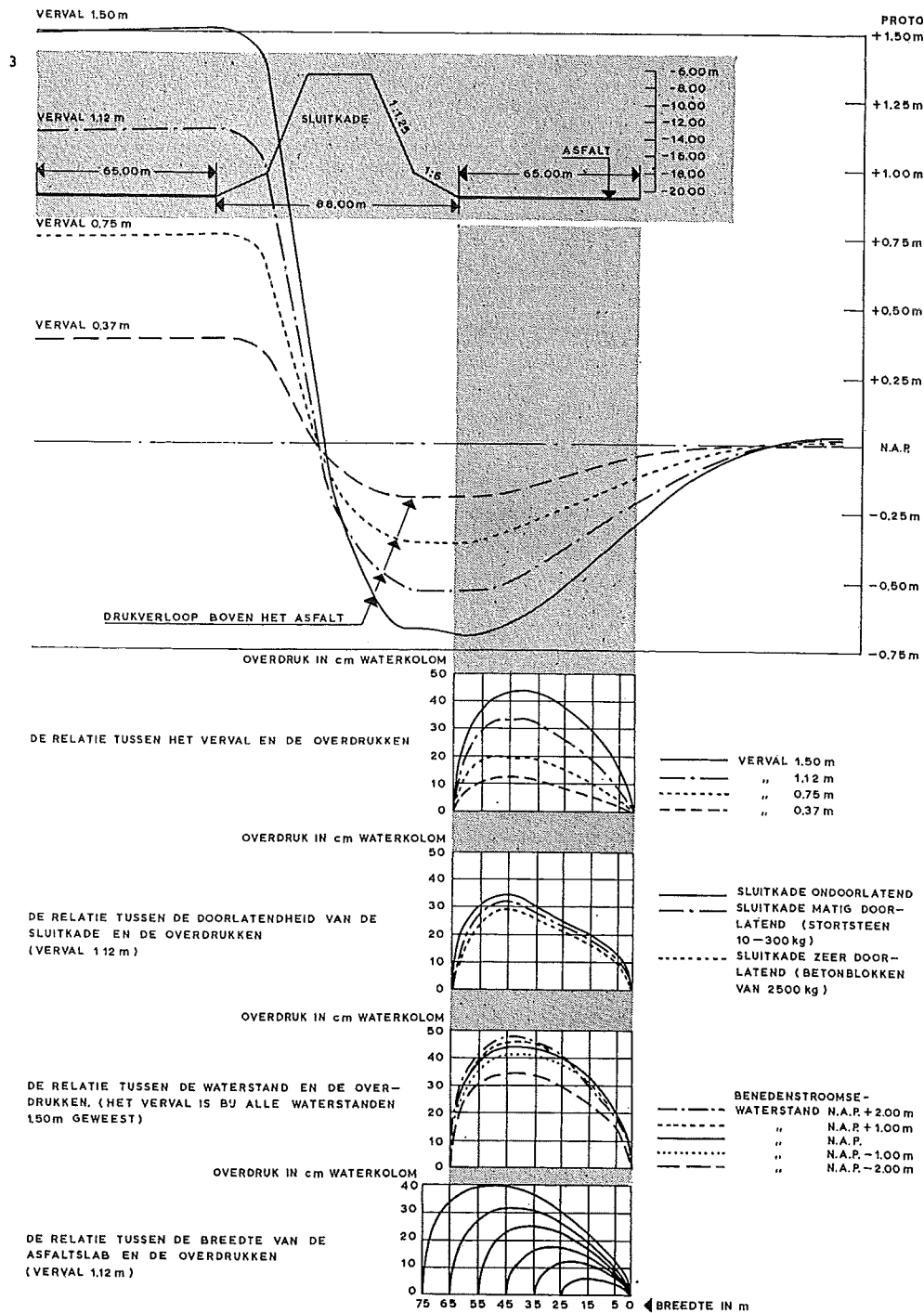


Fig. 336. Relatie tussen breedte van de asfaltslab en de overdrukken. (Driemaandelijks Bericht Deltawerken, nr. 40).

een trapeziumvormige doorsnede, breed 0,75 m en hoog 0,50 m — kan op een kunstmatige zate of op een daarvoor geschikt gedeelte strand aan het zoolstuk, cq. de overlap daarvan, worden bevestigd (fase 1) evenals de zg. drijverbuis met een doorsnede van 1,20 m (fase 2). Het transport blijkt uit de schetsen fase 3 en 4. Uit fase 5 volgt vervolgens de bevestiging van de reeds eerder besproken klembuis aan de betonbalk, terwijl de drijverbuis wordt losgemaakt.

Het afzinken van de balk, waaraan het zoolstuk, benevens het bestorten volgt uit fase 6. De klembuis kan daarna eveneens van de balk worden ontkoppeld, fase 7, waarna kan worden afgestort. Het stuk met balk ligt hier op een vlakke bodem. Fase 8 geeft de ligging aan nadat zich een geulvorming heeft voorgedaan. Het stuk rust op het geultalud.

Met het aanbrengen van de balk wordt de bestorting tegen afrollen beschermd en het aan de grond houden van het zoolstuk bevorderd. Bij geulvorming na het aanbrengen van de randverzwaring, zoals zich b.v. bij havenhoofden voordoet, bestaat echter wel het gevaar dat de balk gaat kantelen en de bestortingsdelen als gevolg daarvan verliest. De proefnemingen worden evenwel nog voortgezet en zullen zeker het beoogde doel bereiken.

j. Slotopmerking

Uit de gegeven beschrijvingen, welke soms ruim zijn opgezet en hier en daar beknopt dienden te zijn, benevens uit de, in het algemeen opgedane ervaringen mag wellicht worden geconcludeerd, dat:

- een sterke, flexibele, relatief zanddichte en een waterdoorlatende laag als bescherming op vooral sterk aangevallen bodems primair is te achten;
- de klassieke rijshouten zinkstukken in vrijwel allerlei situaties kunnen worden toegepast. Dergelijke stukken werden immers in het noorden van Noord-Holland op zelfs 50 m diepte op de ouderwetse wijze van zinken met voldoende succes aangebracht. Ook nabij de woelige koppen van havenhoofden was zulks het geval. Het maken van deze stukken is echter bepaald arbeidsintensief, doch vereist weinig aan investering;
- de klassieke stukken een bepaalde stijfheid en ook veelal voldoende plooibaarheid bezitten, welke vereist is daar, waar langs de randen diepe geulvormingen op gaan treden. Het gelijkmatig bijplooiën van het klassieke stuk tot op het talud, van een langs dit stuk te verwachten geul, is te realiseren door het — alleen langs de rand — niet geheel zanddicht maken van het stuk, zodat daaronder het onvermijdelijke talud kan ontstaan en daarmee tevens nog de gewenste taludverdediging;
- ten behoeve van een verdediging met stukken van rijshout niet bepaald kapitaalintensief materieel benodigd is, zodat daarmee ook de kleinste objecten zijn uit te voeren;
- de klassieke zinkstukken wel vrij zeker zanddicht zijn te maken en tevens bestand tegen zeer grote stroomsnelheden. Een en ander is voornamelijk afhankelijk van de wijze van aanbrengen en van de soort en van de afmetingen van het bestortingsmateriaal;
- zinkstukken van kunststofmateriaal zeker zanddicht zijn te noemen, terwijl ze zodanig waterdoorlatend zijn, dat onder het stuk geen wateroverspanningen in het bodempakket zullen optreden en derhalve geen zettingsvloeiingen kunnen ontstaan.

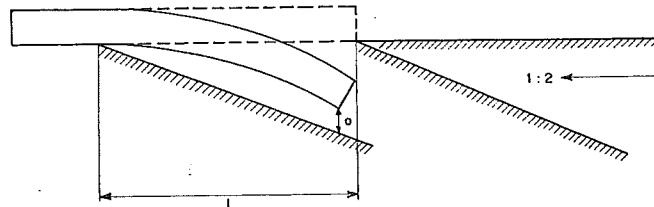


Fig. 337. Verloop ontgronding. (Voor de bron, zie onder figuur 334.)

Ze kunnen een zeer goede verdediging vormen, doch zijn echter niet altijd bij ongunstige weersomstandigheden en/of op minder gunstige stroomrichtingen te vervoeren en aan te brengen hetgeen meestal wel het geval is met het traditionele stuk. (Het zwaaien van een zoolstuk over een hoek van 90° op enig golfpatroon zal b.v. niet wel mogelijk zijn);

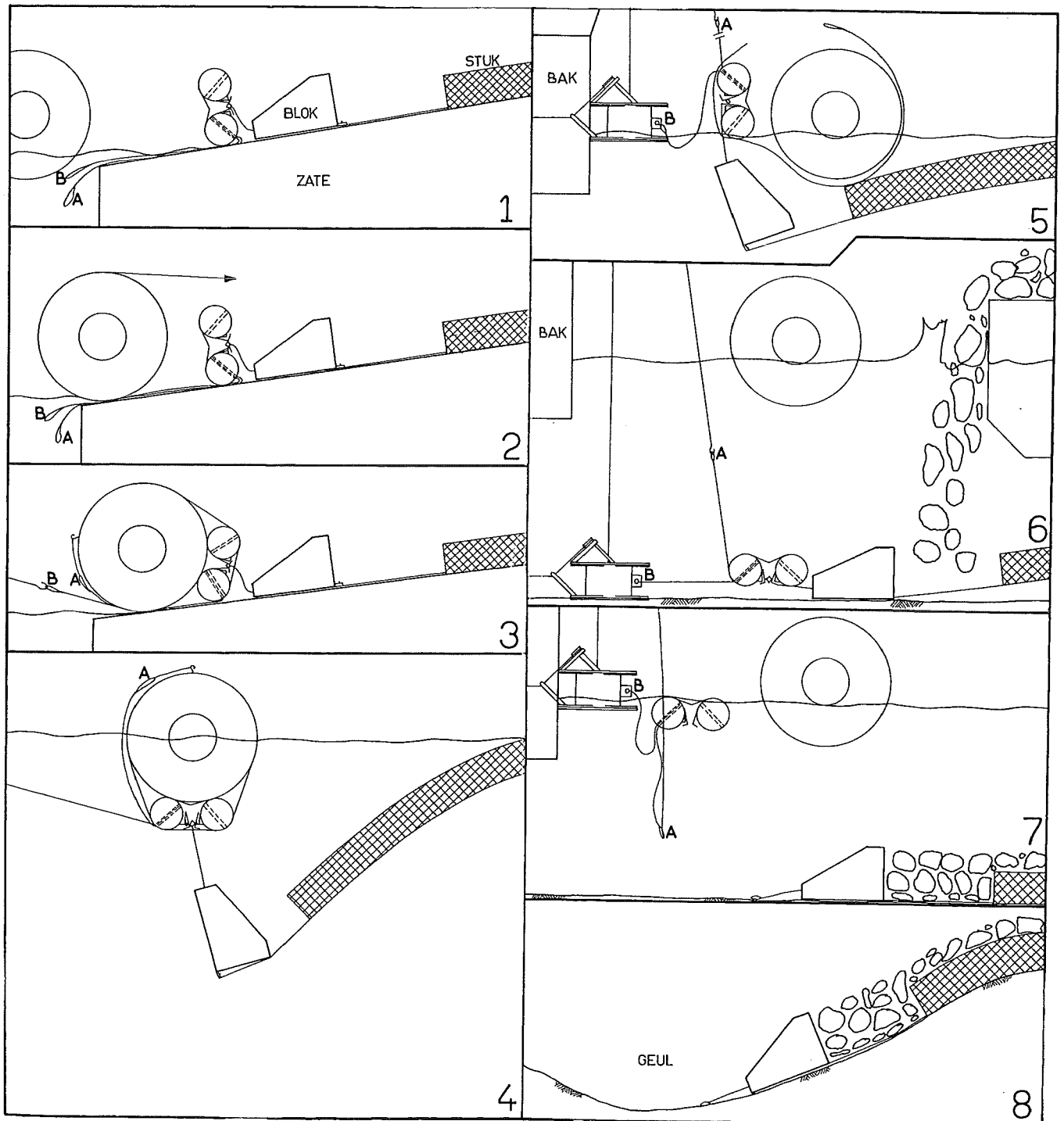
- de randen van zoolstukken, die niet voldoende zijn verstijfd, door uitschuring van de bodem zullen verzakken, zodat een vervorming en vervolgens een beschadiging zou kunnen worden ingeleid. De te geringe stijfheid van het stuk kan zulks niet altijd tegengaan. Te verwachten is evenwel dat ook hierin nader zal worden voorzien;
- de zoolstukken over een afdoende breedte elkaar dienen te overlappen;
- de zoolstukken ook aan de einden meer kunnen worden verstijfd;
- met de asfaltmastieklaag een zeer dichte bodemafluiting tot stand is te brengen. Hiertoe dient echter de mastieklaag uit tenminste twee afzonderlijk aan te brengen lagen te bestaan. De grote mate van ondoorlatendheid doet evenwel — vooral bij het dichten van sluitgaten — naast de afsluiting een grote kans op overdruk ontstaan. Voorts is de asfaltmastieklaag uiterst slap en kan langs de kleinste geulvorming sterk neerbuigen en daardoor afbreken. De laag is immers — zulks in afwijking van vooral het rijshouten stuk — ongewapend en bezit nagenoeg geen trekvastheid. Het inbrengen langs de buitenrand van een „trekwapening” of een ander verstijvend materiaal zou waarschijnlijk een verbetering kunnen brengen;
- het misschien aanbeveling zou kunnen verdienen — daar waar langs de rand van een zoolstuk of een asfaltmastieklaag de zo gevreesde geulvorming kan optreden — vooraf een smal plooibaar „tegen de paalworm afgedicht” stuk van rijshout te leggen. De reeds geopperde moeilijkheden bij voorbedeelde systemen zouden wellicht dan zijn op te lossen;
- het zinkstuk van rijshout het meest arbeidsintensief is, terwijl het zoolstuk en in het bijzonder de asfaltmastieklaag grote investeringen vorderen. Dit laatste, het de eenheidsprijs sterk beïnvloedende element, is slechts te verantwoorden bij zeer grote objecten. Hierbij dient te worden opgemerkt, dat de investering, benodigd ten behoeve van het zoolstuk, ook ten dienste van het rijshoutenzinkstuk is te stellen en derhalve geenszins uitsluitend op het zoolstuk behoort te drukken;
- kraagstukken van kunststofmateriaal — in het bijzonder bij wisselende waterstanden — zeker met die van rijshout betreffende de duurzaam- en doelmatigheid kunnen concurreren;

- n. de basiskostprijzen van rijshouten zinkstukken en van zoolstukken niet overwegend uiteenlopen. Ze zullen sterk afhankelijk zijn van de grootte en de plaats van de te maken objecten, en
- o. de kostprijs van de asfaltmastieklaag, mede door de grote kosten van investering aan in te zetten materieel, zeker ruim boven die van de twee andere systemen van verdediging ligt.

(De verdediging van de oever van de gemeentelijke Maasvlakte, nabij Hoek van Holland, achter de rijks-golfbreker, is nog in een niet geheel afgeronde studie met gevolg, dat daarover thans — mei 1970 — nog niets naders is mede te delen).

Tenslotte wordt opgemerkt, dat het ontwerp voor de fundatie van de havendammen bij Hoek van Holland inmiddels werd gewijzigd, zie Otar juli 1970.

Fig. 338. Kering van betonrand op de rand van een zoolstuk, in acht fasen.



Nederlandse Vereniging Kunst- en O

Bestuur

J. van Oord, voorzitter
T.C. Baumann
G. Dekker, vice-voorzitter
W. Drooger
E. Hakkenes, penningmeester
D. C. Hakkers
C. Vervoorn
Mr. E. Kwakernaak, alg.-secretaris

Leden

Fa. B. H. Alblas
Alblasserdams Aannemingsbedrijf N.V.
N.V. J. S. H. Baumann
Fa. S. Bezuyen & Zn.
R. Boltje & Zn.
P. Daalder's Aann.-bedr. N.V.
N.V. v/h J. M. Dekker & Zn.
Fa. Gebr. v. Genderen
Aann. Mij. Gebr. Hakkers N.V.
N.V. Aann. bedr. v/h Fa. W. van Hattum & Zn.
A. van Hee
C. V. Gebr. v. d. Heuvel
N.V. Aann.-Wegenbouw Mij. Fa. J. Heijmans
N.V. C. J. v.d. Hoeven
H. Huisman
N.V. Aann.bedr. H. Ippel & Zn.
Fa. Gebr. de Jager
P. Klein & Zn. N.V.
N.V. Aann.bedr. de Klerk
N.V. Aann.bedr. v/h I. C. Kooyman & ZnZ.
Fa. N. Kraayeveld
P. K. Kraayeveld
J. P. Krijgsman
Fa. Kuiper & Leeuwenkamp
C. D. van Loon Joh. Zn.
N.V. Mij. tot Uitvoering van Zuiderzeewerken (M.U.Z)

Fa. B. de Mik
Fa. J. de Mik
N.V. Aann.bedr. P. F. Mouton

N.V. Aann.bedr. v/h fa. B. M. v. Noordenne & Zn.
N.V. Aann.- en Handelsmij. Jac. G. van Oord
N.V. Aann.- en Handelsbedr. van Oord
N.V. Gebr. van Oord
L. Paans
Fa. J. Pijl

Reef's Aann.- Handelsmij. N.V.
Aann.bedr. Stegink N.V.
Fa. v.d. Stelt & Vervoorn
A. v.d. Straaten
C.V. Gebr. v. 't Verlaat
Fa. A. Visser
N.V. Aann.bedr. Visser
N.V. Aann.bedr. J. v.d. Vlies
W. Vlot
J. J. Volker
N.V. Aann.bedr. J. T. de Waard
N.V. West Nederland
Fa. H. Woning & Zn.
N.V. Gebr. C. & Th. Wijnands
N.V. Aann.bedr. C. H. v. Wijnen
Holl. Aann.bedr. Zanen Verstoep N.V.
Aann.bedr. fa. W. L. Zeelen & Zn.
Zinkcon N.V.
Aann. Comb. Zinkwerken

leverwerken

| | |
|---|-------------------|
| Jan Steenstraat 16 | Sliedrecht |
| Hogendorpweg 76 | Alblasserdam |
| Arn. v. Gelderweg 81 | Grave |
| Haven A 485 | Ouddorp |
| Wipstrikkerallee 157 | Zwolle |
| Emmastraat 30 (postbus 158) | Alkmaar |
| Westeinde 165 | Papendrecht |
| A. v. Scheltemastraat 9 | Sliedrecht |
| Gr. Kruisplein 6 | Werkendam |
| Bolwerk „De Kat” 1 | Zaltbommel |
| Veerweg 34 | Kamperland |
| Buzziburglaan 12 | Driebergen |
| Graafsebaan 13 | Rosmalen |
| Pr. Mauritslaan 60 (postb. 9048) | 's-Gravenhage |
| Boorstraat 31 | Hardinxveld-G'dam |
| Ir. Blankenstraat 3 | Werkendam |
| Industrieweg 55 | Sliedrecht |
| Kleitelweg 2 | Wieringen |
| Hoogstraat 44 | Werkendam |
| N.O. Singel 7 (postbus 17) | Harlingen |
| Rivierdijk 134 | Sliedrecht |
| Oranjestraat 59 | Sliedrecht |
| Th. Jacobalaan 6 | Rotterdam |
| Korfwaterweg 6 | Petten (N.H.) |
| Sasdijk 55 | Werkendam |
|) Pr. Irenelaan 206 (postbus 4666) | Rijswijk (Z.H.) |
| Buitendams 537 | Hardinxveld-G'dam |
| Buitendams 421 | Hardinxveld-G'dam |
| Ark „Josephine” | Arnhem |
| Stadsblokkenweg | |
| Buitendams 209 | Hardinxveld-G'dam |
| Weg naar Rhijnauwen 12 | Utrecht |
| Sasdijk 34 (postbus 8) | Werkendam |
| Laantje 2 | Werkendam |
| Molenplein 15 | Werkendam |
| Ark „Twenthe”, Troelstrakade t/o 429 | 's-Gravenhage |
| Parkweg 64 | Voorburg |
| Verl. P. Krugerstraat 263 | Vlissingen |
| Kappenwaard 3 | Werkendam |
| Raadhuisplein 21 | Mijnsherenland |
| Rivierdijk 561 | Hardinxveld-G'dam |
| Reeweg 8 | Werkendam |
| L. Verdoornstraat 6 | Werkendam |
| Rivierdijk 498 | Sliedrecht |
| Oranjestraat 78 | Sliedrecht |
| Rivierdijk 488 | Sliedrecht |
| Merwestraat 12 | Sliedrecht |
| Veerweg 52 | Papendrecht |
| de Bruynstraat 4 | Kampen |
| Steurgat 3 | Werkendam |
| Westeinde 193 | Papendrecht |
| Surinamestraat 29 | 's-Gravenhage |
| Ambachtsschoolstraat 2 | Harlingen |
| Postbus 29 | Hellevoetsluis |
| Avelingenweg 14 | Gorinchem |

