

driemaandelijks bericht

deltawerken

februari 1967 nummer 39



deltawerken

REDACTIE: DELTADIENST
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,
'S-GRAVENHAGE

ABONNEMENTEN,
VERKOOP LOSSE NUMMERS:
STAATSUITGEVERIJ, CHR. PLANTIJNSTRAAT - 'S-GRAVENHAGE

De prijs bedraagt f7,- per jaar of f2,- per nummer

A. De werken van het Deltaplan

- 451 Bescherming van de schuiven van de uitwateringssluizen in het Haringvliet tegen corrosie
- 455 De stormen van november en december 1965
- 466 Onderzoek naar de grondwaterbeweging met behulp van elektrische analogiemodellen
- 470 De aansluiting van de dam door het Haringvliet op de duinen van Goeree
- 473 Het zuidelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat
- 478 Het dok voor de bouw van doorlaatcaissons bij Nieuw Bommenede

B. De werken langs de Westerschelde en de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen en Walcheren

- 481 Versterking van de hoogwaterkering van de Nieuw-Neuzenpolder

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

- 485 De afsluiting van de Lauwerszee met doorlaatcaissons

494 Vorderingen



Bescherming van de schuiven van de uitwateringsluizen in het Haringvliet tegen corrosie

Bij de beschrijving van de constructie van de schuiven voor de uitwateringsluizen in het Haringvliet (Driemaandelijks Bericht nr. 25, augustus 1963), is reeds gesproken over de invloed die het proces van corrosie zal hebben op de vermoeiingssterkte van het staal van de schuiven. Zonder corrosie bedraagt de vermoeiingssterkte ruim 1800 kg/cm^2 , maar onder invloed van corrosie kan ze afnemen tot minder dan 900 kg/cm^2 . Bij de bestudering van het probleem der corrosiewerking kwam men tot de slotsom dat behalve een zink- en een verflaag een systeem van kathodische bescherming nodig zou zijn om de schuiven ook gedurende de perioden waarin geen onderhoud kan worden gepleegd, zoveel mogelijk tegen aantasting te beschermen. De kans op beschadigingen van de beschermende verflagen door ijsgang en drijvende voorwerpen is, vooral bij stormachtig weer, allermindst denkbeeldig. Bovendien moet men aannemen dat in de beschermende lagen zelf hier en daar onvolkomenheden zullen voorkomen. Herstel daarvan kan alleen bij goed weer plaatsvinden, zodat beschadigingen die in de herfst optreden veelal pas in het voorjaar of in de zomer zullen kunnen worden hersteld. Aangezien juist het gedeelte van de schuiven dat onder water kan komen het meest kwetsbaar is, kan een kathodische bescherming zeer geschikt als aanvullende corrosiewering dienen. Een proefinstallatie op de deuren van de sluis in de Zandkreekdam leverde gunstige resultaten op, zodat eind 1965 besloten kon worden het daar gebruikte systeem ook toe te passen op de segmentschuiven in het Haringvliet. Zoals men weet zijn de schuiven dubbelwandig uitgevoerd, en zijn ze zowel horizontaal als verticaal met verstijvingschotten verstevigd. Door openingen aan de onder- en bovenkant kan water in de schuif toetreden. Het is derhalve nodig zowel de binnen- als de buitenzijde van de schuif tegen aantasting te beschermen.

Principe van de kathodische bescherming

Wanneer men twee verschillende metalen plaatst in een elektrolyt – een stof die in waterige oplossing een elektrische stroom geleidt en daarbij ontleed wordt –, vertonen zij een potentiaalverschil. Verbindt men die metalen buiten de vloeistof om door een geleider, dan ontstaat er een elektrische stroom van het ene metaal naar het andere. Van het metaal dat onedel is in vergelijking met het andere, de anode, verplaatsen zich metaalionen door de elektrolyt naar het edeler metaal, de kathode. Langs de

geleider wordt deze stroom gecompenseerd door een elektronenstroom naar de anode. Op dit beginsel berust de accu.

Ook in staal zijn deeltjes aanwezig die zich ten opzichte van naburige deeltjes anodisch gedragen. In een vochtige omgeving zullen er dan ook ijzerionen vrijkomen, die door OH-ionen worden gebonden; de overblijvende waterstofionen verplaatsen zich naar de kathode. Aan de oppervlakte van de kathode ontwikkelt zich dus waterstof, en op de anode komt roest. Dit elektro-chemische proces nu kan worden tegengegaan door kathodische bescherming.

Verbindt men door middel van een geleider aan het staal een ander, onedeler metaal, dan verplaatsen metaalionen van deze anode zich door de elektrolyt naar het te beschermen staal, waar dus het vrijkomen van ijzerionen wordt onderdrukt; bij een goede keuze van de anode kan het zelfs geheel worden voorkomen. Dan wordt dus een volledige kathodische bescherming verkregen. De anode wordt gaandeweg afgebroken en moet na verloop van tijd vernieuwd worden. Men spreekt in dit geval van een opofferingsanode. Als materiaal komen zink, magnesium en aluminium in aanmerking. Kathodische bescherming kan ook verkregen worden met behulp van een gelijkstroombron, verbonden met een hulpanode, die weer met het te beschermen constructiedeel in verbinding staat. Als hulpanode kan bijvoorbeeld ijzerschroot worden gebruikt, dat dan opgeofferd wordt ten bate van de te beschermen constructie en periodiek vernieuwd moet worden, of een anode, die permanent gebruikt kan worden, bestaande uit bijvoorbeeld geplatineerd titanium. Deze methode wordt 'bescherming met opgedrukte stroom' genoemd.

Voor een goede kathodische bescherming is een bepaalde beschermingspotentiaal vereist, die vrijwel constant dient te worden gehouden. Bij onderbescherming treedt toch nog corrosie op. Bij overbescherming treedt waterstofontwikkeling op aan de kathode, dus het staal. Daardoor kan de verlaag van het staal afgedrukt worden. Bij kathodische bescherming met als opofferingsanode zink en aluminium behoeft de potentiaal niet geregeld te worden. Overbescherming treedt hier niet op. Bij bescherming met opgedrukte stroom moet dit wel gebeuren. Bij wijziging van het ondergedompelde oppervlak verandert namelijk ook de stroombehoefte. Bij opgedrukte stroom is dan ook een vrij kostbare regelapparatuur nodig.

Daar het inwendige van de schuiven uit een groot aantal door openingen met elkaar verbonden compartimenten bestaat, is daar een bescherming met opofferingsanoden het meest geschikt.

De grote buitenvlakken van de schuiven kunnen echter het best met opgedrukte stroom worden beschermd.

Uitvoering

In ieder compartiment in het inwendige van de schuiven is één aluminiumanode aangebracht. Het aluminium is gegoten om een ijzeren staaf, die met zogenaamde worgbouts met de staalconstructie is verbonden. De worgbouts waarborgen een goed metallisch contact en houden de overgangsweerstand binnen aanvaardbare grenzen. De hoeveelheid aluminium is zo gekozen dat zij voldoende is voor een beschermingsduur van 10 jaar, wanneer 20% van het natte oppervlak niet meer van verf voorzien is. De verwarmingselementen worden eveneens beschermd door aluminium-anoden. De buitenwanden, die door middel van opgedrukte stroom worden beschermd, zijn zowel aan de zee- als aan de rivierzijde voorzien van vier anoden van geplatineerd titanium. Aan de zeezijde zijn ze met bouten op de wand bevestigd en aan de rivierzijde met

behulp van een stalen plaat op een waterinlaatpoort. De anoden zijn gevat in elastisch, slijtvast epoxyhars. Op de wanden zijn tevens meetelektroden aangebracht, die dienen als referentie-elektroden voor de gelijkrichterinstallatie. De anoden en referentie-elektroden zijn door middel van kabels verbonden met de gelijkrichterinstallatie.

Per schuifwand worden twee van deze installaties geplaatst. De bereikte potentiaalverschillen worden op een continu registrerend meetinstrument opgetekend. In het centrale bedieningsgebouw brandt bij goede werking van de gehele installatie één oranje lamp, evenals op de buitenzijde van elk der ruimten in de nabaliggers waarin een gelijkrichterinstallatie is geplaatst.

Treedt een defect op, dan dooft de lamp in het bedieningsgebouw en in de gelijkrichter-ruimte waar de storing is opgetreden.

Het verfsysteem

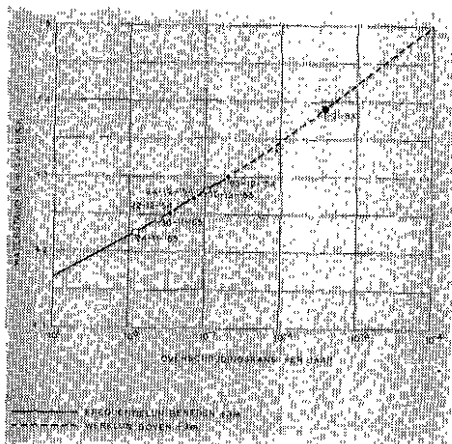
De gehele staalconstructie is voorzien van een verfsysteem op basis van epoxyhars. Uit een groot aantal corrosieproeven is gebleken, dat met een dergelijk systeem in zeewater goede resultaten worden verkregen. Voor het aanbrengen van de verf zijn op de samenstelplaatsen van de schuiven in Utrecht en Rotterdam verfcabines gebouwd, waarin halve schuifwanden met een lengte van 30 m en een breedte van 11 m konden worden behandeld. Een verfprodukt op epikotebasis vereist namelijk een verwerkings-temperatuur van minstens 10° C en een relatieve vochtigheidsgraad kleiner dan 70%. Omdat ook in de winter doorgewerkt moest worden moest het conserveren wel in speciaal voor dit doel gebouwde cabines plaatsvinden. Na het stralen werd een laag epikotezink aangebracht met een laagdikte van ongeveer 40 micron, waarna een laag epikote-aluminium van ongeveer 20 micron en een laag epikote-teer van ongeveer 225 micron volgden. Scherpe kanten en moeilijk te bereiken defen werden met de kwast voorgezet, waarna de rest werd opgespoten met een hoge-drukspuit waarvan de spuitdruk bij de spuitopening 130 tot 200 atmosfeer bedroeg.

Na de montage op de bouwplaats in het Haringvliet zijn de montagelassen geconserveerd en beschadigingen bijgewerkt die waren ontstaan tijdens het transport en de montage.

De stormen van november en december 1965

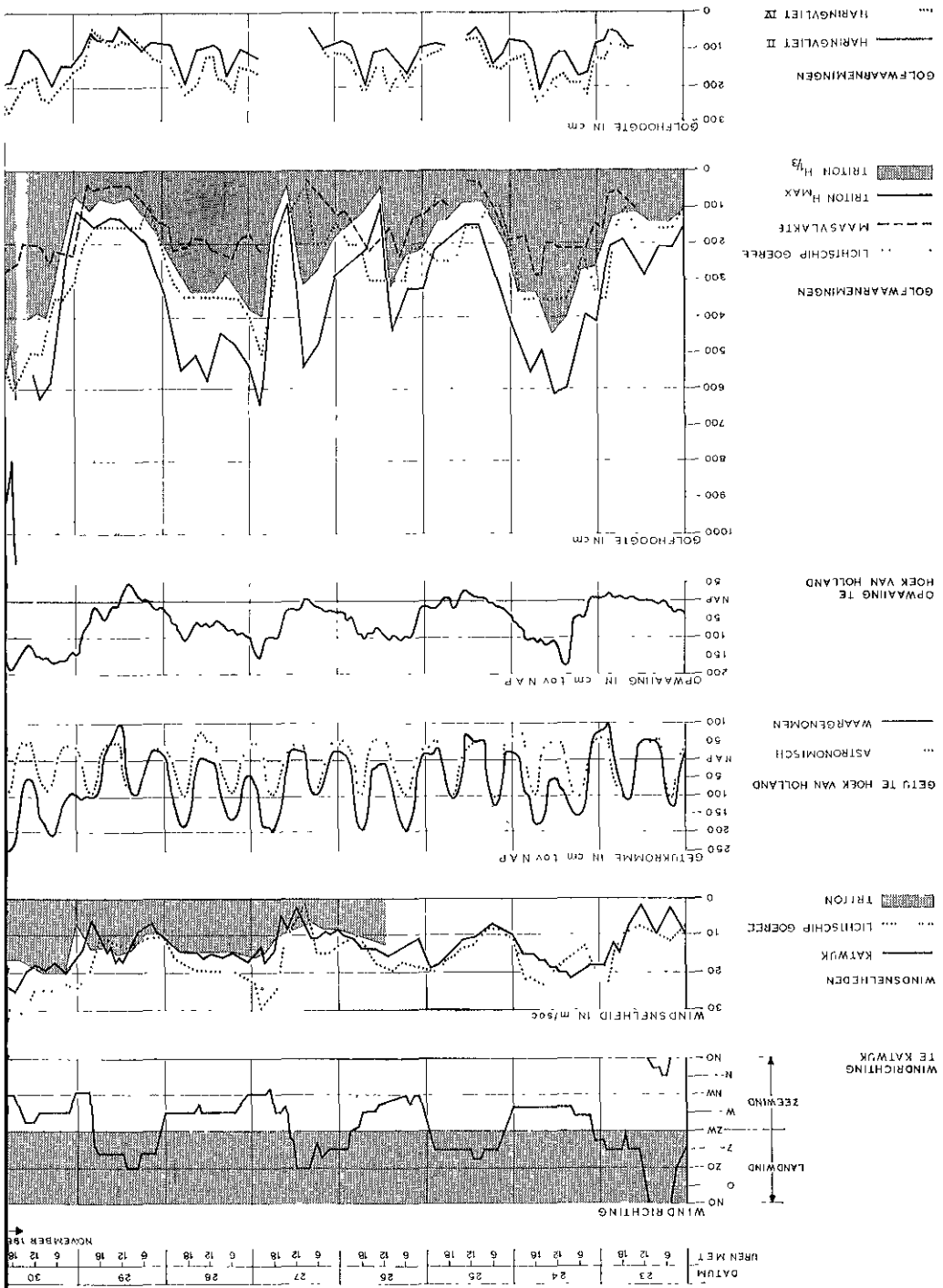
Na de uitvoering van het Deltaplan zullen de zeekeringen ons land beveiligen tegen een dreiging van stormvloed, en zelfs tegen die van nog nooit in de historische tijd waargenomen stormvloedstanden, die evenwel als gevolg van een samenspel van bijzonder ongunstige getijwaterstanden en opwaaiing op de Noordzee zouden kunnen voorkomen. In de Deltawet is uitgegaan van een zeer zware storm, waardoor de hoogwaterstand te Hoek van Holland het peil van N.A.P. + 5 m, de zogenaamde maatgevende waterstand, zou bereiken. De kans op het optreden van een dergelijke of een hogere stormvloed eenmaal in een willekeurig jaar is 1 : 10 000 of 0,01% en eenmaal in een willekeurige eeuw 1 : 100 of 1%. Deze kans kan met een redelijke nauwkeurigheid bepaald worden uit een overschrijdingskromme, die uit een groot aantal waarnemingen van hoogwaterstanden is geëxtrapoleerd.

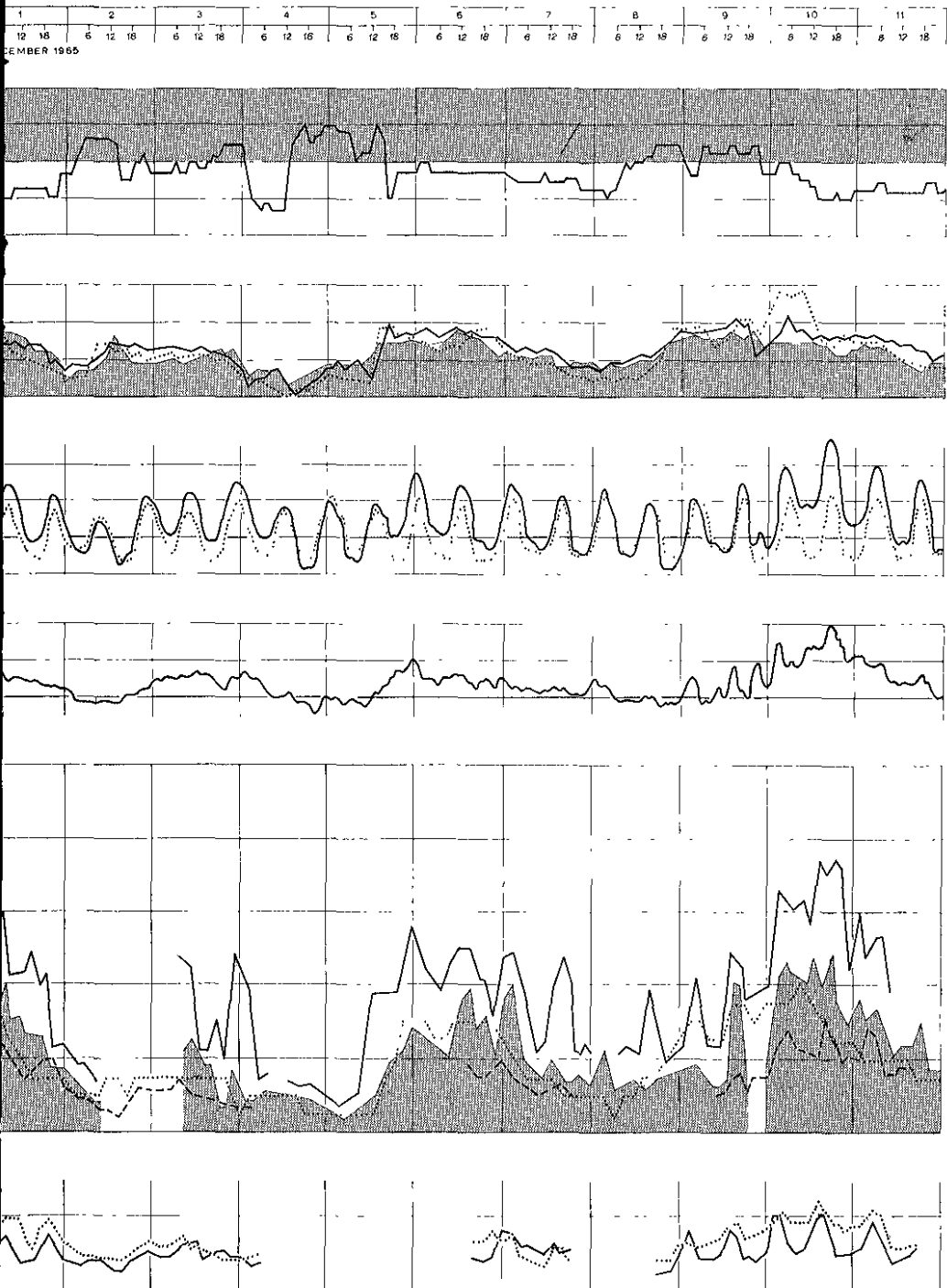
Gelukkig zijn stormen die werkelijk grote schade aan de zeekeringen toebrengen slechts zeldzaam. Overigens zijn juist zij het gevolg van de extreme omstandigheden die ons meer leren omtrent de oorzaken van het gevaar waartegen de Deltawerken ons moeten beschermen. De dijken en in vele gevallen ook de duinen moeten bestand gemaakt



Overschrijdingskansen van de stormvloedstanden te Hoek van Holland

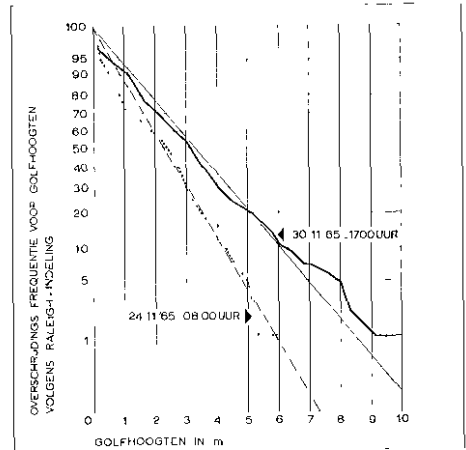






De verschillende omstandigheden tijdens de stormen in november en december 1965

Golfhoogteverdelingen, waargenomen op het station Triton



worden tegen de gevolgen van de stormen en daarvoor kan men niet meer alleen uitgaan van de vaststelling van de zogenaamde maatgevende waterstanden. Factoren die mede in beschouwing moeten worden genomen zijn de golfslag op zee, de plaatselijke verhoging van de waterstanden, de duur van de hoge waterstanden, en in verband met de kustafslag de gevolgen van het optreden van enkele stormen achterelkaar. Alle gelegenheden worden te baat genomen om de gegevens die men over de uitwerking van stormen heeft aan te vullen, en het inzicht er in te verdiepen. De mogelijkheid daartoe werd in het bijzonder geboden door het optreden van enkele stormen achtereen in de periode 22 november tot 12 december 1965.

De waterstanden

In die periode van drie weken zijn in totaal zeven depressies over de Noordzee getrokken. Daarbij werden echter slechts driemaal stormvloedten veroorzaakt die op ten minste één van de peilschalen in het Deltagebied het grenspeil bereikten, en wel tijdens het tweede hoogwater op 24 november (N.A.P. + 2,80 m te Brouwershaven en Ouddorp), tijdens het tweede hoogwater op 30 november (N.A.P. + 2,97 m te Ouddorp en N.A.P. + 2,47 m te Hoek van Holland) en tenslotte tijdens het tweede hoogwater op 10 december (N.A.P. + 3,35 m te Ouddorp en N.A.P. + 2,81 m te Hoek van Holland).

Aangezien het grenspeil gedefinieerd wordt als het niveau dat gemiddeld één keer per twee jaar wordt overschreden en dus een overschrijdingswaarde heeft van 0,5 of 50% in een willekeurig jaar, is deze opeenhoping van stormvloedten een tamelijk zeldzaam geval.

Blijkens de in de figuren aangegeven werklijn voor Hoek van Holland liggen de kansen op overschrijden van de in deze periode opgetreden stormvloedstanden als volgt: voor de storm van 24 november: 0,78, voor die van 30 november: 0,35 en voor die van 10 december: 0,09. Hieruit kan worden berekend dat de gemiddelde verwachtingswaarde voor het optreden van drie stormvloedten met hogere waterstanden dan op 24 november, waarvan één gelijk of hoger dan de waterstand op 10 december, 0,0036 bedraagt.

Ter vergelijking diene, dat de storm van februari 1953 een overschrijdingswaarde van 0,0033 had en dat in het nog beter vergelijkbare jaar 1954 eveneens drie stormvloedten zijn opgetreden waarbij te Hoek van Holland de stormvloedten N.A.P. + 2,52 m, N.A.P.

+ 3,00 m en N.A.P. + 2,70 m zijn bereikt en waarvoor naderhand een verwachtingswaarde 0,00036 werd berekend.

Nog uitzonderlijker is, dat de storm van 10 december samenviel met grote rivierafvoeren: de Rijn bij Lobith had een debiet van 6800 m³/sec – gemiddeld 2200 m³/sec – en de Maas bij Lith had een debiet van 1500 m³/sec – gemiddeld 250 m³/sec. Beide afvoeren zijn grensafvoeren en hebben een overschrijdingsfrequentie van één keer per twee winters. Aangezien in het Eindrapport van de Deltacommissie is aangetoond, dat stormvloed en grote rivierafvoeren onderling onafhankelijk zijn, is de kans op een gelijktijdig optreden van een stormvloed met overschrijdingskans 0,09 gedurende één getij en een afvoer met gemiddelde overschrijdingswaarde 0,5 gedurende gemiddeld 6 van de 180 getijden der drie wintermaanden zeer gering: $6/180 \times 0,09 \times 0,5 = 0,002$.

De waterstanden te Gorinchem en te Andel aan de Waal zijn dan ook hoger geweest dan in februari 1953:

	1965	1953
Gorinchem	4,23	4,04
Andel (Waal)	4,35	4,10

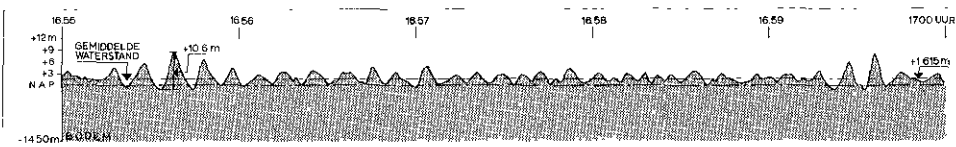
De opwaaïing op de Noordzee

De bovenvermelde waterstanden zijn samengesteld uit de zogenaamde astronomische hoogwaterstanden en uit de opwaaïing. Zoals bekend wordt de getijbeweging veroorzaakt door de aantrekkingskracht van de maan, en in mindere mate door de aantrekkingskracht van de zon, op de watermassa's van de oceanen. Deze aantrekkingskrachten veroorzaken een zeer lange, lage getijgolf, die door resonantie plaatselijk grote getijverschillen kan veroorzaken. De regelmaat waarmee de astronomische invloeden terugkeren maakt het mogelijk de astronomische waterstanden vooraf nauwkeurig te berekenen. De Rijkswaterstaat publiceert de prognoses in de vorm van getijtafels.

De opwaaïing, die als een verstoring van het beeld der astronomische getijden kan worden opgevat, wordt vooral in ondiepe zeeën veroorzaakt, en wel door de wrijving van de stormwind langs het wateroppervlak. De hoogte van de opwaaïing is afhankelijk van de strijklengte van de wind en dus van de windrichting, van de duur en van de windsnelheid; ze laat zich dus moeilijk vooraf berekenen. De nauwkeurigheid van een uit een windverwachting berekende opwaaïing is noodzakelijkerwijs geringer dan die van de windverwachting zelf.

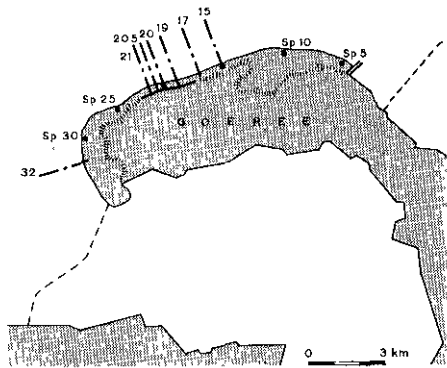
Met behulp van rekenautomaten is het mogelijk geworden het astronomische getij voor enkele stations elke twintig minuten opnieuw te laten berekenen. Uit het verschil met de waargenomen getijkrommen wordt dan naderhand de opwaaïing voor de beschouwde periode bepaald. Gebleken is, dat de maximale opwaaïing gedurende de stormen van 1965 in geen enkele van de zeven perioden met opwaaïing samenviel met het ogenblik van hoogwater; steeds trad ze op bij astronomische waterstanden beneden N.A.P. De

Golfreëks, waargenomen op het station Triton

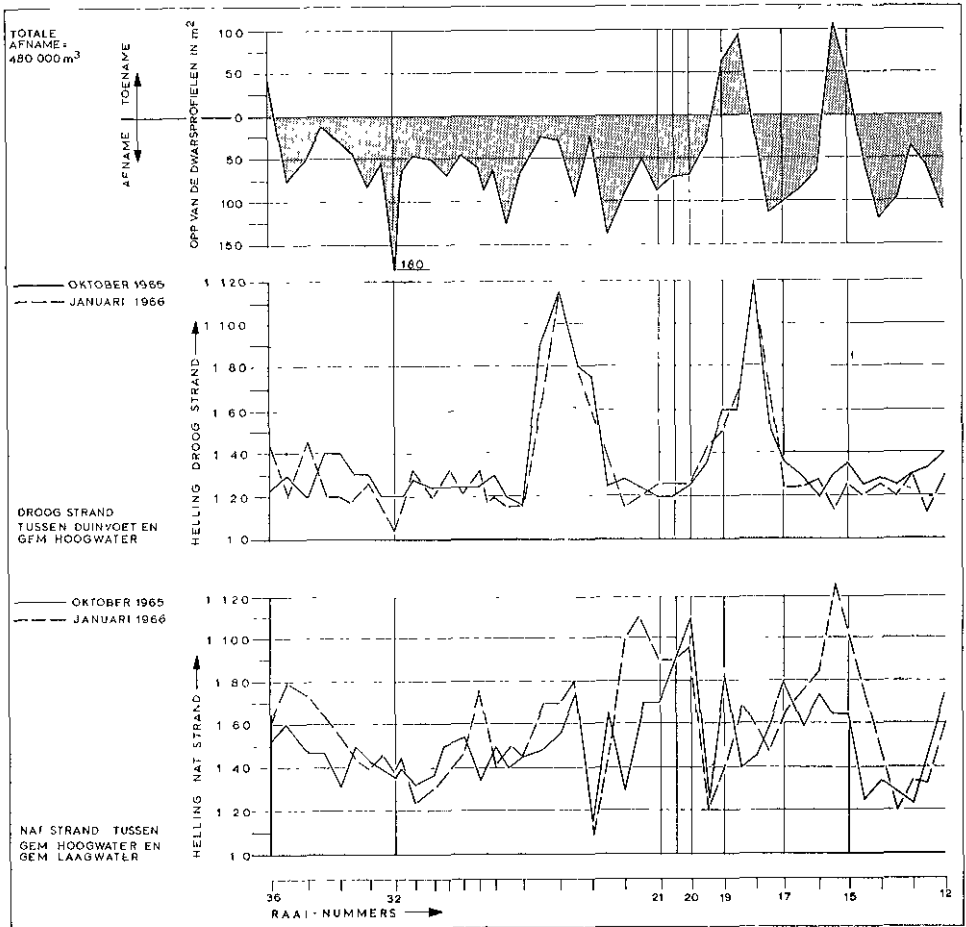


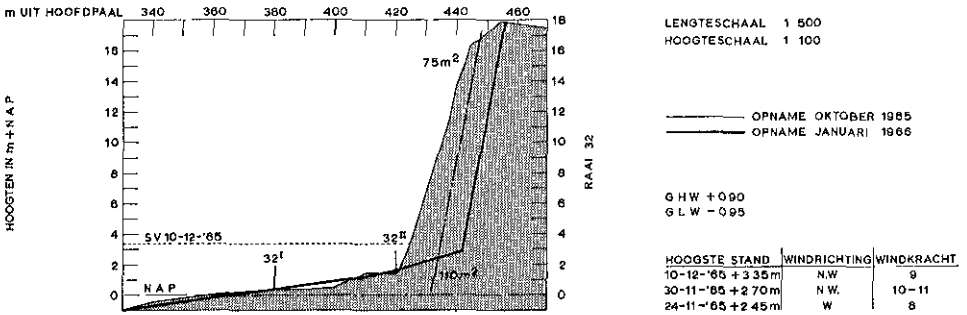
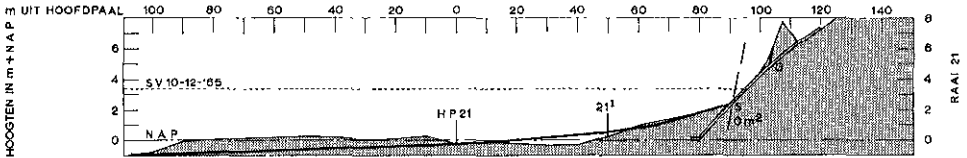
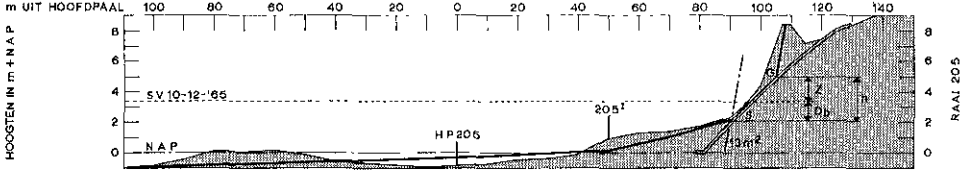
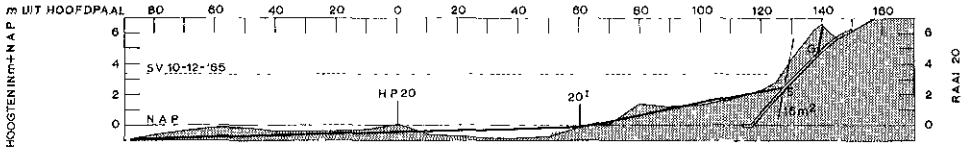
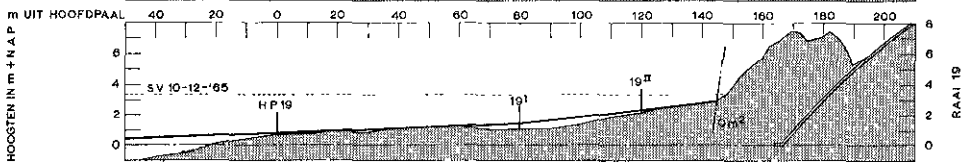
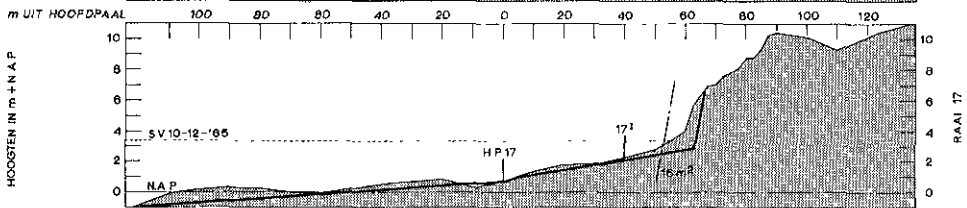
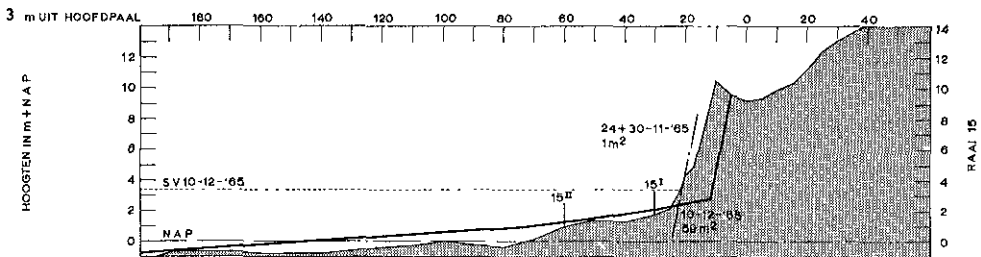


1. Situatie van de dwarsprofielen op het eiland Goeree
2. Afslag en kenmerkende hellingen van de dwarsprofielen langs de kust van Goeree
3. Profielen van de duinafslag

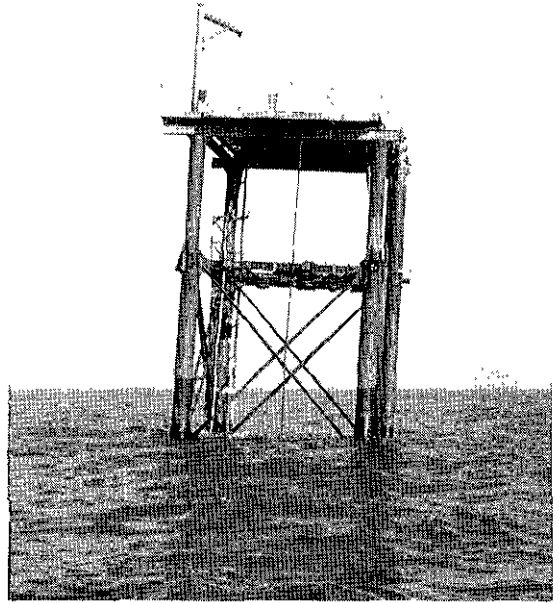


2





Het station Triton, scheefgezakt door de storm



waterstanden hadden bij het samentreffen van hoogwater en maximale opwaaiing nog heel wat hoger kunnen worden. Vooral op 10 december zou een vertraging van de top van de opwaaiing met drie uur ernstige gevolgen gehad kunnen hebben: in Hoek van Holland zou de hoogwaterstand dan nog 44 cm hoger geweest zijn, en wel N.A.P. + 3,25 m.

Opgemerkt moet worden, dat het samenvallen van de maximale opwaaiing met het astronomisch hoogwater beïnvloed wordt door de waterstand zelf en door de stroming. Uit de grafiek kan dit echter niet worden afgeleid.

De vermelde gegevens zijn ontleend aan peilschaalwaarnemingen. Zoals verder zal blijken kan de waterstand echter plaatselijk nog wel hoger geweest zijn ten gevolge van een plaatselijk optredende extra opwaaiing en ten gevolge van het watertransport naar de kust door golven.

De golfbeweging

Ook de nadere analyse van de golfbewegingen uit de beschouwde periode heeft enkele interessante gezichtspunten opgeleverd.

Op het station Triton, dat op een diepte van ca. N.A.P. - 15 m dwars van Kijkduin is geplaatst op een stelling die door de Nederlandse Aardolie maatschappij aan de Rijkswaterstaat ter beschikking is gesteld, zijn op 30 november voor het eerst op de Noordzee brekende golven met een hoogte boven 9 m gemeten. De allerhoogste golf met een hoogte van 10,6 m is op 30 november omstreeks half zes 's middags waargenomen. De met deze maxima overeenstemmende significante golfhoogten $H 1/3$, dat zijn de gemiddelde hoogten van de hoogste $33\frac{1}{3}\%$ van alle golven uit iedere waarnemingsserie van 10 minuten, waren niet groter dan 6 m.

Uit de metingen aan de golfstations in de mond van het Haringvliet, voor de situatie waarvan verwezen wordt naar een figuur in het Driemaandelijks Bericht nr. 36 (mei 1966), is gebleken dat de golfhoogte op geringe waterdiepten nauw samenhangt met de waterstand. De significante golfhoogten bedroegen tijdens de stormperiode bijna overal ca. 1/3 van de momentane waterdiepte.

Het is voorts bevestigd, dat de invloed van de waterdiepte op het golfbeeld bij een zware storm, zoals die van 30 november, ook op de relatief grote diepte van N.A.P. — 15 m niet meer verwaarloosd kan worden. De voor diep water theoretisch vastgestelde golfhoogte-verdelingen mogen dan ook onder deze extreme omstandigheden niet meer worden aangehouden.

Aanval op de duinkust van Goeree

De waterpassingen vóór het stormseizoen en zo spoedig mogelijk na het optreden van de stormen, die de meeste beheerders van kustvakken laten uitvoeren ter bepaling van de aangerichte schade, hebben een aantal belangrijke feiten naar voren gebracht. Hier zal slechts een gedeelte van de resultaten betreffende de kop van Goeree worden vermeld, afgeleid uit in oktober 1965 en januari 1966 verrichte waterpassingen van profielen ter plaatse van de strandpalen.

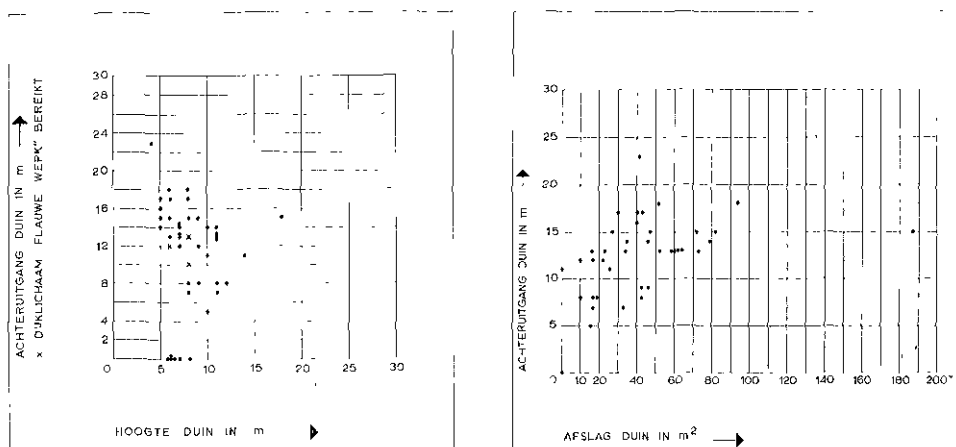
Met uitzondering van de drie profielen 15, 19, en 36 is overal boven het niveau N.A.P. — 1 m afslag opgetreden.

Uit de zeereep, de buitenste duinenrij, en het strand is over een lengte van 12 km in totaal ca. 480 000 m³ zand weggeslagen. Waar het strand een te flauwe helling had is in het algemeen zand bijgekomen.

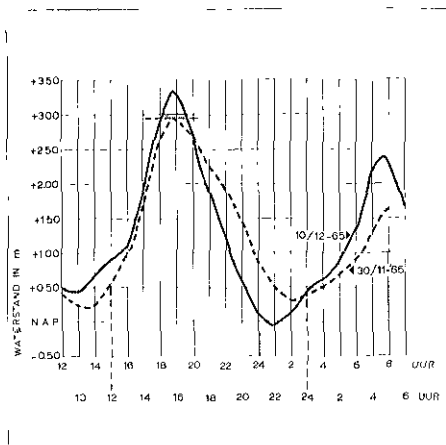
Er is geen verband gevonden tussen de hoogte van de duinen, of de hoeveelheid afgeslagen zand, en de achterwaartse verplaatsing van de duinvoet.

De grootste in deze periode weggehaalde hoeveelheid zand bedroeg 188 m³ per strekkende meter van de kustlijn in profiel 36.

Achterwaartse verplaatsing van de duinvoet als functie van de duinhoogte en van de duinafslag



Vergelijking van de waterstanden te Ouddorp op 30 november en 10 december 1965



Opmerkelijk is dat na de stormperiode de knik tussen het strandprofiel en de steile helling van de zeereep in alle normale profielen op het niveau van N.A.P. + 2,80 m werd teruggevonden. Alleen daar waar het zand van de oorspronkelijk ondergestoven astatdijk van het Flaauwe Werk werd afgespoeld is, zoals de profielen 20, 20½ en 21 tonen, een ander beeld ontstaan.

Het knikpunt ligt dus 55 cm lager dan de hoogste stormvloedswaterstand op de peilschaal te Ouddorp: N.A.P. + 3,35 m.

Deze stand is bereikt op 10 december, dus bij de laatste storm. Het hoogste hoogwater daarvoor, dat bij de vorige storm werd bereikt, bleef 40 cm lager. Aangezien geen reden aanwezig is voor de veronderstelling, dat het knikpunt van de strandhelling toen hoger zou gelegen hebben ten opzichte van de hoogste waterstand, kan men dus aannemen, dat het knikpunt na de storm van 30 november op N.A.P. + 2,40 m lag. Dit houdt echter in, dat de afslag van de duinen bij de eerste twee stormen niet meer dan ca. 20% bedroeg van de totale zandverliezen uit de duinen, dus de overige 80% is afgeslagen gedurende dat éne halve uur, waarin de waterstand op 10 december hoger is gekomen dan het hoogste hoogwater van 30 november. Ook indien wordt verondersteld dat de afslag nog tijdens het dalen van de waterspiegel doorging, blijft het opmerkelijk dat in de tijd van ca. 1½ uur in het profiel met de grootste afslag 100 m³ per strekkende meter kustlijn is afgeslagen. Aangenomen dat de gemiddelde periode van de golven 6 sec is, is de hoeveelheid zand die per strekkende meter uit de duinen door iedere golf wordt weggehaald, te schatten op 0,1 m³, met een gewicht van ± 250 kg. Dit is het maximum aan afslag dat tijdens deze storm op deze plaats had kunnen voorkomen. Uit de hoeveelheden zand die door golven uit de zeereep weggenomen kunnen worden blijkt wel dat in het algemeen bij iedere grote storm een snelle aanpassing van het strandprofiel verwacht kan worden aan het evenwichtprofiel dat bij een zeker golfbeeld behoort.

De gemiddelde waarde van de duinafslag per strekkende meter kustlijn kan voor de gehele zandkust van Goeree bij de storm van 10 december in orde van grootte 0,01 à 0,02 m³ per golf gesteld worden.

Voor andere kustgedeelten zullen uiteraard andere getallen afgeleid kunnen worden, afhankelijk van de richting van de kust en van de golfenergie die vanuit de Noordzee naar de kust wordt getransporteerd.

De golfoploop op de dijk

Zoals reeds vermeld, hebben de golven op enkele plaatsen langs de oorspronkelijk ondergestoven dijk van het Flaauwe Werk het zand weggeslagen. Waar de asfaltdijk met talud 1 : 5 in direct contact kwam met de golven, heeft de aanval een geheel andere uitwerking gehad dan op de strand-duinovergang in de overige profielen. Ten gevolge van de golfoploop op het steile talud is het zand daar weggeslagen tot N.A.P. + 4,60 m à 4,90 m terwijl de overgang van strand naar dijk kwam te liggen op N.A.P. + 2,40 m en 2,10 m. Het is interessant om na te gaan of deze cijfers overeenkomen met de theoretische benadering van golfoploop op dijken.

Voor het ontwerpen van dijken wordt veelal als formule voor de golfoploop gebruikt:

$$Z = 8 H \operatorname{tg} \alpha \quad \text{waarin: } Z = \text{het niveau van de golfoploop boven het stormvloedsniveau,}$$

$$H = \text{de golfhoogte aan de voet van de dijk,}$$

$$\alpha = \text{de helling van de dijk (hier } \operatorname{tg} \alpha = 1/5).$$

Anderzijds geldt voor de maximale golfhoogte H_{\max} boven het strand de empirische formule:

$$H_{\max} = H_b = \frac{2}{3} D_b$$

waarin H_b = de maximale hoogte van een brekende golf,

D_b = de diepte ter plaatse van de breking.

Voor het verschil h tussen het hoogste niveau van het strand S en het hoogste niveau van golfoploop G geldt voor de hoogste golven die dit niveau bereiken op een dijk met talud 1 : 5 :

$$h = Z + D_b = 8 H_{\max} \cdot \frac{1}{5} + \frac{4}{3} H_{\max} = (1,6 + 1,3) H_{\max} = 2,9 H_{\max}$$

$$\text{hieruit volgt, dat } H_{\max} = \frac{1}{3} h \text{ en } D_b = \frac{4}{9} h$$

Voor de raaien 20, 20 $\frac{1}{2}$ en 21, waarvan de plaats in de figuren teruggevonden kan worden, geldt:

Raai nr.	S in m bo- ven N.A.P.	G in m bo- ven N.A.P.	h in m	H max. in m	Db in m	maximale wa- terstand S.V. S + Db in m boven N.A.P.
20	2,4	4,6	2,2	0,7	1,0	3,4
20 $\frac{1}{2}$	2,1	4,9	2,8	0,9	1,2	3,3
21	2,1	4,9	2,8	0,9	1,2	3,3

De maximale waterstand S.V. heeft op 10 december inderdaad bijna het hier berekende niveau bereikt. Dit zou een bevestiging inhouden van de geldigheid van de bovenvermelde formule voor maximale golfoploop als gevolg van op het talud brekende golven.

Onderzoek naar de grondwaterbeweging met behulp van de elektrische analogiemodellen

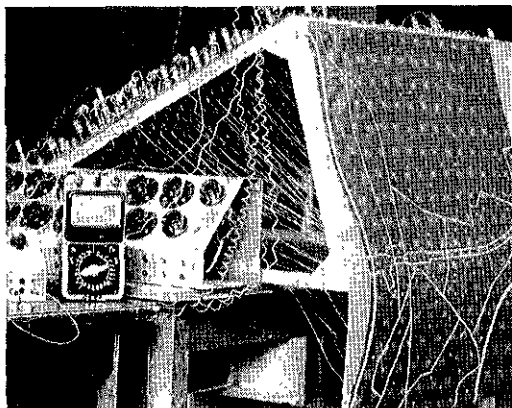
Bij de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst worden berekeningen betreffende de grondwaterbeweging veelvuldig vervangen door elektrische metingen. Dit is mogelijk door de analogie tussen de wetten van Darcy en Ohm, die formuleren hoe de stroom afhangt van de weerstand die water in de grond en elektriciteit in een geleider ont moeten. Vele problemen waarvoor berekeningen slechts met veel moeite een redelijk nauwkeurige oplossing kunnen geven, worden op deze wijze behandeld. Dank zij moderne elektrische meetmethoden, waarbij onder meer gebruik wordt gemaakt van een oscilloscoop, kan de invloed van verschillende variabele factoren op de grondwaterbeweging op eenvoudige efficiënte wijze worden gemeten en visueel voorgesteld.

Als materiaal voor de bouw van het te bezigen model wordt een elektrisch geleidende papiersoort gebruikt, die ook veel in registratieapparatuur wordt toegepast. Dit papier kan gemakkelijk in de gewenste vorm worden geknipt, zo dat het stroomvoerende grondpakket van bijvoorbeeld een dijk er eenvoudig op schaal mee kan worden nageemaakt. Voor het invoeren van de randvoorwaarden worden elektroden aangebracht, door het papier op bepaalde plaatsen met zilververf te bestrijken. In een enkel geval wordt er naast het geleidende papier ook van elektrische weerstanden in de gewone vorm gebruik gemaakt. In de jaren 1959 tot en met 1966 zijn bijna 15 000 manuren besteed aan het onderzoek van de grondwaterbeweging met behulp van elektrische analogiemodellen. Voor de Deltadienst van de Rijkswaterstaat werd gewerkt gedurende 74% van die tijd, voor de overige directies van de Rijkswaterstaat 20% en voor instellingen buiten de Rijkswaterstaat gedurende 6% van de tijd. In deze laatste categorie valt bijvoorbeeld een onderzoek naar het verloop van de waterspanningen in de dijken

Elektrisch analogon van een poldergebied

Het geleidend papier met een aantal equipotentiaalijnen

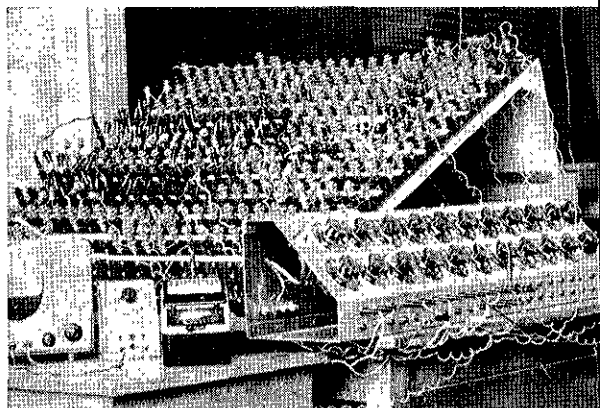
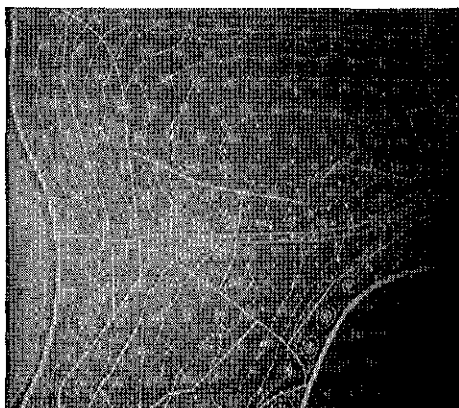
Paneel met weerstanden en bijbehorende meet- en randvoorwaardeapparatuur



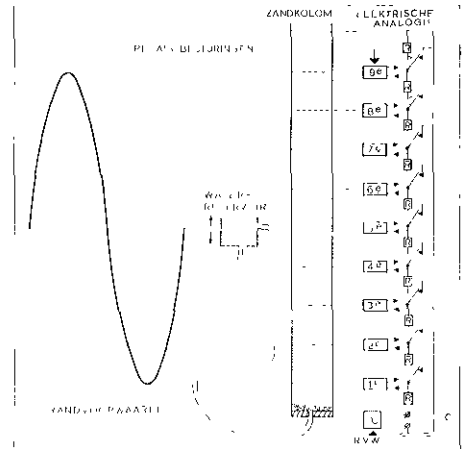
in de omgeving van Hamburg. Dit onderzoek vond plaats naar aanleiding van de overstromingen aldaar in 1962.

Bij het elektrisch modelonderzoek kunnen twee soorten proeven worden onderscheiden: proeven waarbij alleen gelijkstroom wordt toegepast, en proeven waarbij tevens wisselstroom wordt gebruikt. Een permanente grondwaterbeweging kan met gelijkstroomproeven worden onderzocht. Op eenvoudige wijze kan zo bijvoorbeeld het verloop van het freatisch vlak en een beeld van de stroom- en equipotentiaalijnen worden verkregen, en ook de kwel worden gemeten door een dam die een constant watersverschil moet keren. Al deze gegevens zijn van belang voor de stabiliteitsberekeningen van dammen, en om vast te stellen of er speciale voorzieningen moeten worden getroffen op plaatsen waar water treedt uit een talud.

Met de beschreven modeltechniek worden bijna uitsluitend twee-dimensionale grondwaterbewegingen onderzocht. In bijzondere gevallen kan men het analogon ook gebruiken om er drie-dimensionale verschijnselen mee te onderzoeken, waarbij dus ook rekening wordt gehouden met de invloed van de profielwijzigingen in het beschouwde gebied. Zo kan men zich met behulp van elektrische analogieën een beeld vormen van de kwel naar een polder of een groep polders, althans wanneer de bodemopbouw kan worden geschematiseerd tot een zogenaamd 'Hollands profiel'. Typisch voor het Hollandse profiel is dat een slecht doorlatende laag van bijvoorbeeld klei- en veenpakketten, waarin alleen een verticale waterbeweging wordt verondersteld, rust op een doorlatende zandlaag van overal gelijke dikte, met alleen horizontale waterbeweging. Op de bijgevoegde foto's is de elektrische analogie van zo'n bodemopbouw te zien. De zandlaag - rechts op de eerste foto - wordt voorgesteld door elektrisch geleidend papier, en het daarboven liggend grondpakket door een aantal vaste weerstanden, die met draadjes aan het papier verbonden zijn. Op de voorgrond van de eerste foto ziet men de meetapparatuur en de regelaars waarmee de randvoorwaarden, zoals polderpeilen, worden ingevoerd. Op de volgende foto's zijn het paneel met weerstanden en het geleidend papier met een aantal equipotentiaalijnen te zien. Het gebied dat is onderzocht, bevindt zich tussen de Ooster- en de Westerschelde nabij de Kreekrakdam, en paalt aan de toekomstige Schelde-Rijn-verbinding. Met behulp van dit model is een indruk verkregen van de invloed die het kanaal op de kwel in de naastgelegen polders zal hebben. Op gelijksoortige wijze gaat men de invloed na van nieuw aan te leggen polders op de reeds bestaande.

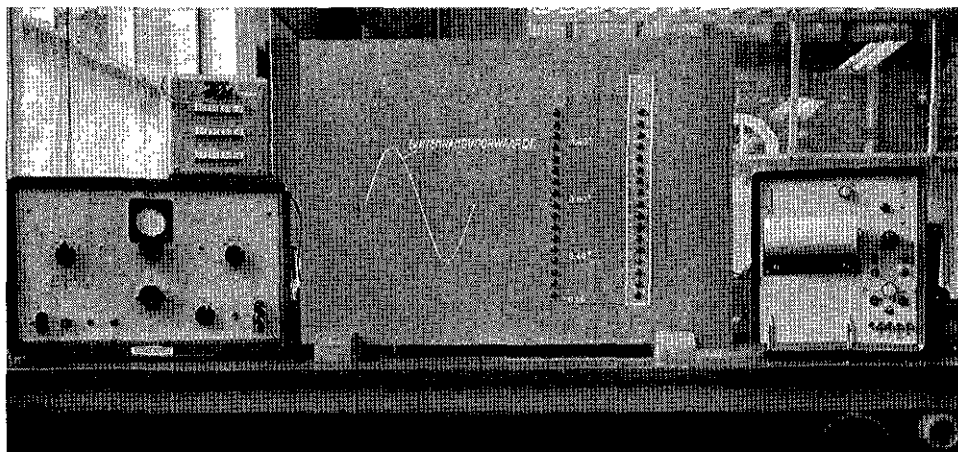


Schema en overzichtsfoto van een weerstandsnet-
werk als analogiemodel



Om een met de tijd veranderlijke waterbeweging te onderzoeken is elektrische apparatuur nodig die de randvoorwaarden kan voorstellen welke de waterbeweging, zoals getijden en verhoging van de waterstand door storm, nader bepalen. Bij dit onderzoek wordt wisselspanning gebruikt. Meestal dient het ter bepaling van de waterspanningen die onder een dichte dijkbekleding van bijvoorbeeld asfalt kunnen optreden wanneer de waterstand buiten de dijk sterk daalt, zoals aan het einde van een stormperiode, terwijl het waterniveau in de dijk deze verlaging niet snel genoeg kan volgen. De te verwachten waterspanningen zijn een noodzakelijk gegeven voor de dimensionering van dichte dijkbekledingen. In het Driemaandelijks Bericht nr. 13 (augustus 1960) en nr. 34 (november 1965) wordt beschreven hoe de dimensionering van de bekleding van enkele dammen in het Deltagebied met behulp van elektrische analogieën werd vastgesteld. Ook een aantal hoogwaterkeringen buiten het Deltagebied waar toepassing van een dichte taludbekleding werd overwogen, werden in verband met de te verwachten waterdrukken bij stormvloed onderzocht.

Ook voor het onderzoek van situaties met niet-permanente stroming wordt wel elektrisch geleidend papier gebruikt als materiaal voor het model. Dat heeft echter enige bezwaren. In de eerste plaats het feit dat het stroomvoerend pakket tijdens de metingen een onveranderlijke vorm heeft. In de werkelijkheid echter zal in dit soort situaties het freetisch vlak in een dijk onder invloed van het getij en het daarop gesuperponeerde stormeffect een verandering ondergaan, zodat ook het stroomvoerende grondpakket van punt tot punt en op ieder tijdstip van vorm en afmetingen verandert. Die veranderingen kunnen niet worden nagebootst in modellen van geleidend papier. Dit kan wel door gebruik te maken van een geleider die is opgebouwd uit weerstanden van de gebruikelijke vorm. Uit een groot aantal van die weerstanden bouwt men een netwerk op dat overeenkomt met de weerstand in een bepaald dijkprofiel. Zodra een stukje grond, dat in het model door een weerstand wordt voorgesteld, bij een stijging van de vrije waterspiegel in de dijk aan de grondwaterbeweging gaat meedoen, wordt de betreffende weerstand ingeschakeld, en evenzo bij daling van het water uitgeschakeld met behulp van een schakelmechanisme in de vorm van een relais, dat is ingebouwd op de punten waar de weerstanden bij elkaar komen. Het water vult bij opwaartse beweging van de vrije waterspiegel de poriën in de grond. Om deze factor, het waterbergend



vermogen van een dijk, voor te stellen wordt in het model gebruik gemaakt van een condensator, die wordt opgeladen bij stijging van de waterspiegel en ontladen bij daling. In het gedeelte van het weerstandsnetwerk dat het gebied nabij de vrije waterspiegel voorstelt, worden dan relais in de knooppunten aangebracht, terwijl in deze punten tevens een verbinding tot stand wordt gebracht met een condensator, die in- en uitgeschakeld wordt al naar er waterbeweging in het betreffende punt optreedt. Op deze wijze wordt de juiste vorm van het stroomvoerend pakket in het model op elk ogenblik geëvenaard. Tegelijk kan door variatie in de grootte van de weerstanden een desnoods van punt tot punt veranderende doorlatendheid van de grond worden nagebootst. Deze verschillen in doorlatendheid, die in de praktijk veelvuldig optreden, kunnen met behulp van geleidend papier slechts globaal in bepaalde gebieden aangebracht worden. Daarbij komt dan nog dat behoudens in enkele gevallen met elektrisch geleidend papier slechts twee-dimensionale verschijnselen kunnen worden benaderd, terwijl het weerstandsnetwerk in zich de mogelijkheden heeft ook drie-dimensionale grondwaterstromen met alle daarbij optredende veranderingen na te bootsen. Een weerstandsnetwerk houdt dus een belangrijke uitbreiding van de mogelijkheden in en levert een betere benadering van de realiteit op dan de tot nog toe toegepaste papieren geleiders. De ontwikkeling van een dergelijk netwerk is dan ook in samenwerking met de afdeling weg- en waterbouwkunde van de Technische Hogeschool in Delft ter hand genomen. In eerste aanleg heeft men een elektrisch analogon gemaakt van een grondkolom waarin de waterspiegel onderhevig is aan een sinusvormige beweging. Het elektrische schema hiervan is weergegeven op een der figuren, terwijl ook een overzichtsfoto van het model is opgenomen. Het elektrische analogon van een dijkprofiel moet nu worden opgebouwd uit een groot aantal met elkaar verbonden secties van dit type, teneinde daarmee het gebied in de omgeving van de vrije waterspiegel in de dijk in model te brengen. De rest van het dijklichaam kan door een weerstandsnetwerk zonder speciale voorzieningen zoals relais en condensatoren worden voorgesteld. De bouw van de diverse secties vergt veel tijd; toch verwacht men uit een groot aantal van deze secties een elektrisch analogon van een dijk te kunnen samenbouwen. Vragen betreffende de dimensionering van de asfaltbekleding van een dijktralud zal men na voltooiing van het complete model snel kunnen beantwoorden, aangezien dan een voor talloze situaties bruikbaar model steeds ter beschikking staat.

De aansluiting van de dam door het Haringvliet op de duinen van Goeree

Vanaf de schutsluis in de dam door het Haringvliet in zuidelijke richting volgen de dammenweg en de toekomstige hoofdwaterkering niet verder hetzelfde tracé; de weg zal rechtdoorgaan naar de hals van Goeree, terwijl de hoofdwaterkering om de buitenhaven heen een richting volgt die loodrecht op het wegtracé staat, teneinde aansluiting te geven op de duinen van Goeree. Het gedeelte van deze hoofdwaterkering dat gelegen is tussen de schutsluis en het Zuiderdiep werd enige jaren geleden reeds voltooid; het is uitgevoerd in de vorm van een met asfalt beklede dijk met een kruinhoogte op N.A.P. + 11 m. Thans rest nog het gedeelte van 1500 m tussen de kop van de asfaltdijk op de Plaat van Scheelhoek en de duinen.

Het bleek in verschillende opzichten aantrekkelijk om dit gedeelte van de hoofdwaterkering niet als een dijk doch als een kunstmatig duin uit te voeren. Vooral nu er een grote hoeveelheid zand vrijkomt bij het opruimen van de bouwput van de uitwateringsluizen en er tegelijkertijd nog ontgravingen worden verricht voor het verlengen van de stortebedden van deze sluizen zal er bij de mond van het Haringvliet een grote hoeveelheid bruikbaar zand vrijkomen, waaraan een goede bestemming kan worden gegeven door verwerking in een kunstmatige duinenrij.

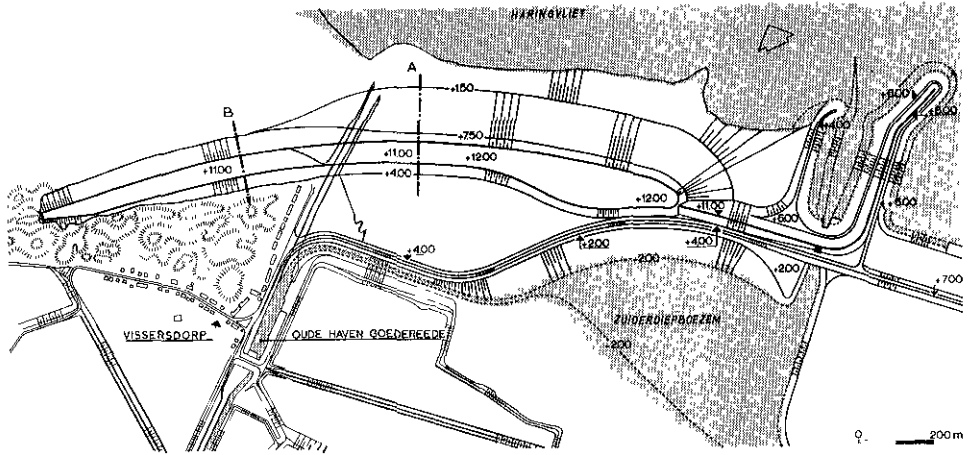
Voor het vaststellen van het vereiste profiel van een waterkerend duin bestaan nog geen geldende regels. Wel is bekend dat een duin onder invloed van een met storm gepaard gaande hoge waterstand, een zogenaamde stormvloedstand, door de golfbeweging zal worden afgevlakt.

Het is echter moeilijk, vooraf te bepalen welke helling zo'n afgevlakt duin, ook wel stormstrand genoemd, aan de zeezijde zal hebben na het optreden van een zeer zware storm.

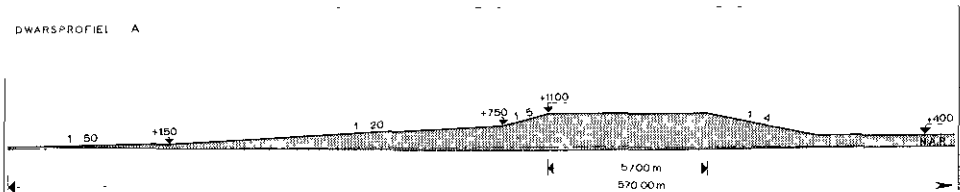
Getracht is om door metingen van opgetreden duinafslag te komen tot het vaststellen van bepaalde relaties, waaruit door extrapolatie het door een zeer zware storm gevormde profiel zou zijn te vinden. Een moeilijkheid hierbij is dat het gevonden verband slechts geldig is voor het betreffende kustvak, en dan nog maar onder de huidige omstandigheden.

Ook door middel van fundamenteel en experimenteel onderzoek tracht men te komen tot de bepaling van de vorm van strand en duin na de afslag tengevolge van een storm. De voorlopige resultaten van deze methoden wijzen in de richting van een stormstrand met een zeer flauw beloop, waarvan de helling die van het natte strand benadert.

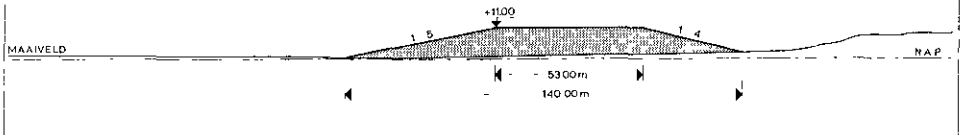
Overzicht en dwarsprofielen van de aansluiting van de dam op de duinen



DWARSPROFIEL A



DWARSPROFIEL B



Het aan te leggen duin valt uiteen in twee gedeelten, gelegen aan weerszijden van de voormalige haven van Gosdereede. Ten oosten daarvan gaat het tracé over een platengebied; voor dit gedeelte is een duin ontworpen, met daarvoor een strand onder een helling van 1 : 50.

Dank zij de ruime hoeveelheid beschikbaar zand kon een duin worden gemaakt met een aan de voorlopige eisen beantwoordend dwarsprofiel.

Het westelijk gedeelte is geprojecteerd op het aldaar voor de duinen gelegen zeer brede voorland, ook wel het groene strand van Goeree genoemd.

Een zo breed grasland buiten de duinvoet als men hier aantreft is een vrij zeldzaam verschijnsel; mede door de zeer grote rijkdom aan plantensoorten heeft dit gebied een bijzondere natuurhistorische waarde.

De breedte van dit voorland, ter plaatse meer dan 1000 m, dempt de golfaanval in sterke mate. Zelfs de stormvloed van 1953 had op dit kustgedeelte geen duinafslag van betekenis ten gevolge.

Volgens de nieuwste inzichten is de breedte van een duin van veel meer betekenis dan een grote hoogte. Een op de in de aanvang vermelde beschouwingen gebaseerde opzet zou geleid hebben tot een groot verlies aan oppervlakte van dit waardevolle terrein. Gezien de breedte van het voorland zal daarom voorlopig worden volstaan met een profiel met een in vergelijking met het theoretisch vereiste vrij steil buitenbeloop van 1 : 5, welk beloop ook bij de aansluitende natuurlijke duinen wordt aangetroffen. Mocht later tengevolge van aanpassing van de kust aan de nieuwe toestand met afgesloten Haringvliet blijken dat de breedte van het voorland aanmerkelijk zou verminderen en de golfaanval op het duin daardoor zou toenemen, dan kan alsnog een verdere aanpassing van het dwarsprofiel van het duin plaatsvinden.

Het duin zal, deels om esthetische redenen, een hoogte krijgen van ongeveer N.A.P. + 11 m: het sluit namelijk aan de ene kant aan op de dijk op de Plaats van Scheelhoek, die een kruinhoogte heeft van N.A.P. + 11 m, en aan de andere zijde op de bestaande duinen, waarvan de toppen tot een hoogte van N.A.P. + 10 à 12 m reiken. De aansluiting van het duin op de dijk, waarbij de asfaltdijk over een zekere lengte in het zandlichaam is opgenomen, is zodanig ontworpen dat de asfaltdijk pas boven stormvloedhoogte uit het veronderstelde profiel van afslag te voorschijn komt, zodat de golven op het zandbeloop zullen doodlopen zonder het dijkbeloop te treffen. De bedoeling hiervan is, het ongunstige effect van discontinuïteiten in het beloop van de zeekering juist ter plaatse van het einde van de dijk zo klein mogelijk te houden. Ter verkrijging van meerdere zekerheid is bovendien de achterzijde van de dijk nog over 200 m lengte in een zandlichaam gepakt.

Om het gehele werk het aanzien van een natuurlijk duin te geven zal het profiel niet strak worden afgewerkt zoals op de tekening is weergegeven, doch zullen de oppervlakken golvend worden aangelegd.

Direct na het aanbrengen van het zand zal moeten worden overgegaan tot het tegengaan van verstuuving door het inleggen met stro en de plaatsing van rijsschermen; tegelijkertijd wordt graan gezaaid en kunstmest gestrooid, waarmee bereikt wordt dat de verstuuving voor enige jaren wordt voorkomen. Nog afgezien van grote zandverliezen zou anders het nabij gelegen vissersdorp van ontoelaatbare zandoverlast te lijden hebben. Daarna kan worden overgegaan tot het aanbrengen van een in botanisch opzicht verantwoorde duinbeplanting, die later de taak van het vasthouden van het zand kan overnemen. De uitvoering van het werk zal plaatsvinden gedurende de jaren 1967 en 1968. De totale hoeveelheid in het duin te verwerken zand bedraagt 3 500 000 m³.

Het zuidelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat

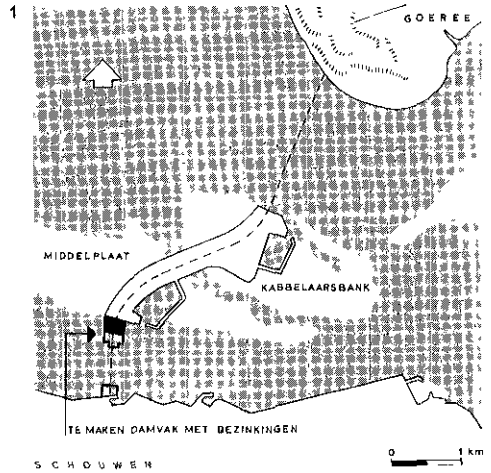
Na de keuze van de sluitingsmethode voor de twee stroomgeulen in het Brouwershavensche Gat, beschreven in het vorige nummer van het Driemaandelijks Bericht, moesten als volgende stap op de weg die uiteindelijk leidt tot de volledige afsluiting in 1971 de bodembeschermingen en de drempels van de beide wintersluitgaten worden ontworpen. Elk van de gekozen afsluitingsmiddelen stelt daaraan eigen eisen. In de Kous, het noordelijk sluitgat, zullen doorlaatcaissons op de drempel geplaatst worden; in het zuidelijk sluitgat vormt de drempel de basis voor de sluitkade die zal worden opgebouwd volgens de methode van geleidelijke sluiting. In dit artikel zal de detaillering van het zuidelijk sluitgat worden toegelicht.

De bodembescherming

Een belangrijk criterium voor de bodembescherming van een sluitgat wordt gevormd door de bij de sluiting optredende ontgrondingen. De grootte en de plaats van de ontgrondingen worden bepaald door een aantal algemeen geldende waterloopkundige regels. Het artikel 'Ontgrondingen in Sluitgaten' in de vorige aflevering van het Driemaandelijks Bericht geeft daarvan een overzicht. Bij de geleidelijke sluiting doen zich nog enkele bijzondere factoren gelden. Tot een hoogte vanaf de bodem van ongeveer driekwart van de totale waterdiepte nemen de ontgrondingen bij verhogen van een sluitkade toe, doordat de turbulentie naar verhouding meer toeneemt dan het debiet kleiner wordt. Boven die hoogte van driekwart van de oorspronkelijke waterdiepte overheerst de vermindering van het debiet de turbulentie; deze hoogte kan als de kritieke hoogte van de sluitkade worden beschouwd. De watermassa in de luwte van de dam wordt door de overtrekkende stroom in een draaiende beweging gebracht; achter de kade ontstaat een zogenaamde 'neer'. De stroom over de kade kan dus de bodem pas weer achter de neer raken, dat is na een lengte van 6 à 8 maal de kadehoogte. Om de diepte van de ontgronding te beperken en te voorkomen dat hij 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 damkruin trekkende stroom zal dan ten allen tijde voor het einde van de verdediging de bodem raken. In het ontwerp is een reserve van ruim 20 m aangehouden, zodat de afmeting van de bodembescherming daarmee bepaald was.

Om ontgrondingen als gevolg van wervelstraten aan de oever te beperken zou het aan-

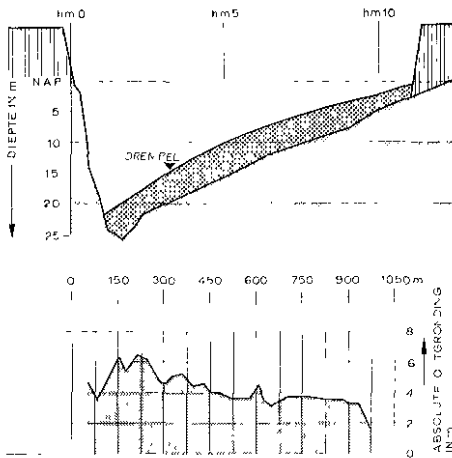
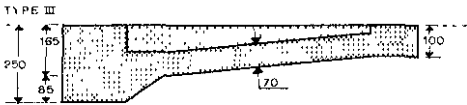
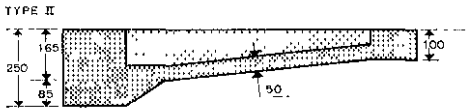
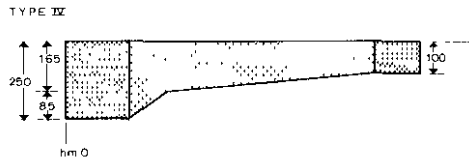
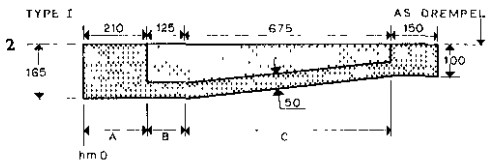
1. Het zuidelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat



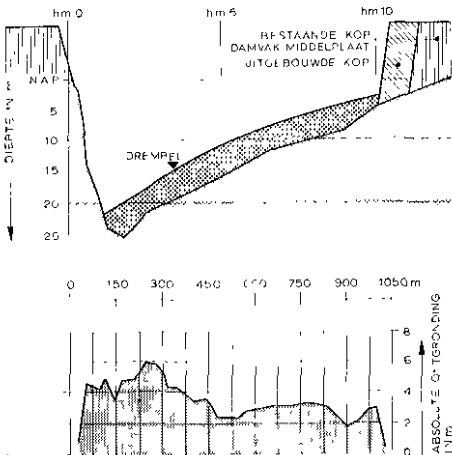
2. Overzicht van de onderzochte typen bodemverdediging

beveling kunnen verdienen daar ter plaatse de bodemverdediging breder te maken. Voor toepassing als bodembescherming komen thans drie constructies in aanmerking, te weten: het klassieke zinkstuk met steenbestorting, de asfaltmestiekmat, die onder andere is toegepast bij de afsluiting van de Grevelingen, en de gegradeerde steenbestorting, zoals die in den drage is toegepast voor de stortebedden van de Haringvliet-sluizen. Elk van deze constructies heeft een eigen toepassingsgebied. Wanneer een bodembescherming moet worden aangebracht over een grote breedte kunnen de verschillende soorten naast elkaar worden toegepast, hetgeen zekere uitvoeringstechnische voordelen heeft. Dit is het geval in een groot deel van het zuidelijk sluitgat. De drempel van het sluitgat kan worden uitgevoerd als een open gegradeerde steenbestorting, de hydraulisch gladde en dichte asfaltmestiekmat kan achter de drempel in het gebied van de bodem neergelegd worden, terwijl de bodembescherming moet worden beëindigd met een rand van ruwe klassieke zinkstukken met bestorting, terwille van de aanpassing van de stroom aan de natuurlijke bedding. Zou in plaats van de zinkstukken asfaltmestiek worden gelegd, dan zou dit hogere watersnelheden langs de bodem opleveren en daardoor een grotere diepte en een steilere aanzethelling van de ontgrondingskuil. Op de steile zuidelijke oever kunnen alleen maar zinkstukken worden aangebracht, omdat asfalt van de helling af zou schuiven en gegradeerde steen er vanaf zou rallen. Omdat de bodemverdediging aan de noordelijke zijde van het sluitgat niet breder hoeft te zijn dan 100 m, is daar geen ruimte voor toepassing van meer dan één type bodembescherming; er zullen dan ook uitsluitend zinkstukken worden gelegd.

Met behulp van deze richtlijnen zijn enige mogelijke oplossingen ontworpen, die in het model van het zuidelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat in het Waterloopkundig Laboratorium 'De Voorst' werden onderzocht. Daarbij bleek, dat een uitbreiding van de bezinking onder de Schouwense oever geen duidelijk gunstig effect heeft op de ontgroningen ter plaatse (in de figuren voorgesteld als type II). Op de overgang van een brede naar een smallere verdediging ontstaan integendeel juist extra ontgroningen. Voorts kwam vast te staan dat een totaal gladde bescherming (type IV) grotere ontgroningen oplevert dan een totaal ruwe (type V). Voor aanpassing van de stroom aan de bodem blijkt een ruwe rand van 50 m breedte voldoende (type I en II); een rand van 25 m is te smal, terwijl een rand van 70 m breedte (type III) of een bodembescherming



De ontgroning in het model zonder uitgebouwde kop op het damvak Middelpilaat en de kabelbaan volgens de as van het damtracé



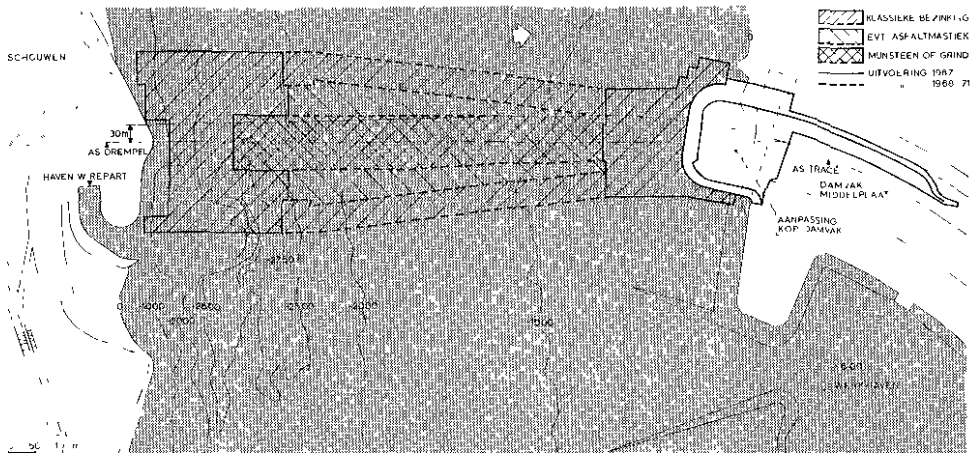
De ontgroning in het model met uitgebouwde kop op het damvak Middelpilaat en de kabelbaan volgens het gekozen tracé

van uitsluitend zinkstukken (type V) weinig verschil in ontgronding laat zien in vergelijking met een 50 m brede rand. Op grond van de resultaten van dit onderzoek verdient een bescherming volgens type I de voorkeur.

De over de kruin van de steenkade trekkende stroom veroorzaakt overdrukken onder de asfaltmastiekmat. Naar de grootte van deze overdrukken is een onderzoek gaande ter bepaling van de dikte die de mat zou moeten verkrijgen. Pas aan de hand van de resultaten van dit onderzoek zullen de uiteindelijke vorm en het type van de bodembescherming bepaald worden

Aanpassing van het damvak op de Middelplaat

Sluiting van de zuidelijke geul met een in de as van de dam geplaatste kabelbaan zou voor de opstelling van de installatie een uitbreiding van het damvak op de Middelplaat aan de zeezijde vereisen. Een dergelijke uitbouw zou echter na de voltooiing van de sluiting weer verwijderd moeten worden; het zou derhalve aantrekkelijker zijn als de voor de opstelling van de installatie benodigde ruimte binnen het uiteindelijke damprofiel gevonden zou kunnen worden. Indien nu de as van de kabelbaan gedraaid zou kunnen worden, biedt het voltooide damvak voldoende ruimte voor de kabelbaan. Die asdraaiing zou men het liefst mogelijk maken door het damvak 160 m in zuidelijke richting te verlengen, wat tevens een welkome besparing aan materiaal voor de sluitkade en de bodembescherming zou opleveren. In het reeds eerder genoemde model van het Brouwershavensche Gat is nu een aantal situaties ingebouwd en onderzocht: één waarbij de as van de baan gedraaid is om het aansluitpunt van de dam op Schouwen tot onder een hoek van 1 : 20 naar het oosten, één waarbij op Schouwen-Duiveland het aansluitpunt van de as 50 m naar het westen en op het damvak Middelplaat 40 m naar het oosten is verplaatst en één waarbij de as 30 m naar het oosten verschoven en daarna om het punt bij de Schouwense aansluiting tot onder een hoek van 1 : 40 naar het oosten gedraaid is. De beste resultaten werden verkregen bij deze laatste variant. Bij het onderzoek is ook bepaald of een uitbouw van de kop toelaatbaar is en welke vorm aan de uitbouw gegeven dient te worden om de ontgrondingen ten gevolge van het verlengen van het damvak in zuidelijke richting tot een minimum te beperken. Het verschil



in ontgroning tussen de situatie met gedraaide en verschoven as en uitgebouwde kop van het damvak op de Middelpaat en de bestaande situatie met de as volgens het tracé van de dam is in een figuur afgebeeld. Daaruit blijkt, dat de ontgroningen in beide gevallen praktisch even groot zullen zijn. Een volgende figuur geeft een overzicht van de gekozen oplossing.

Uitvoering

In het jaar 1967 zal in de zuidelijke geul begonnen worden met de aanpassing van de kop van het damvak op de Middelpaat en met het aanbrengen van de oeverbescherming van klassieke zinkstukken aan de Schouwense oever en aan de zijde van de Middelpaat. De onderbreking van de bezinking op de plaats van de toekomstige drempel wordt opgevuld met een 1 m dikke laag mijnsteen of grind. Deze materialen zijn voldoende stroombestendig en zanddicht om gedurende de jaren die voorafgaan aan de sluiting te fungeren als bescherming van de geulbodem. Tussen de begrenzingen van het in 1967 uitgevoerde werk wordt dan in de jaren 1968-1971 de bodembescherming voltooid. Op de plaats van de drempel wordt daartoe op de bodem eveneens een laag mijnsteen of grind van 1 m dikte aangebracht. De vorm en het type van het laatste deel van de bodemverdediging zal nader vastgesteld worden. In 1970 komt het sluitgat gereed door de opbouw van de drempel uit mijnsteen of grind, afgedekt met stortsteen.

Het dok voor de bouw van doorlaatcaissons bij Nieuw Bommenede

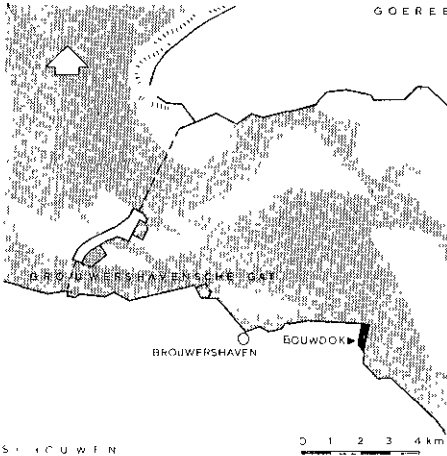
In het vorige nummer van het Driemaandelijks Bericht werd de keuze gemotiveerd van de afsluitmethoden voor de twee stroomgeulen in het Brouwershavensche Gat. Voor de afsluiting van de 1000 m brede noordelijke stroomgeul de Kous is de keuze gevallen op het gebruik van doorlaatcaissons; de twintig benodigde caissons zullen in de buurt van het sluitgat in een bouwdok moeten worden gebouwd.

Uit een ingesteld vooronderzoek is gebleken dat het voordeel biedt deze caissons niet alleen in serie te bouwen, doch ook in één enkel groot dok dat alle caissons kan bevatten in plaats van in een kleiner dok waarin telkens slechts een deel van het benodigde aantal kan worden vervaardigd.

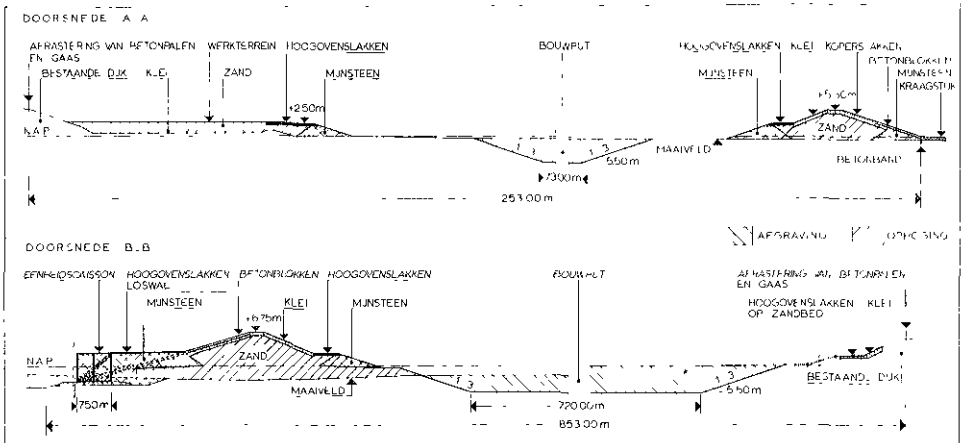
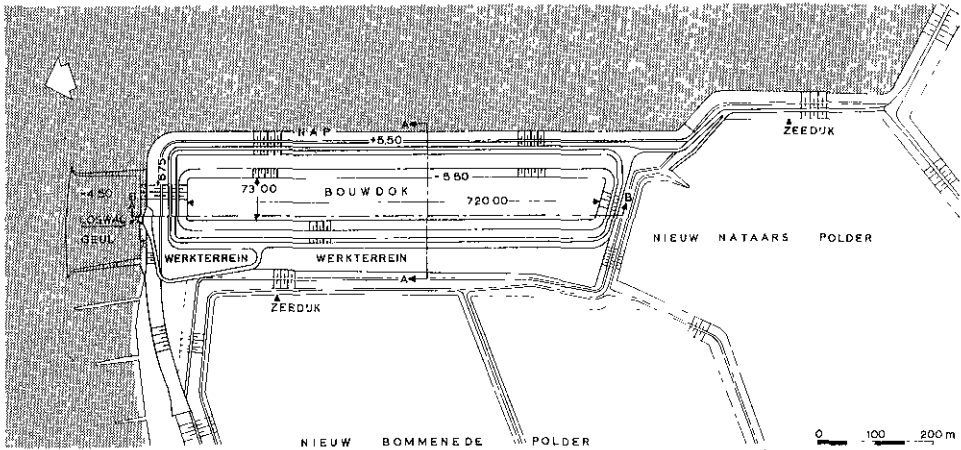
De mogelijkheid werd onderzocht de bouw van de caissons voor het Brouwershavensche Gat te combineren met de bouw van die voor de afsluiting van het Volkerak. Het kostenvoordeel daarvan bleek echter gering, zodat het niet opwoog tegen de nadelen. Het koppelen van twee verschillende afsluitingswerken levert een aantal coördinatieproblemen op, terwijl vanuit een gezamenlijk bouwdok tussen Brouwershavensche Gat en Volkerak ook over een groter stuk open water met de caissons zou moeten worden gesleept. De vaarafstand en de aard van de te volgen vaarroute zijn dus mede bepalend geweest voor de keuze van de plaats van het te maken bouwdok.

Het bouwdok moest verder worden aangelegd op een ondergrond die door zijn samenstelling geschikt is om er doorlaatcaissons van grote afmetingen op te bouwen; het moest langs of zeer dichtbij diep vaarwater liggen, maar ook over land goed bereikbaar zijn voor de aanvoer van materialen. Er is gezocht naar een terrein met zo weinig mogelijk bebouwing in de onmiddellijke omgeving, dat groot genoeg was voor een bouwdok waarin alle caissons in één keer op stapel konden worden gezet.

Rekening houdend met al deze eisen kwam men tot de slotsom dat het buitendijkse gebied langs de zeedijken van de polders Nieuw Bommenede en Nieuw Nataarpolder, oostelijk van Brouwershaven op Schouwen en Duiveland, de meest aangewezen plaats zou zijn voor het bouwdok. De grootte van het bouwdok wordt bepaald door het aantal en de afmetingen van de erin te bouwen caissons. Daarnaast moet dan ook nog voldoende ruimte zijn voor opslag van het bij de bouw te gebruiken materieel, zoals traversen en kranen, en later ruimte voor de sleepboten die de caissons uit het dok moeten wegslepen. De diepte van de put dient zodanig te worden gekozen dat voldoende ruimte aanwezig is tussen de bovenkant van de putvloer en de onderkant van de caissonbodems om de caissons na voltooiing in drijvende toestand uit het dok weg te slepen.



Bovenaanzicht en profielen van het bouwdok



Ter plaatse van de te maken bouwput bestaat de grondslag uit een dik pakket van zeer fijn zand, onderbroken door sliblagen; het slibgehalte is het grootst in het zuidelijk deel van de bouwplaats. Met het oog op de noodzakelijke stabiliteit van de taluds van de put werd een grondmechanisch onderzoek ingesteld, terwijl aan het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening advies is gevraagd omtrent het te verwachten waterbezwaar en de in verband daarmee benodigde capaciteit van de in de put te installeren bronbemaling; het advies betreffende de bronbemaling wordt nog ingewacht.

De put waarin de caissons zullen worden gebouwd zal in het schor worden uitgegraven en aan twee zijden omringd worden door een dijk die aansluit op de zeedijk van Schouwen-Duiveland, die de beide andere zijden van de put omsluit. De om de bouwput te leggen ringdijk zal worden opgebouwd uit een kern van zand tussen twee zogenaamde teenkaden van mijnsteen. Het dijklichaam wordt aan de zeezijde verdedigd met beton- en koperslakblokken, aangebracht op een mijnsteen- of kleilaag. De binnenbeplopen worden afgedekt met klei. Aan de noordzijde van de put komt de kruin van de ringdijk te liggen op een hoogte van N.A.P. + 6,75 m, terwijl de kruin van de oostelijke ringdijk een hoogte van N.A.P. + 5,50 m zal krijgen. Dit hoogteverschil houdt verband met de meer of minder beschutte ligging van de verschillende dijkgedeelten.

Aan de noordzijde van het dok zal een toegangsgeul naar het diepe Brouwershavensche Gat worden gebaggerd. In deze geul zal tegen de ringdijk een eenvoudige loswal worden gemaakt met behulp van een eenheidscaisson van 6 m hoog, 7,50 m breed en 11 m lang. Langs de westzijde van de put, dus langs de zeedijk van de polder Nieuw Bommenede, zal een werkterrein aangelegd worden, waarop de betoninstallaties opgesteld en materialen opgeslagen kunnen worden. Rondom de bouwput zal een verharde werkweg worden aangelegd die middels op- en afritten wordt aangesloten op de loswal aan de noordzijde en op de verkeersweg langs de zeedijk aan de zuidzijde van het bouwdoek. De bodemdiepte van de bouwput zal voorlopig 5 à 5,50 m beneden N.A.P. bedragen. In een later stadium van het werk zal de diepte worden vergroot tot N.A.P. - 6 m. In de bodem zal, voordat met de bouw van de caissons wordt begonnen, een enkele decimeters dik filterbed van grof materiaal worden ingegraven. Door deze poreuze onderlaag krijgt het water, wanneer de bouwput wordt geïnundeerd, gemakkelijk toegang tot overal onder de caissonbodem, waardoor de caissons vlot kunnen loskomen en opdrijven.

Daar de mogelijkheid niet is uitgesloten dat voor de uitbouw van het damvak tussen de Goereese kust en de noordelijke rand van de Kous een groot aantal eenheidscaissons zal worden gebruikt, is het bouwdoek zodanig bemeten, dat aan weerszijden van de put ruimte voor de bouw van deze kleinere elementen beschikbaar is. Ten behoeve van deze bouw moeten dan te zijner tijd de thans op omstreeks N.A.P. langs de put gelegen oostelijke of westelijke berm tot een diepte van N.A.P. - 2,50 m worden verlaagd.

Met het maken van het bouwdoek zal binnenkort worden begonnen; het werk moet dan in het voorjaar van 1968 voltooid zijn. Onmiddellijk daarna dient te worden begonnen met de bouw van de doorlaatcaissons, die in het najaar van 1970 gereed zullen moeten zijn.

B. De werken langs de Westerschelde en de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen en Walcheren

Versterking van de hoogwaterkering van de Nieuw-Neuzenpolder

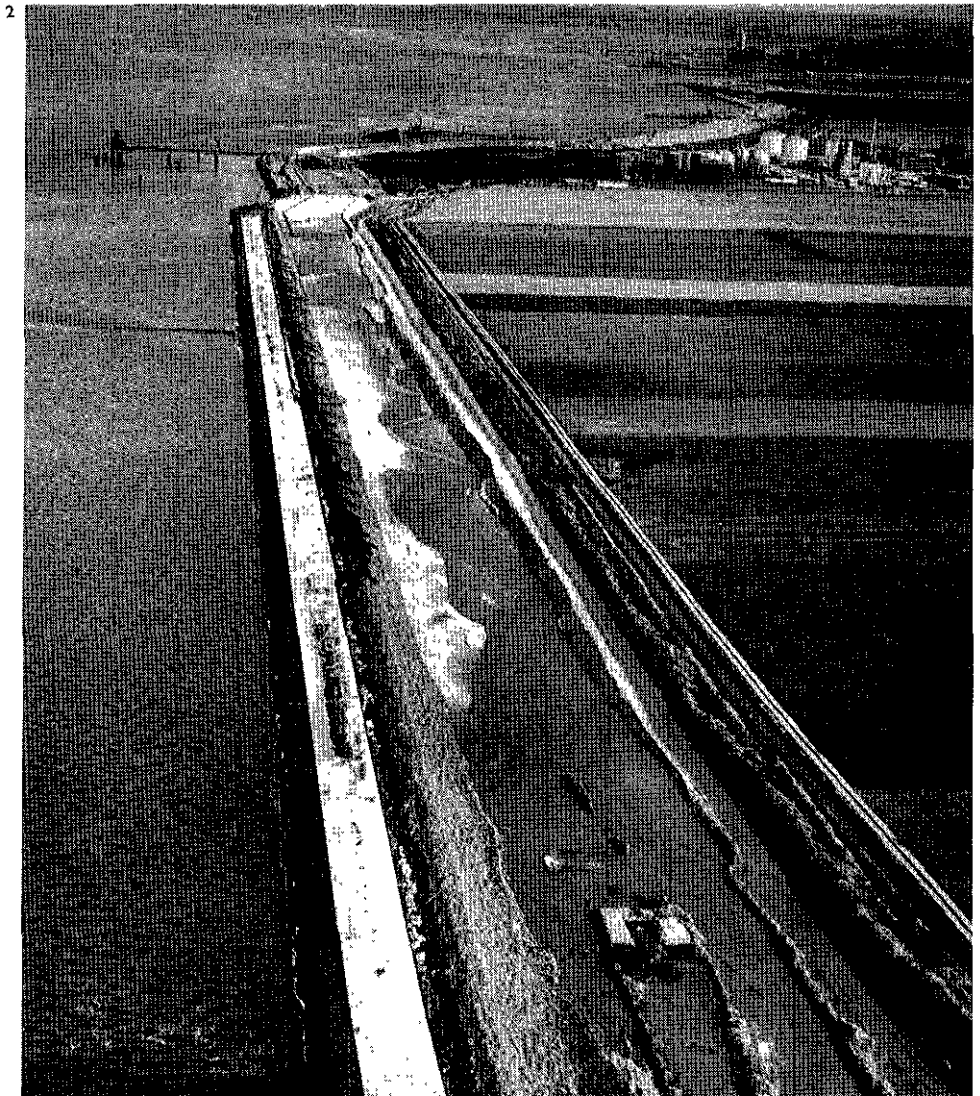
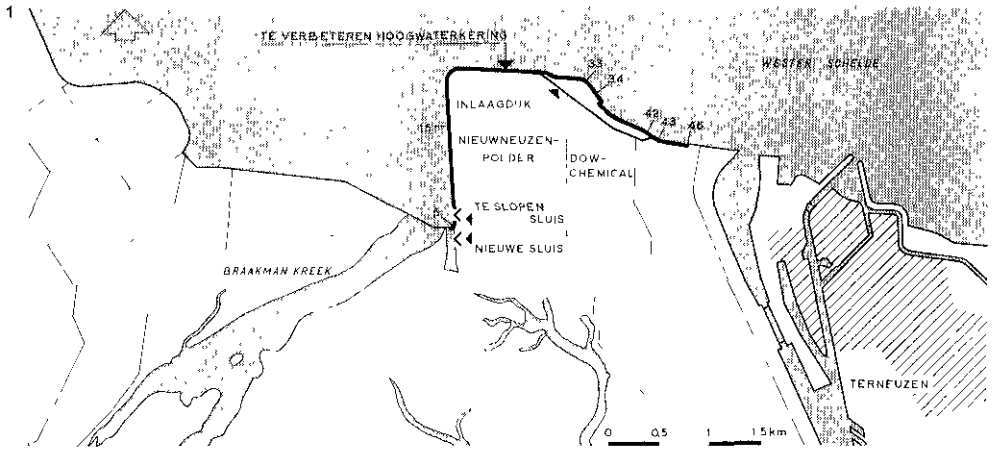
Tussen de Braakmanskreek en Terneuzen aan de Westerschelde ligt de calamiteuze Nieuw-Neuzenpolder, vroeger een geheel agrarisch gebied, maar van industrieel belang geworden door de vestiging in 1963 van een chemische fabriek van het Dow Chemical concern, dat zijn emplacements daar nog steeds uitbreidt. De versterking van de gehele hoogwaterkering van deze polder heeft de eerste urgentie gekregen. De bestaande dijk heeft een kruinhoogte tussen N.A.P. + 5,40 m en N.A.P. + 6,50 m; slechts ter plaatse van de dijkdoorbraak van 1953 ligt de kruin op N.A.P. + 7,40 m; hij loopt van de aansluiting op de zeedijk van de Braakmanpolder over een lengte van 4200 m naar een punt waar hij zal aansluiten op de nog aan te leggen Westhavendijk van de zeevaarhaven te Terneuzen. Het buitenbeloop en het verdedigde onderwaterbeloop van de dijk hebben een helling van ongeveer 1 : 3 en het binnenbeloop een helling die varieert tussen 1 : 1½ en 1 : 2. De buitenberm, op een hoogte van N.A.P. + 3,30 m, heeft breedten tussen 7 en 13 m. Achter het oostelijk deel van de zeedijk ligt sinds 1869 een inlaagdijk. De gehele vooroever is aaneengesloten verdedigd, als verweer tegen in het verleden veelvuldig opgetreden oever- en dijkvallen. Er is vrijwel nergens voorland aanwezig.

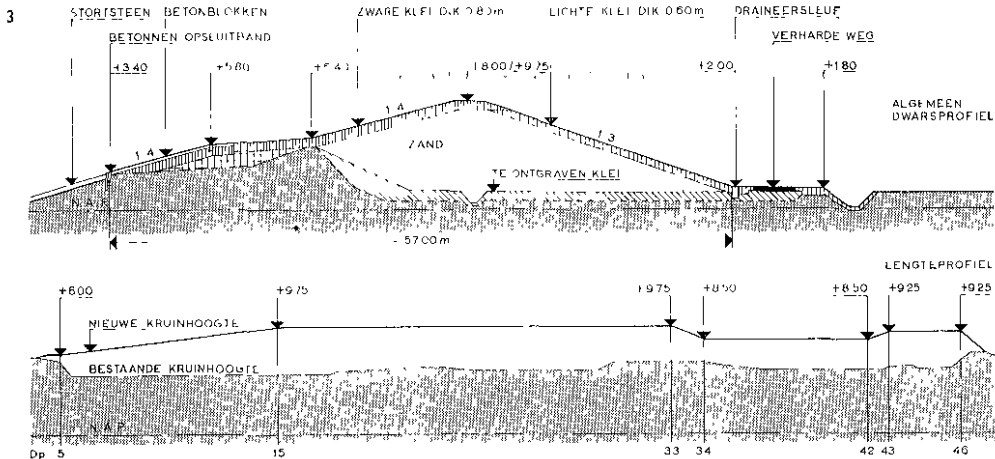
De nieuwe dijk

De versterking wordt uitgevoerd als een verzwaring en verhoging aan de landzijde van de bestaande dijk. Op een enkele bochtverbetering na wordt dan ook over de gehele lengte van het werk het tracé van de oude zeedijk gevolgd. Met behulp van duikers werd een onderzoek ingesteld naar de toestand van de oeververdediging onder water. Het resultaat was bevredigend. Ook uit peilingen van de vooroever van de laatste tientallen jaren bleek geen noemenswaardige verandering van het profiel, zodat besloten kon worden de inlaagdijk af te graven en met de uitkomende specie, voorzover bruikbaar, het zandlichaam van de nieuwe dijk te bekleden.

De kruinhoogte van de nieuwe hoogwaterkering zal niet op alle plaatsen dezelfde zijn; afhankelijk van de ligging van de dijk ten opzichte van de overheersende windrichting varieert ze van N.A.P. + 8 m tot N.A.P. + 9,75 m. De kruinbreedte wordt 2,50 m.

Uitgaande van een stormvloedstand ter plaatse van N.A.P. + 5,80 m trekt men het bestaande waterbeloop van N.A.P. + 3,40 m onder een helling van 1 : 4 tot deze hoogte





1. Overzicht van de dijkversterking
2. De dijkversterking in uitvoering, aug 1966
3. Lengte- en dwarsprofiel

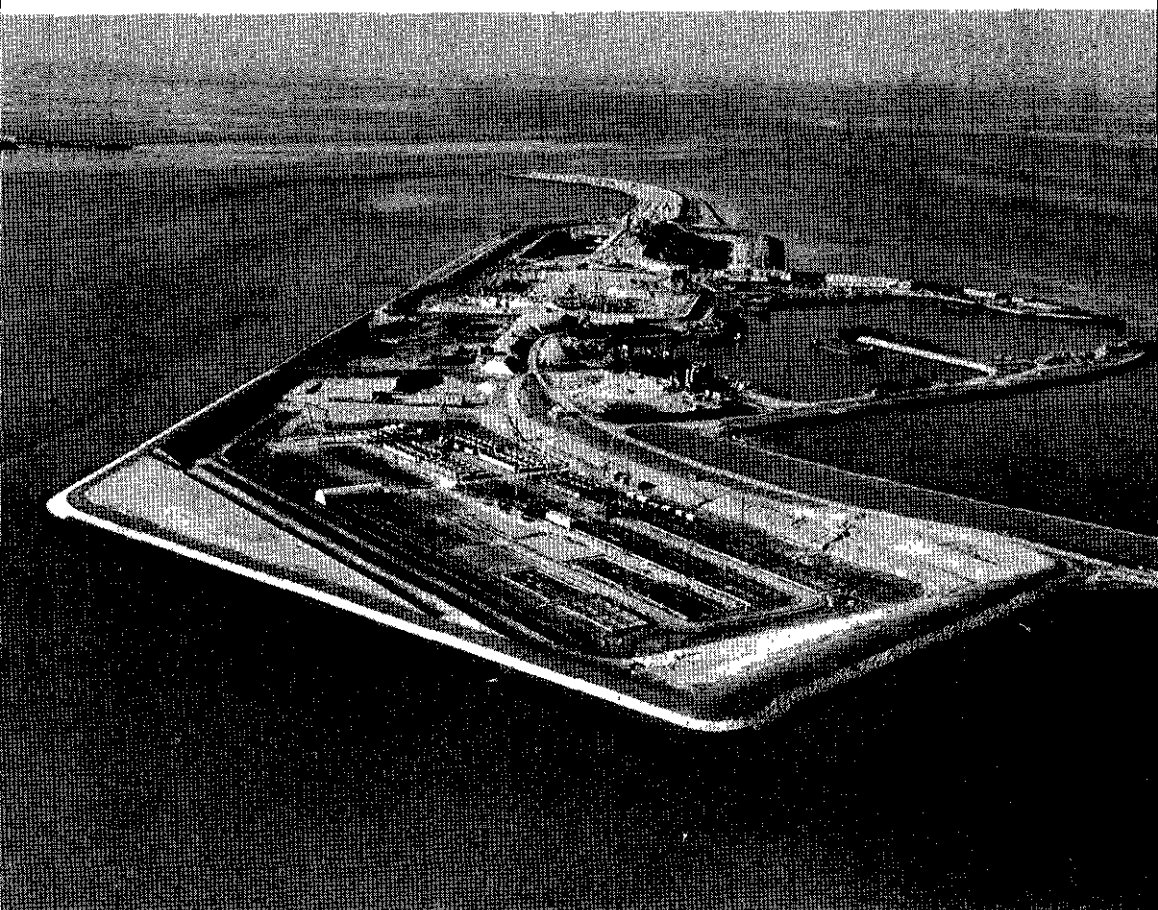
op, en verdedigt het met een glooiing van betonblokken, opgesloten tussen betonbanden. De buitenberm verkrijgt een breedte van 9 m, behalve bij de noordwesthoek van de dijk, waar de breedte 14 m zal bedragen. Het buitenbeloop wordt aangelegd met een helling van 1 : 4, het binnenbeloop onder een hellingshoek van 1 : 3. De binnenberm wordt 8,50 meter breed; erop zal een verharde weg komen van 4 meter breedte.

Voor de zandkern van de nieuwe dijk is $\pm 1\ 000\ 000\ m^3$ zand nodig, dat aan de noordelijke oever van de Pas van Terneuzen in de Westerschelde wordt onttrokken. De kleibekleding van de buitenberm, het buitenbeloop en de kruin krijgt een dikte van 80 cm, de kleibekleding van het binnenbeloop wordt 60 cm dik. De hiervoor benodigde klei, $\pm 200\ 000\ m^3$, wordt verkregen door afgraving van het bouwland in de inlaag, van de inlaagdijk zelf, van bouwland dat door aanleg van de nieuwe dijk in beslag wordt genomen, en uit een eerder aangelegd depot, waarvan de klei afkomstig is van het afgegraven terrein van Dow Chemical.

De bestaande uitwateringssluis in de hoogwaterkering, die dateert uit 1816, zal worden gesloopt. Binnendijs wordt een nieuwe uitwateringssluis gebouwd ten zuiden van de zeedijk van de Braakmanpolder, hetgeen de veiligheid verhoogt. De waterlozing op het buitenwater vindt dan plaats via deze uitwateringssluis, de spuikom voor de Lovenpolder en de uitwateringssluis in de zeedijk van de Braakmanpolder.

Het onderhavige werk werd door het Bestuur van de Waterkering van de calamiteuze polder Nieuw-Neuzen op 22 december 1965 aanbesteed. De laagste inschrijver op het bestek, waarbij geen verrekening van wijziging in lonen en sociale lasten plaatsvindt, was het N.V. Aannemingsbedrijf Gebr. Geldof te Serooskerke (Walcheren), aan welk bedrijf het werk voor een bedrag van f 6 235 000,- werd gegund. Op 7 februari 1966 is met de werkzaamheden begonnen. Het gehele werk moet voor de eerste maal worden opgeleverd op 20 mei 1968.

Het werkeiland met het bouwdok voor de caissons in de Lauwerszee, opname van oktober 1966



D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

De afsluiting van de Lauwerszee met doorlaatcaissons

Als alles volgens de plannen verloopt, zal de Lauwerszee in het eerste halfjaar van 1969 met behulp van doorlaatcaissons worden gesloten. De overwegingen die hebben geleid tot de keuze van deze sluitingsmethode staan uitvoerig uiteengezet in nummer 37 (augustus 1966) van het Driemaandelijks Bericht.

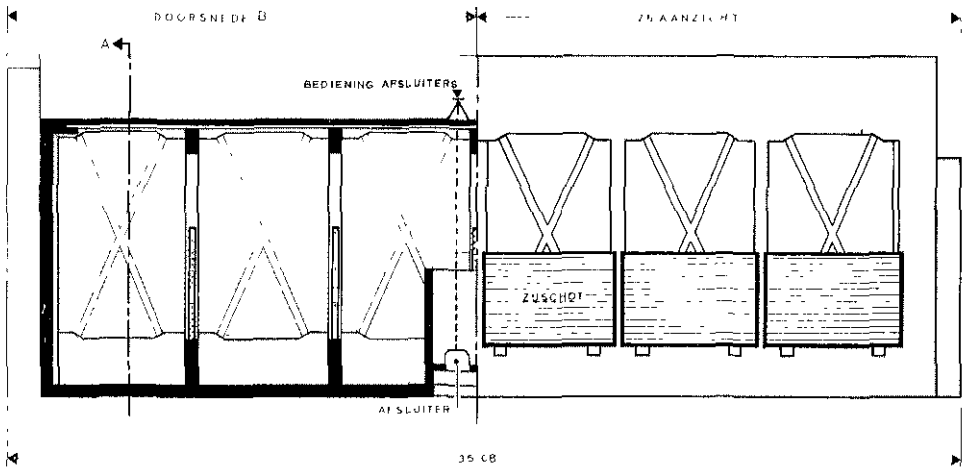
Het programma van eisen voor het ontwerp van de doorlaatcaissons leidde tot een ontwerp dat veel overeenkomst vertoont met de doorlaatcaissons voor het Veersche Gat. Niettemin is er één omstandigheid, waardoor de detaillering van de Lauwerszee-caissons verschilt van de tot dusver in het Deltagebied gebruikte caissons. Het grote probleem bij het ontwerp van de caissons voor de afsluiting van de Lauwerszee was namelijk gelegen in de omstandigheid dat in korte tijd het grote aantal van vijftientwintig caissons geplaatst, gesloten en geballast moet worden. In de volgende beschouwing wordt een overzicht gegeven van de problemen die zich in dit opzicht voordeden en de oplossingen die ervoor zijn gevonden.

Constructie van de caissons

In Driemaandelijks Bericht nr. 37 wordt uiteengezet hoe de hoofdafmetingen van de zes-entwintig caissons – waarvan één reserve – werden vastgesteld. Hieronder staan de afmetingen nog eens bij elkaar:

lengte, met inbegrip van ribben op de kopwand		33,08 m
breedte		15,00 m
hoogte		12,00 m
breedte van de doorstroomopeningen, 6 x 5,08 m		30,48 m
gewicht, gereed voor het zinken	1845 t	
diepgang		3,60 m
'volumegegewicht', voor het zinken		0,31 t/m ³
onderkant van de vloer, na plaatsen	N.A.P. –	6,50 m
bovenzijde van de drempel, na plaatsen	N.A.P. –	4,50 m
plafond van de doorstroomopening, na plaatsen	N.A.P. +	3,00 m

De Lauwerszee-caissons bestaan uit een bodembak, die als drijflichaam dienst doet en daartoe tijdelijk wordt verhoogd met zijschotten, en een hoog gelegen ballastbak, die



door middel van betonnen kolommen rust op de onderbak. Loodrecht op de as van de caissons staan vijf dwarsschotten en twee kopwanden, die de caisson in zes compartimenten of doorstroomopeningen verdelen.

De draagconstructie van de caisson bestaat uit drie hoofdliggers, in de lengterichting van de bodem- en de hooggelegen ballastbak. De wanden van bodem- en ballastbak vormen de onder- en de bovenrand van iedere ligger; daartussen zijn kolommen aangebracht, terwijl het geheel is verstijfd met stalen diagonaalverbanden. De kopwanden en de dwarschotten verstijven het gehele samenstel in de dwarsrichting.

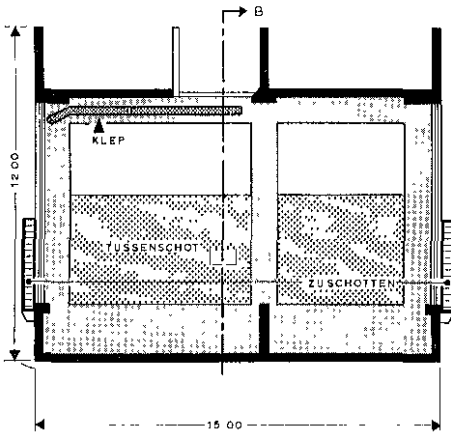
De drie langliggers kunnen worden beschouwd als vakwerken met zeer stijve onder- en bovenranden. De constructief meest rationele oplossing wordt verkregen als elk van de drie langwanden een derde deel van de belasting opneemt. Deze toestand wordt zo goed mogelijk benaderd door de tussenschotten zeer stijf te maken. Dit is een van de redenen waarom deze schotten niet als een open portaal zijn uitgevoerd, maar als bijna geheel gesloten wanden.

In het artikel 'De ontwikkeling van doorlaatcaissons sinds de sluiting van het Veersche Gat' in het Driemaandelijks Bericht nr 34 (november 1965) is uiteengezet dat een caisson eventueel alleen onder de beide uiterste of onder de middelste compartimenten kan worden ondersteund. Van een dergelijke ondersteuning is bij het ontwerp van de caissons voor de Lauwerszee uitgegaan.

De berekening van de zeer veelvoudig statisch onbepaalde langligger werd uitgevoerd met behulp van een rekenautomat, waarbij gebruik kon worden gemaakt van het rekenprogramma dat in opdracht van de Deltadienst voor dergelijke berekeningen is ontwikkeld. Het was op deze manier mogelijk om in zeer korte tijd de onder verschillende omstandigheden in de constructie optredende krachtenverdeling te bepalen. De gevolgen van de wijzigingen in de constructie die naar aanleiding van de resultaten van deze eerste berekeningen noodzakelijk waren, konden eveneens binnen zeer korte tijd en tegen geringe extra kosten worden bepaald. Juist bij deze gecompliceerde betonconstructies, die zesentwintig maal moeten worden vervaardigd, kon door de inschakeling van een computer veel tijd en geld worden bespaard.

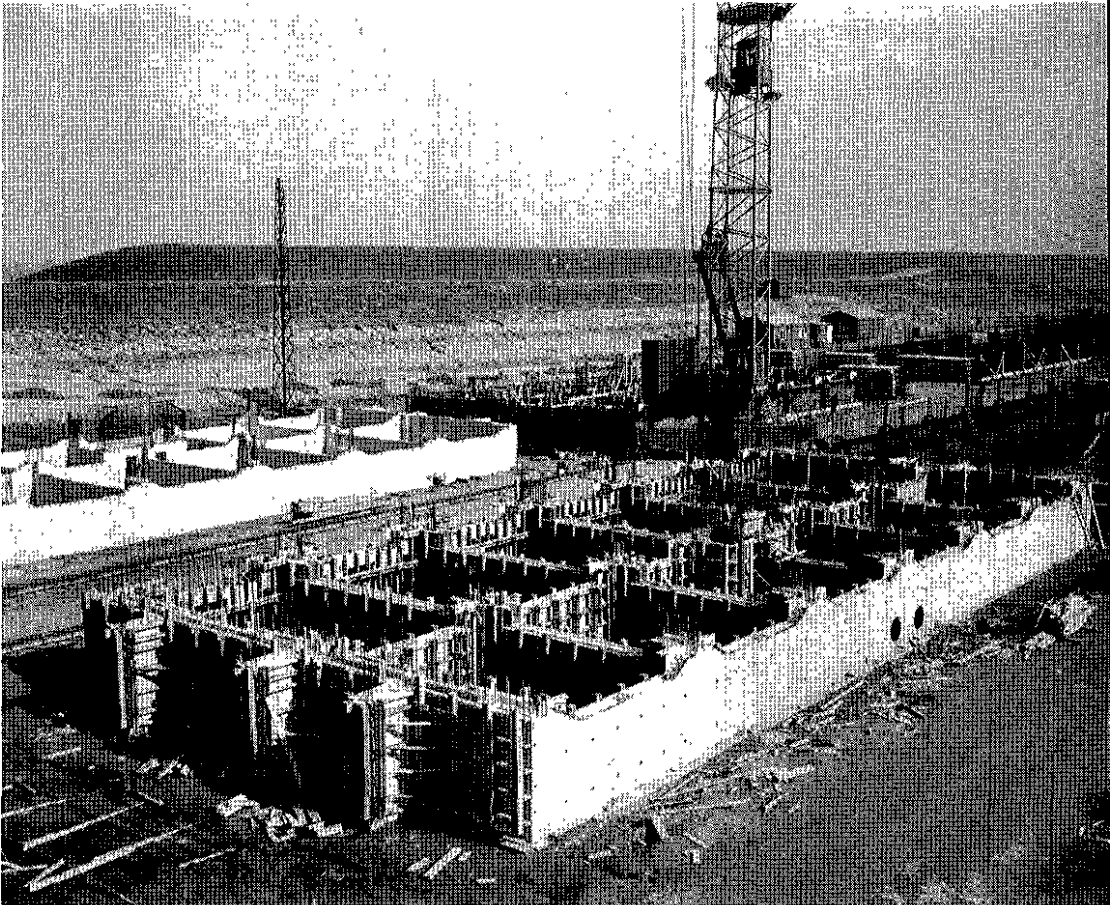
Naast de verticale krachten werken op de geplaatste caissons in dwarsrichting de waterdruk en de golfdruk.

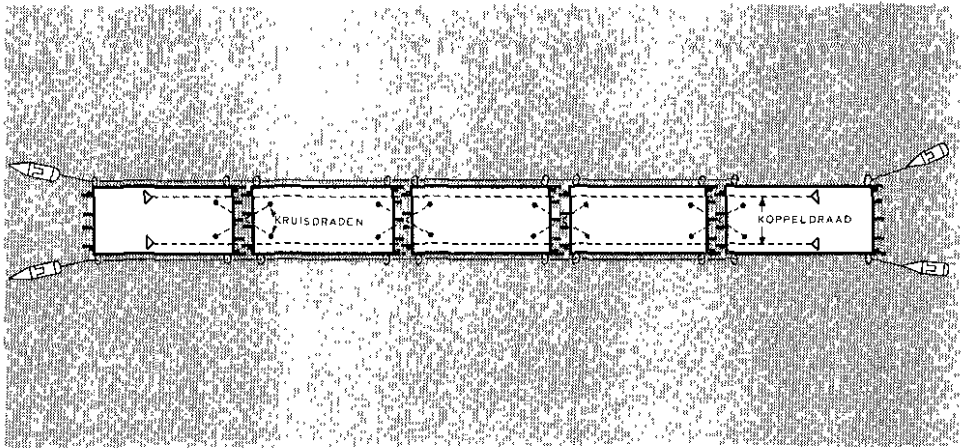
DOORSNEDE A



Aanzicht en doorsnedes van de doorlaatcaisson

De onderbakken voor de caissons in aanbouw



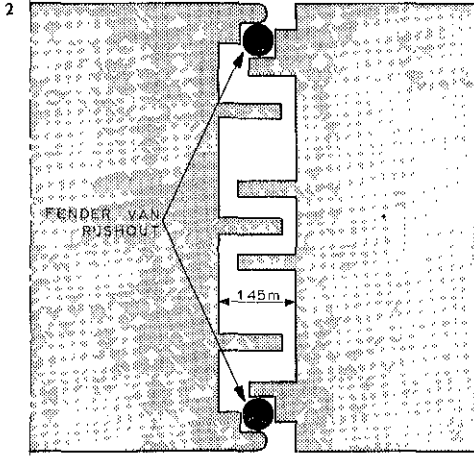


In uiterst zeldzaam voorkomende gevallen zullen stoten van 33 t/m caisson, dus van totaal 1000 t per caisson kunnen optreden. Deze krachten zullen trachten de caisson in dwarsrichting over de drempel te verplaatsen, maar de wrijving tussen de caissonbodem en de stenen drempel is bij het totale gewicht van de caisson met zandballast voldoende om dit te voorkomen: de maximaal benodigde wrijvingscoëfficiënt van 0,41 treedt ook inderdaad op.

De doorstroomopeningen van de caissons zullen alle worden voorzien van kleppen. De caissons worden gebouwd in een bouwput van 350 bij 120 m, die door middel van een open bemaling wordt drooggehouden. De bouwput grenst aan het werkeiland in de Lauwerszee. De bodem van deze bouwput ligt op N.A.P. - 3,95 m. Met de bouw van de caissons is aangevangen in juni 1966; eind 1968 moeten ze zijn voltooid.

Het varen met de caissons.

De caissons worden drijvend gemaakt door het benedenste gedeelte van de doorstroomopeningen af te sluiten met zijschotten. De schotten worden samengesteld uit gecreosoteerde houten balken, aan elkaar verbonden met spanstaven. Voor waterdichte aansluiting tegen de caisson wordt een driehoekig rubberprofiel aangebracht. De schotten passen van anderen in een aan de caisson bevestigde oplegstoel, aan de bovenzijde worden zij vastgehouden door een grendel. Deze grendel is zo gemaakt, dat het schot al dadelijk met enige kracht tegen de caisson wordt aangedrukt, zodat reeds tijdens het stijgen van het water in de bouwput waterdichte afsluiting is gewaarborgd. Als de schotten later weer moeten worden verwijderd, kan de grendel van de ballastbak af worden gelost door een ruk aan een nylon trekdraad. Om kleven van een caisson op de bodem van de bouwput tegen te gaan, is een filterconstructie ontworpen op de bodem van de bouwput; ze bestaat uit een zanddicht nylonweefsel, zogenaamd polyprop, waarop een 7 cm dikke laag filtergrind wordt aangebracht. Hierop wordt een werkvloer van watervast hardboard gelegd, die na het storten van de vloer van de bodembak aan die vloer verankerd blijft. Mocht er ondanks dit filter niettemin onderdruk onder de caissonvloer blijven, waardoor die zou blijven vastkleven, dan kan alsnog water onder de caissonbodem worden geperst door in de vloer ingestorte buisjes.



1. Schema van het koppelen van de caissons

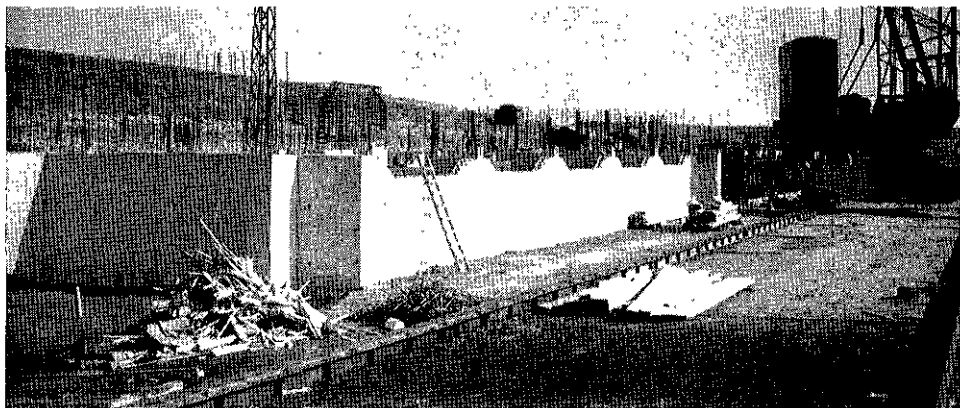
2. Bovenaanzicht van het verende draaipunt tussen twee caissons

De blokkering van het sluitgat zal plaatsvinden in het voorjaar van 1969. In verband met de voorbereidende werkzaamheden, de weersomstandigheden en de lengte van de dagen in die periode zal de eerste caisson niet vroeger kunnen worden geplaatst dan omstreeks half april. Alle caissons moeten worden geplaatst tijdens het moment van laagwater, bij voorkeur bij daglicht en niet gedurende de weekenden of feestdagen. Het aantal voor plaatsing geschikte laagwaters wordt door deze eisen nogal klein. Zou er bij elk geschikt laagwater één caisson worden geplaatst, dan zou de sluitingsoperatie veel te lang duren. De stroomsnelheden over de drempel nemen namelijk snel toe naarmate er meer caissons worden geplaatst, zodat de periode met felle stromingen te lang zou duren. Bovendien zou er in het sluitingsjaar onvoldoende tijd overblijven om na de sluiting over de caissons het zandlichaam van de dijk aan te brengen. Er moeten dus meer caissons tegelijkertijd worden geplaatst; daartoe zullen de caissons worden gekoppeld tot eenheden van twee, drie en vijf stuks.

De aldus gevormde eenheden moeten zo star zijn, dat ze zonder moeite met behulp van sleepboten op de goede plaats kunnen worden gebracht; anderzijds moeten zij zo flexibel zijn, dat de in de koppeling optredende krachten nimmer catastrofaal worden. Gekoppelde caissons hebben de neiging om onder invloed van golfslag, stroming en wind ten opzichte van elkaar te gaan slingeren – bewegen om de langsscheepse as –, stampen – bewegen om de dwarsscheepse as –, draaien – waarbij de lengteassen een hoek vormen, zowel horizontaal als verticaal – en verschuiven, zowel in horizontale als in verticale richting.

In het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen is het na een aantal proeven gelukt een zodanig flexibele koppeling te maken, dat bij geen der bovengenoemde bewegingen de veiligheid in de koppeling wordt overschreden. Een gelukkige omstandigheid hierbij bleek te zijn, dat de normaal te verwachten golfslag de caissons nauwelijks doet bewegen, zodat vrijwel uitsluitend de door de stroming en het slepen opgewekte krachten moeten worden opgenomen.

De elastische koppeling wordt zo uitgevoerd, dat de caissons in de bovenste hoeken van de kopwanden ten opzichte van elkaar kunnen scharnieren. Hiertoe zijn op de kopwanden betonelementen aangebracht, die tezamen met een 70 cm dikke rijshouten wiep als verende spil een draaipunt vormen. De caissons worden door middel van twee met



tien ton voorgespannen kabels in de lengterichting verbonden. Deze kabels, die ter vergroting van de elasticiteit nog worden voorzien van nylon rekkers, komen in de ballastbakken, dus boven op de caissons. De korte zijden van de ballastbakken zijn hier toe opgehouden.

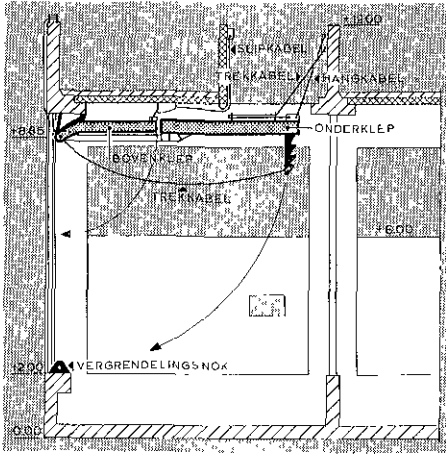
Bij het slepen van de caissons zouden de door het slepen opgewekte krachten door de koppeldraden moeten worden opgenomen. Om dit te voorkomen worden de sleepkabels vastgemaakt aan de achterste caisson van de reeks en vervolgens langs de zijwanden naar voren geleid, zodat de caissons als het ware door de achterste caissons worden opgeduwd. De koppeldraden doen dus uitsluitend dienst om de caissonreeks goed gestrekt te houden.

Het is niet noodzakelijk dat de caissonreeksen al dadelijk in de bouwput worden samengesteld. De caissons worden eerst afzonderlijk via het Nieuwe Robbengat naar het vaarwater naar Oostmahorn gevaren en daar in ruim water op een daartoe bestemde koppelplaats samengesteld. Met de gekoppelde caissons behoeft dan slechts over korte afstand te worden gevaren.

Plaatsing van de caissons in het sluitgat

Nadat een samenstel van caissons op een gunstig moment met betrekking tot het getij door het overblijvende sluitgat van de Lauwerszee naar het wad is gesleept, wordt de caissonreeks tijdens de ebperiode, dus wanneer het water uit de Lauwerszee naar buiten stroomt, geparkeerd, ongeveer op dezelfde wijze als destijds bij het Veersche Gat. Wanneer de kentering waarop de eb overgaat in de vloed komt doorzetten, wordt de caissonreeks naar de drempel gebracht en vervolgens ingedraaid. Op het moment van de kentering wordt de caissonreeks als één geheel gezonken.

Voor het toelaten van water zijn in het midden van de caissons twee afsluiters aangebracht. Bij het zinken komt het water door openingen in de bodem en in de zijwand via deze afsluiters in een bun. In deze bun zijn weer openingen aangebracht, die zo zijn gevormd, dat de watertoetreding in de caissons gelijkmatig plaats vindt. Hierdoor wordt de invloed van de asymmetrische ligging van de middelste rib van de bodembak ongedaan gemaakt. De caissons moeten gemiddeld over een afstand van 1,60 m zakken; dit



1. Voltoorde onderbak van een doorlaatcaisson

2 Dwarsdoorsnede van de caisson met de onder- en bovenkleppen

duurt ongeveer 6 minuten. Hierna moeten de waterspiegels in en buiten de caissons zo snel mogelijk gelijk komen, om de zijschotten die dienen voor tijdelijke afsluiting te kunnen verwijderen.

De opkomende vloedstroom zou de zijschotten aan de waddezijde met grote kracht tegen de caissons drukken, zodat het bijzonder moeilijk zou zijn ze nog los te krijgen. Om nu het buitenwater snel in de caisson te laten vloeien, worden vlak voordat de caisson op de bodem staat houten luikjes in de zijschotten geopend.

Dadelijk na het zinken worden de caissons geballast door de bovenbak vol te spuiten met zand. Door deze ballast krijgen de caissons voldoende gewicht om verschuiving over de drempel te voorkomen. De openingen aan de korte zijde van de bak moeten vóór het volspuiten met schotbalken worden afgesloten. Per caisson kan ongeveer 1000 m³ ballastzand worden aangebracht. Snelle ontwatering van het opgespoten zand wordt bevorderd door een drainage-systeem met plastic buizen, die via openingen in de zijwanden van de ballastbak lozen.

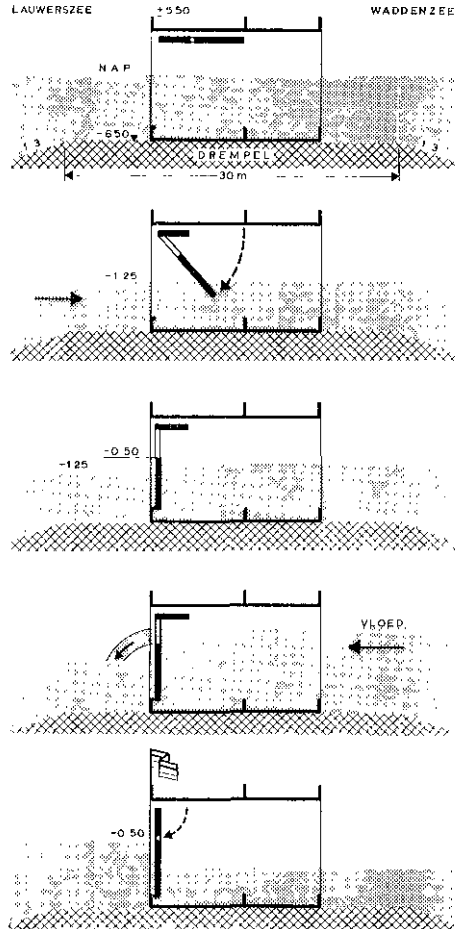
Om een doorgaande kering te vormen vult men de kamers die ontstaan door het in elkaar grijpen van de op de kopwanden van twee caissons aangebrachte ribben, met stortsteen en mijnsteen. Vervolgens worden tussen de caissons overbruggingen gemaakt met behulp van de inmiddels vrijgekomen zijschotten; zo wordt een doorgaande verbinding gevormd over de reeds geplaatste caissons.

Tegen de opstaande randen van de onderbak aan de waddezijde worden ter vermindering van de onderloopsheid aanstortingen van loodslakken en bazaltsteen gemaakt.

Afsluiting van de doorstroomopeningen

Vanwege de grote lengte en kwetsbaarheid van de smalle caissonreeks heeft men gezocht naar een systeem waarvan de bedrijfszekerheid onder alle omstandigheden gewaarborgd is. Vooral ook omdat het hier om zulke grote aantallen afsluitmiddelen gaat, wilde men het neerlaten ervan zo mogelijk zonder mechanische aandrijving doen plaatsvinden.

De Lauwerszee-caissons worden daarom voorzien van kleppen die, met het oog op de sluitingsprocedure, verdeeld zijn in onder- en bovenkleppen. Boven de tot nu toe bij de



De sluitingsprocedure

Deltawerken gebruikelijke schuiven bieden kleppen enige belangrijke voordelen, waaronder als eerste een grote bedrijfszekerheid te noemen valt. Een klep wordt niet gemakkelijk in zijn bewegingen belemmerd, zelfs niet als de caisson als gevolg van een zeer ongunstige belasting of van een aanvaring enige vervorming ondergaat. Er zijn geen bewegingswerken bij nodig, want de klep wordt na het losmaken van een klink door de zwaartekracht in beweging gebracht. De val wordt door het water min of meer gedempt.

Hiertegenover staan enige nadelen. De kleppen maken de constructie van de caissons in dwarsrichting asymmetrisch. Met het oog hierop dient de middelste langswand ook asymmetrisch te worden geplaatst, zodanig dat de caisson horizontaal blijft drijven. Een nevenvoordeel is dat er meer ruimte komt voor de klepbeweging. Een klep zonder grendel is slechts naar één zijde waterkerend. Door het aanbrengen van getande grendels,

die automatisch dichtvallen zodra de klep een verticale stand heeft bereikt, wordt echter voorkomen dat de klep bij laagwater op de Waddenzee weer open zou worden gedrukt. De dichting is dan weliswaar niet volledig, maar dit is voor het bedrijf geen bezwaar. De vergrendeling is zo uitgevoerd, dat de klep ook nog wordt vastgehouden wanneer hij door welke oorzaak dan ook niet geheel zou kunnen worden gesloten. Een stuk hout tussen de klep en de aanslag behoeft dus geen ernstige gevolgen te hebben.

Voor het organiseren van de sluiting is het van buitengewoon belang dat de kleppen al kunnen worden neergelaten, terwijl het ebwater van de Lauwerszee naar de Waddenzee nog volop door de caisson stroomt. Er is dus gedurende enkele uren gelegenheid om de kleppen neer te laten, terwijl onverhoopte stagnaties nog tijdig kunnen worden verholpen. De kleppen worden tot aan het ogenblik van de kentering door de stroom opgeduwd en vallen langzamerhand dicht wanneer de waterstanden binnen en buiten gelijk worden.

Aanvankelijk worden alleen de onderkleppen gesloten. Dit geschiedt tijdens of na de hoogwaterkentering; het water stroomt dan uit de Lauwerszee naar de Waddenzee. Het uitstromende water houdt de kleppen in een half geopende stand. Met de laagwaterkentering keert de stroom om en drukt de kleppen tegen de sponningen waarna ze in deze stand op de eerder beschreven manier automatisch worden vergrendeld. De lekstroom, die het gevolg kan zijn van onvolledige afsluiting van een klep, kan zonodig worden ondervangen door de betrokken doorstroomopening met stortsteen te vullen. Dit geldt vanzelfsprekend eveneens, wanneer een klep in het geheel niet zou kunnen worden gesloten. Er kan dan met vrachtauto's stortsteen gekiept worden door ruime openingen in de bovenbak, waardoor ook de kabels van de kleppen worden geleid. De dwarsschotten tussen de doorstroomopeningen dienen dus behalve voor de sterkte ook om deze noodafsluiting tot stand te kunnen brengen. Alleen de bovenste twee en een halve meter van de schotten is open, om te voorkomen dat de druk van de golven door weerkaatsing in de hoeken van de doorstroomopening te hoog zou oplopen.

Nadat de onderkleppen zijn gesloten zal de waterstand in de Lauwerszee ongeveer N.A.P. - 1,25 m bedragen. Dit is te laag om tijdens een mogelijk voorkomende zomerstorm met hoge waterstanden op de Waddenzee het evenwicht van de caissons te waarborgen. Overwogen is, om de Lauwerszee daarom aan te vullen met behulp van de uitwateringssluizen. Dit bleek echter te lang te duren en bovendien te gevaarlijk te zijn voor de sluisen en de bodemverdedigingen, die niet op het inlaten van water zijn ingericht. Zodra nu de waterstand in de Waddenzee boven het peil van de bovenzijde van de onderkleppen komt, loopt de Lauwerszee vol tot de hoogte van hoogwater. Het binnenlopen van de hiervoor benodigde 40 miljoen m³ water kan in ongeveer twee hoogwaterperioden geschieden.

Daarna kunnen de bovenkleppen op eenvoudige wijze worden neergelaten, waardoor de stroom in het sluitgat vrijwel geheel wordt geblokkeerd. Onmiddellijk daarna moet een volledige blokkering tot stand worden gebracht door zo snel mogelijk een zandlichaam tussen, naast en over de geplaatste caissonrij aan te spuiten.

De bovenkleppen behoeven alleen te keren naar de waddenzijde; eventueel de Lauwerszee binnengedrongen lekwater kan dus steeds weer over de onderkleppen weglopen. De bovenzijde van de bovenkleppen is ontworpen op een hoogte van N.A.P. + 1,90 m, zodat in het zeer uitzonderlijke geval van een zomerstorm in de sluitingsperiode met een waterstand op de Waddenzee hoger dan dit peil, enig zeewater in de Lauwerszee zal binnenstromen. Dit is voor de standzekerheid van de caissons en het verder slagen van de afsluiting niet bezwaarlijk.

A. De werken van het Deltaplan

Het Haringvliet

De uitwateringssluizen

Alle schuiven zijn bevestigd; twee ervan moeten nog proefdraaien. De bewegingsapparatuur is gemonteerd.

In de verslagperiode zijn de vis- en zoutriolen evenals de verwarmingselementen gereedgekomen

De bouwput van de uitwateringssluizen

In de verslagperiode werden de stortebedden voltooid; met het bekleden van de taluds achter de landhoofden van de sluisen vorderde men zover dat de inundatie van de bouwput er niet langer op hoefde te wachten.

Eveneens op tijd werd de laatste grond uit de bouwput ontgraven. De in de ringdijk aanwezige caissons en zinkstukken werden verwijderd.

In het grondlichaam achter het noordelijk landhoofd werd nog $\pm 18\,000\text{ m}^3$ grond ontgraven, weer aangevuld en verdicht. Deze verdichting bleek nodig door de slechte pakking van de aanwezige zandlagen.

De schutsluis

De bestratingen op de schutsluisterreinen kwamen gereed.

Plateau en werkweg op het strand van Voorne

De benodigde $195\,000\text{ m}^3$ zand voor het plateau op het strand werd aangebracht. Ondanks het bijzonder slechte weer werd de betonfundering voor de weg over $3\,400\text{ m}$ voltooid, terwijl op de gevaarlijkste plaatsen al verdedigingen van de taluds werden aangebracht.

Baggerwerk en oevervoorzieningen in de Zuiderdiepboezem

In de verslagperiode werd $350\,000\text{ m}^3$ specie gebaggerd en opgespoten buiten de afsluitdam van het Zuiderdiep. Het baggerwerk in de boezem kwam gereed, behoudens een kleine hoeveelheid in de haven van Stellendam.

De kunstwerken in het Zuiderdiep

Alle voetplaten van pijlers en landhoofden van de overbrugging zijn gestort, evenals de portalen van de kleine brug. Voor de verdere opbouw van de pijlers van de grote brug en de landhoofden werden bekisting en bewapening gesteld. De voetpaden voor de pijlers en de landhoofden van het viaduct zijn gereedgekomen. Hier werd een begin gemaakt met het stellen van de bekisting en de bewapening voor de opbouw van de pijlers.

Op 30 december werd de laatste paal geheid onder de uitwateringssluis. Alle 906 palen onder brug, sluis en viaduct zijn nu geheid.

Tot op heden werd in overbrugging en viaduct $1\,700\text{ m}^3$ beton verwerkt.

Brouwershavensche Gat

Het damvak op de Kabbelaarsbank

Het persen van zand in het werk- en haventerrein van de Kabbelaarsbank is gereed. Daarmede is een werkhaven van ca. 21 ha ter beschikking gekomen ten dienste van de werkzaamheden voor het noordelijk sluitgat.

Het profileren van zand vordert gestaag en wordt gevolgd door bekleding van het zandlichaam met mijnsteen en klei: de aanvoer van maasklei is vertraagd wegens moeilijkheden aan de winplaats, die veroorzaakt werden door de hoge rivierstanden.

Het asfaltbedrijf verliep geheel volgens het opgestelde werkschema; reeds is een begin gemaakt met het afvoeren van de menginstallaties. De verdediging aan de zeezijde kwam geheel gereed; ook de steenkorven zijn dus geplaatst.

Aan de meerzijde van het damvak is de glooiing van koperslabblokken nagenoeg voltooid; alleen enkele zink- en kraagstukken met bijbehorende nabestortingen moeten nog worden aangebracht.

Het damvak heeft de najaarsstormen goed doorstaan.

Volkerak

De schutsluizen

Op 15 oktober 1966 werd het betonwerk van de sluizen en bedieningsgebouwen voor de eerste maal opgeleverd. Na een onderhoudsperiode van zes maanden zal de eindoplevering plaats vinden. Het aanbrengen van de bewegingswerktuigen van sluisdeuren en basculebruggen werd voortgezet, evenals de elektrificatie ervan.

De ringdijk en de aanvulling der sluis-terreinen

Het aanbrengen van de 30 cm dikke kleibekleding op de sluisreinen kwam nagenoeg gereed.

Een aanvang werd gemaakt met de aanleg van wegverhardingen en paden langs de sluiscolken.

Geleidewerken en wachtplaatsen

In de zuidelijke voorhaven kwam het heien van de stalen buispalen voor de vaste geleidewerken gereed. Voor de ondersteuning van de betonnen loopbruggen in de middengeleiding werden stalen palen geheid. De drijvende geleiding kwam geheel gereed.

Een begin werd gemaakt met het plaatsen en lassen van de 30 m lange secties voor de vaste geleidewerken. Voortgegaan werd met het vervaardigen van de hardhouten beschermingsschorten, terwijl een begin is gemaakt met de bevestiging ervan aan de vaste geleidewerken. Het conserveren van de stalen onderdelen werd voortgezet.

Caissonbouw

Op 26 augustus 1966 is onderhands aanbesteed het maken van 13 caissons en 2 landhoofdcaissons. De laagste inschrijver was de N.V. Betonmaatschappij Bato te 's-Gravenhage met een bedrag van f 7 922 000,—.

Op 22 september 1966 werd een aanvang gemaakt met de werkzaamheden, die tot dusverre hoofdzakelijk bestonden uit het inrichten van het werkterrein in de bouwput, de aanleg van wegen en kraanbanen en het maken van een loswal in de noordelijke voorhaven.

De drainagebedden voor 2 caissons kwamen gereed.

Het tweede gedeelte van de zuidelijke voorhoven

In ruwe vorm is de schermdam gereed. Mijnsteen en grind zijn geprofileerd en de voor de steenschil benodigde zware en lichte steen is op het werk aangevoerd. Het vlijwerk is inmiddels zover gevorderd dat naar schatting over anderhalve maand de penetratie met gietasfalt kan plaatsvinden.

De opbouw van de zuidelijke havendam is zover gevorderd dat nog in januari

kan worden begonnen met het persen van zand tussen de mijnsteenakaden. Dit betekent dat de grondverbetering met zand is aangeklopt tot ongeveer N.A.P. - 2 m en de voor het afdekken van de belopen benodigde mijnsteen in de persen is gelost.

Aan de oostzijde van de haven ingang is het baggerwerk voor de grondverbetering gereedgekomen, evenals het gedeelte van de glooiing dat een filteropbouw heeft en in den droge moest worden gemaakt. Voortgegaan werd met het uitbouwen van het grondmassief tot een hoeveelheid van ruim 200 000 m³, die nog aan de haven kan worden ontleend.

De vorderingen van het baggerwerk voor de scheepvaartgeul zijn zodanig dat dit onderdeel vermoedelijk binnen de daarvoor gestelde termijn gereed zal zijn. De baggermolen 'Triton', die volgens het aanvankelijk plan reeds in oktober 1966 op het werk terug zou komen, wordt in het vroege voorjaar opnieuw voor baggerwerk ingezet.

Tegenover deze goede voortgang van het baggerwerk staat helaas een vertraging, die is ontstaan in het zandpersbedrijf voor de havendam en de oostelijke havenoef. Ondanks deze vertraging mag worden verwacht dat het werk toch nog vóór de gestelde datum kan worden opgeleverd.

Wegen in de buitenpolder Maltha

Aangezien de plaats waar de caissons voor de afsluiting zullen worden gemaakt is gelegen ten westen van het sluizencomplex, diende op korte termijn een verbindingsweg tot stand te worden gebracht tussen de toeleidingsweg naar de sluizen en het werkterrein voor de caissonbouw. De verbindingsweg bestaat uit een 1010 m lang gedeelte met een verhardingsbreedte van 7,33 m en verder uit een gedeelte op de afrit naar de toekomstige Zoomweg gelegen, ter lengte van 890 m en met een verhardingsbreedte van 5,08 m Ten dienste van

het landbouwverkeer en het toekomstige lokale verkeer dienen voorts nog wegen te worden gemaakt ter gezamenlijke lengte van 820 m met een verhardingsbreedte van 3,20 m.

De verhardingsconstructie van de verbindingsweg bestaat uit een zand-cementstabilisatie van de ondergrond ter dikte van 15 cm, waarop twee lagen grindzand-asfalt ter dikte van 6 cm worden gespreid. De voorlopige toplaag bestaat uit een 3 cm dikke laag open asfaltbeton. De constructie van de landbouwwegen bestaat uit een fundering van silex van 20 cm waarop een penetratiedek van slakkenzand en een slijtlaag worden aangebracht.

De wegebouwwerkzaamheden zijn aangevangen in september 1966; half november was de fundering van zand-cement met daarop twee lagen grindasfalt gereed en voor het verkeer naar het terrein van de inmiddels aangevangen caissonbouw opengesteld.

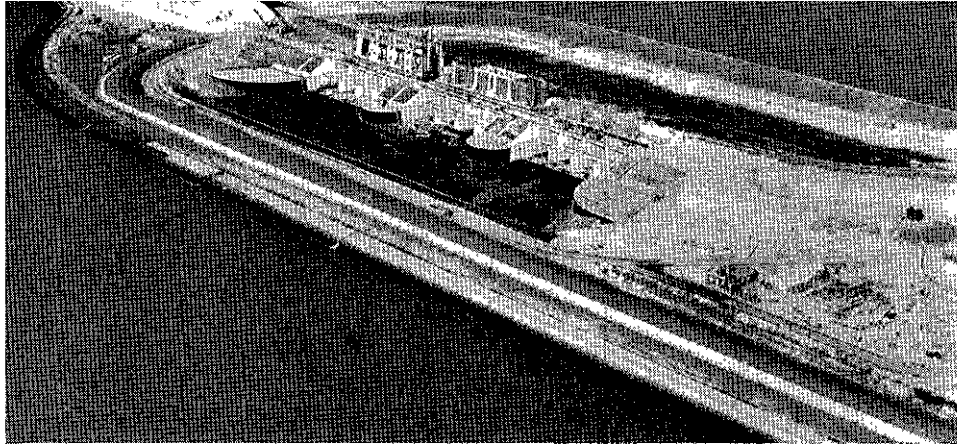
Het nog te verrichten grondwerk en het aanbrengen van de asfalttoplagen zullen in dit voorjaar worden uitgevoerd.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

Verhoging van de zeedijk tussen Delfzijl en Fiemel

Het bestek voor de tweede fase van de binnenwaartse verlegging van de 450 m lange zeedijk voorlangs het optieterrein van de K.N.S. bij Delfzijl ligt gereed. Het werk zal in 1967 worden uitgevoerd. Het overge gedeelte van de dijkverzwaring tussen Delfzijl en Weiwerd is voltooid.

Het 200 m lange dijkvak ten westen van de Schaaplaan voorlangs het A.K.U.-industrieterrein bij Heveskes is, voor wat betreft de eerste fase van het werk, gereedgekomen. Ook de eerste aanzet van de verhoging van de zeedijk langs de noordrand van de Kwelder Oterdum over een lengte van 1500 m en tot een voor-



Overzicht van de uitwateringssluizen van de Lauwerszeezijde gezien

lopige hoogte van N.A.P. + 6,50 m, werd voltooid. De eerste fase van de dijkverzwaring tussen Oterdum en Fiemel is thans geheel uitgevoerd. Bij Fiemel is de dijk klaar. De stroomkokers van het gemaal zijn verlengd, en de noodschuifinstallaties aangebracht. Aan weerszijden van het gemaal werden dijkgedeelten van 100 m op Deltahoogte gebracht.

Verhoging van de zeedijk tussen Delfzijl en de Oostpolder

Begonnen is met de verzwaring van de zeedijk tussen Delfzijl en Nansum met bijkomende werken. Nog uit de tweede wereldoorlog resterende bunkers te Delfzijl werden opgeruimd. Een nieuwe dijk-sloot, en de nodige aanpassingswerken aan de reeds in 1963 voltooide rijkszeedijk te Delfzijl kwamen gereed. De andere voorzieningen in verband met het te maken werk bij de ten noorden van Delfzijl gelegen rioolpersleidingen van de gemeenten Delfzijl en Appingedam werden voltooid.

Verhoging van de zeedijk langs de Groninger noordkust

Begonnen werd met de verzwaring van het dijkgedeelte van het waterschap Noordpolder ter plaatse van de kruising met de afvalwaterleiding Hoogkerk-Wadenzee ten noorden van Warfum. Het grondwerk kwam vrijwel gereed.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Op het 800 m lange dijkvak ten westen van het werkeiland wordt de kleibekleding voltooid; overigens is dit werk vrijwel gereed. Verzakkingen van het binnenbeloop hebben zich na het aanbrennen van een bronbemaling op de binnenberm niet meer voorgedaan. De bronbemaling werd inmiddels na het beëindigen van het zandsputten verwijderd. De zinkwerken op de drempel in het sluitgat, die voor 1966 waren ontworpen, kwamen op 5 december gereed. Door grote inspanning van de aannemer en rustig najaarsweer werd bereikt dat over de gehele 900 m lange drempel in het sluitgat een ruim 120 m brede bodemafdekking kon worden aangebracht vóór het invallen van de winter.

De bovenbouw van de meest oostelijke sluisgroep is nu in uitvoering. Op de beide andere sluisen nadert de bovenbouw zijn voltooiing.

De bouw van de doorlaatcaissons vordert goed. Inmiddels zijn van acht caissons de onderbak en van twaalf andere de vloeren gereedgekomen.

Voor de nieuwe sluis te Dokkumer Nieuwe Zijlen kwamen de bouwput met de omleidingsweg langs de buitenste bouwputdijk gereed.

Deldienst Opgave van de door het Rijk ten behoeve van de uitvoering van de Delta

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving
DED 754a	9 mei 1966	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED 754 voor het aanleggen van een damvak op de Middelpaats in het Brouwershavensche Gat, met bijkomende werken, onder de gemeenten Ouddorp en Middenschouwen
DED 809a	2 februari 1966	Het leveren van betonartikelen voor de Brouwershavensche-Gatdam
DED 822	27 juli 1966	Het aanleggen van een damvak op de Kabbelaarsbank in het Brouwershavensche Gat met bijkomende werken, onder de gemeenten Ouddorp, Middenschouwen en Brouwershaven
DED 829	17 mei 1966	Het maken van zandpalen met bijbehorende werken in de oostelijke oprit van de Volkeraksluizen in de gemeenten Willemstad, Fijnaart en Heiningen
DED 830	7 juni 1966	Huur van een gedeelte van een loods te Brunisse t.b.v. de opslag van zandzakken voor de Deltawerken
DED 831	25 mei 1966	Het leveren en opstellen van een automatische elektrische pompinstallatie in het Noord-Sloe
DED 832	13 oktober 1966	Het ontwerpen van een beladingsinrichting voor een dambouwschip
DED 833	23 mei 1966	Het leveren van grof grind t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 834	10 mei 1966	Het lossen en in depot opslaan van zinksteen en grind t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 835	20 mei 1966	Het leveren van zinksteen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 837	3 juni 1966	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordelijke havendijk te Willemstad
DED 838	25 juli 1966	Het verrichten van ontgravingen, het maken van stortbedden, het lossen en vervoeren van stortsteen, het opruimen van een beteugelingsdam en steigers in de bouwput van de uitwateringssluizen in het Haringvliet en het egaliseren en bekleden van de terreinen rond de schutsluis
DED 839	7 juni 1966	Huur van een Dieselgemaal t.b.v. de watervoorziening van de polder Maltha en een gedeelte van het grondgebied behorende tot het waterschap 'de Striene' te Klundert
DED 840	2 augustus 1966	Het leveren van steenkorven ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 841	25 mei 1966	Het leveren en opzetten van een houten expositiegebouw te Hellevoetsluis
DED 842	3 juni 1966	Het maken van funderingen, rioleringen en bijkomende werken t.b.v. een expositiegebouw te Hellevoetsluis
DED 843	23 maart 1966	Het leveren van rijsmaterialen voor de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 844	24 maart 1966	
DED 845	24 maart 1966	
DED 847	5 april 1966	
DED 849	27 juli 1966	Het leveren van mijnsteen ten behoeve van de Volkerakwerken

Opgave van de door het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken openbaar bestede en

Nummer van het bestek	Dienstjaar	Omschrijving van het werk
DED 783	1965—1966	Het maken en leveren van gewapend betonnen eenheidscaissons en bijbehorende opzetstukken
DED 806	1966	Het uitvoeren van baggerwerk in de werkhavens te Hellevoetsluis en Willemstad, in de havens van de bouwputten in het Haringvliet en in de noordelijke voorhavens van de schutsluizen te Willemstad

werken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingsom	Aannemer
—	N.V. Dijkbouw te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	N.V. Betonfabriek Haringman te Goes
f 15 297 300,—	N.V. Dijkbouw te 's-Gravenhage
f 189 900,—	Aannemingsbedrijf Oosterwijk N.V. te Rotterdam
eenheidsprijzen	M. Meeuwsen te Bruinisse
f 11 925,—	Molenbouw Bosman N.V. te Piershil.
Verrekenprijzen	Werktuigkundig Adviesbureau Kubbe N.V. te Amsterdam
eenheidsprijzen	N.V. Utroma te Arnhem
eenheidsprijzen	N.V. Dijkbouw te 's-Gravenhage
f 362 500,—	N.V. Handelsmij. Arnold Maassen te Maastricht
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
f 2 574 650,—	Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis
eenheidsprijzen	Verhuurbureau D. de Witte N.V. te Leeuwarden
f 144 040,—	Aannemings-, Wegenbouw- en Handelsbedrijf 'Rotterdamsche Wegenbouw' te Rotterdam
f 55 979,—	G.B.N. Exclusieve Houtbouw te Nijkerk
f 20 479,—	fa. S. L. Kranenburg te Oudendoorn
eenheidsprijzen	fa. v/h T. W. Volker en Zn. te Sliedrecht
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxvold-Grissendam
eenheidsprijzen	E. H. van Hoff te Woerden
eenheidsprijzen	fa. Kraayeveld's Aannemers- en Handelssond. te Barendrecht
eenheidsprijzen	Utroma N.V. te Arnhem

gegunde werken

Aannemingsom	Aannemer
f 592 500,—	Combinatie Brug Oosterschelde te Beverwijk
f 528 500,—	Th. Smeulers' Baggermaatschappij te Utrecht

Opgave van door het Rijk ten behoeve van de Lauwerszeewerken gesloten onderhandse over

Nummer van het bestek	Datum	Omschrijving van het werk
LAW 552	20 mei 1964	Het leveren van stortsteen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 565a	1 september 1964	Het leveren van betonklinkerkeien ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 566	21 mei 1964	Huur van een bemand motorvaartuig ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 567	23 maart 1965	Het lossen en opslaan van koperslakblokken ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 568	31 augustus 1964	Het leveren van koperslakblokken ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 570	31 juli 1964	Het leveren van betonblokken ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 571	22/25 september 1964	Het leveren van elektrische energie ten behoeve van elektriciteitsvoorziening op het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 572	13 juli 1964	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 573	13 juli 1964	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 574	18 mei 1965	Het leveren van loodslakken ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 575	31 mei 1965	Het leveren van basaltstortsteen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 576	30 september 1965	Het maken van een dijkvak aan de Friese kust met een losplaats op de Hoek van de Bant met bijkomende werken
LAW 577	16 februari 1965	Het leveren van stortsteen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 578	15 februari 1965	Het leveren van koperslakblokken ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 579	26 april 1965	Het leveren van betonklinkerkeien ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 580	26 april 1965	Het leveren van mijnsteen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 582	4 juni 1965	Het leveren van grof grind ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 584	22 juni 1965	Wijziging bestek nr. 1, dienst 1961-1962 voor het maken van een werkhaven in het Bootsgat nabij Oostmahorn
LAW 585	4 juni 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 586	9 juni 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 587	22 juni 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 588	3 juni 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 589	6 juli 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 590	6 juli 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 591	16 augustus 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
ZW 3407 (LZW nr. 2)	18 juni 1964	Het vervaardigen en leveren van loop- en geleiderails voor de uitwaterings-sluizen in de afsluiddijk van de Lauwerszee
ZW 3445 (LZW nr. 3)	17 mei 1965	Het bouwen van een schutsluis in de afsluiddijk van de Lauwerszee
LAW 583	14 januari 1966	Het leveren van palen van badding-, plaat- en vloerhout
LAW 592	27 mei 1966	Aanleg van 800 m dijkvak en van een drempel in de stroomgeul
LAW 593	dienst 1966	Verbeteren van de polderweg in de Westpolder in de gemeente Ulrum (Groningen)
LAW 594	24 november 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 595	29 november 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 596	1 december 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken

eenkomsten

Aannemingsom	Aannemer
eenheidsprijzen	Firma de Smidt en Weijnen te Terneuzen.
eenheidsprijs	N.V. Schokbeton, te Kampen
f 500,— per week	G. Postma te Kollumerpomp.
151 320,—	'Cobinatie Lauwerszee' te 's-Gravenhage'.
eenheidsprijzen	Mavotrans N.V. te 's-Gravenhage.
eenheidsprijs	Oosthoek en Zoon's Industrie- en Handelsmij. N.V. te Alphen aan de Rijn.
tarieven	Provinciaal Electriciteitsbedrijf in Friesland.
eenheidsprijzen	C. T. den Breejen te Hardinxveld-Giessendam.
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk te Werkendam.
eenheidsprijs	de Hoop N.V. Handel-, Industrie en Scheepvaart Mij te Terneuzen.
eenheidsprijzen	J. C. de Looft te Rotterdam
f 7 250 250,—	'Combinatie Lauwerszee' te 's-Gravenhage.
eenheidsprijzen	Firma de Smidt en Weijnen te Terneuzen.
eenheidsprijs	Mavotrans N.V. te 's-Gravenhage.
eenheidsprijs	N.V. Schokbeton te Kampen.
eenheidsprijs	Staatsmijn in Limburg te Heerlen.
eenheidsprijzen	N.V. Utroma te Arnhem.
	Hollandsch Aannemersbedrijf Zanen Verstoep N.V. en N.V. C. J. v. d. Hoeven, beide te 's-Gravenhage.
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk te Werkendam.
eenheidsprijzen	T. den Otter te Meerkerk.
eenheidsprijs	E. H. van Hoff te Woerden.
eenheidsprijs	N.V. J. de Jong Bzn. te Sliedrecht.
eenheidsprijs	Fa. J. de Waard te Lekkerkerk.
eenheidsprijs	N.V. Gebr. van Noordanne te Hardinxveld-Giessendam.
eenheidsprijs	Fa. J. A. de Ruiter C.V. te Hardinxveld-Giessendam.
f 549 000,—	De Koninklijke fabrieken Penn en Bauduin N.V. te Dordrecht.
f 2 853 000,—	'Combinatie Lauwerszee' te 's-Gravenhage.
eenheidsprijzen	Kon. Nederlandse Heidemaatschappij te Lonneker
f 9 391 950,—	'Combinatie Lauwerszee', 's-Gravenhage
f 269 500,—	Asfaltcombinatie 'Waddenzee', Groningen
eenheidsprijzen	Willem van Wijngaarden N.V., Sliedrecht
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam
eenheidsprijzen	T. den Otter, Meerkerk

Nummer van de/ het overeenkomst/ bestek	Datum	Omschrijving van het werk
LAW 597	29 november 1965	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 598	22 maart 1966	Het leveren van stortsteen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 599	11 mei 1966	Het leveren van basaltstortsteen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 600	14 juni 1966	Het leveren van grof grind ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 601	31 maart 1966	Het leveren van mijnsteen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 602	21 februari 1966	Het leveren van koperslablokken ten behoeve van de aanleg van een dijkvak in de Lauwerszee aansluitend aan de westzijde van het werkoiland
LAW 603	15 juni 1966	Het leveren van betongoten ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 604	3 juni 1966	Huur van een onbemand motorvaartuig ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 605	22 maart 1966	Het leveren van betonblokken ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 606	16 juni 1966	Het leveren van betonklinkerkeien ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 607	14 juni 1966	Het leveren van betontegels ten behoeve van de verbetering van de weg in de Westpolder
LAW 608	18 april 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 609	18 april 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 610	4 april 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 611	18 april 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 612	31 maart 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 613	3 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 615	3 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 616	4 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 617	3 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 618	3 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
LAW 619	3 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
ZW 351B (LZW nr. 4)	14 september 1965	Vervaardigen en plaatsen van 24 stalen hofdeuren en contragewichten voor de uitwateringssluizen
ZW 3551 (LZW nr. 5)	30 maart 1966	Vervaardigen en opstellen van de bewegingswerken voor de schutsluizen in de afsluitdijk en te Dokkumer Nieuwe Zijen
ZW 3583 (LZW nr. 6)	12 januari 1966	Vervaardigen en leveren van stalen onderdelen voor de schutsluis in de afsluitdijk
ZW 3586 (LZW nr. 7)	17 mei 1966	Het leveren en bedrijfsvaardig opstellen van bewegingswerktuigen voor de hofdeuren in de afsluitdijk
ZW 3595 (LZW nr. 8)	7 maart 1966	Afwerken van de bouwput voor de caissons voor de afsluiting van de Lauwerszee en het aanleggen van een bemalingsinstallatie in deze bouwput
ZW 3605 (LZW nr. 9)	dienst 1966-1968	Bouw schutsluis te Dokkumer Nieuwe Zijen
ZW 3619 (LZW nr. 11)	16 maart 1966	Vervaardigen en leveren van diagonaalverbanden voor de caissons ten behoeve van de afsluiting van de Lauwerszee
ZW 3654 (LZW nr. 13)		Vervaardigen en bedrijfsvaardig oplossen van een elektrische installatie voor het in aanbouw zijnde sluiscomplex in de afsluitdijk van de Lauwerszee

Aannemingsom

Aannemer

eenheidsprijzen	E. H. van Hoff, Woerden
eenheidsprijzen	fa. de Smidt en Weijnen, Terneuzen
eenheidsprijzen	J. C. de Looff, Rotterdam
eenheidsprijzen	Utroma N.V., Arnhem
eenheidsprijs	Staatsmijnen, Heerlen
eenheidsprijzen	Mavotrans N.V., Den Haag
eenheidsprijzen	N.V. Schokbeton, Kampen
f 315,— per week	G. Postma, Kollummerpomp
eenheidsprijs	N.V. R. Noppert en Zn., Bergum.
eenheidsprijs	N.V. Schokbeton, Kampen
eenheidsprijs	N.V. R. Noppert en Zn., Bergum.
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam.
eenheidsprijzen	fa. T. den Otter, Meerkerk
eenheidsprijzen	Willem van Wijngaarden N.V., Sliedrecht
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	N.V. J. de Jong Bzn., Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiter C.V., Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	Fa. Gebr. Hakkers, Werkendam
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	Fa. v/h T. W. Volker en Zn., Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. J. de Geus, Puttershoek
eenheidsprijzen	C. H. Schuller, Drimmelen (N.Br.)
f 2 311 000,—	N.V. De Vries Robbé en Co, Gorinchem
f 371 040,—	N.V. 'Landustrie', Sneek
f 79 430,—	N.V. Zwolsche Machinefabriek en Constructiewerkplaats 'De Nijverheid' v/h Fa. G. J. Wispelweij en Co., Zwolle
f 1 380 000,—	N.V. Metaalindustrie 'Stertil', Kootstertille
f 694 300,—	'Combinatio Lauwerszee', 's-Gravenhage
f 3 778 000,—	N.V. Aann. Mij v/h Hillen en Roossen, Amsterdam
f 513 600,—	Havenbedrijf 'Vlaardingen' N.V., Vlaardingen

