

delta werken

februari 1964 nummer 27



delta werken

REDACTIE: DELTADIENRT
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,
'S-GRAVENHAGE

ABONNEMENTEN,
VERKOOP LOSSE NUMMERS EN
ABONNEMENTEN

STAATSDRUKKERIJ-EN UITGEVERIJBEDRIJF, FLUWELENBURGWAL 18 — 'S-GRAVENHAGE

De prijs bedraagt f 6,- per jaar of f 1,50 per nummer

A. De werken van het Deltaplan

- 335 Tracé en dwarsprofiel van de Grevelingendam ter plaatse van de afsluiting van de noordelijke geulen
- 339 Veranderingen in het gebied van de Grevelingen voor en na haar gedeeltelijke afsluiting en het waterloopkundig onderzoek in verband met het sluitingsprogramma voor het overblijvende deel
- 354 Beperking van verzilting via schutsluizen in het Deltagebied
- 362 De ontgraving voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

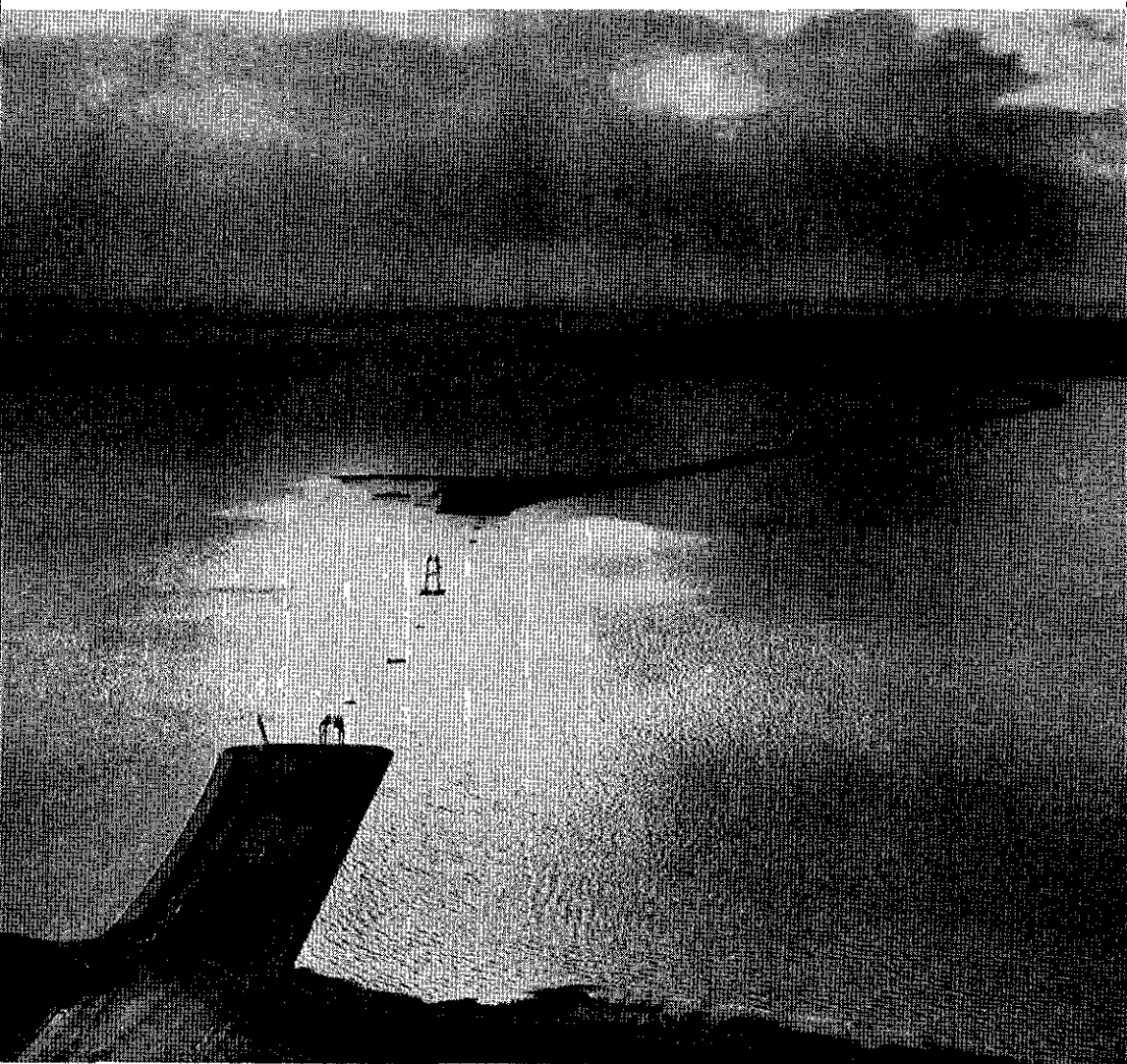
C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

- 368 Verhoging van een gedeelte van de havendijk langs de Rijkshaven van het Nieuwediep te Den Helder

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

- 370 De uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee
- 379 **Vorderingen**

Overzicht van het noordelijk sluitgat van de Grevelingendam



Tracé en dwarsprofiel van de Grevelingendam ter plaatse van de afsluiting van de noordelijke geulen

Enige beschouwingen over het tracé

In nr. 15 van dit Driemaandelijks Bericht zijn in het artikel 'Het ontwerp voor de Grevelingendam' de motieven uiteengezet die tot de vaststelling van het tracé voor deze dam hebben geleid. Daaruit blijkt, dat het tracé voornamelijk is bepaald op grond van planologische en waterloopkundige factoren, waarbij financiële overwegingen mede een rol hebben gespeeld.

Tot de bepalende planologische factoren behoorden in de eerste plaats de aan de weg over de Grevelingendam te stellen verkeerstechnische eisen en de aansluiting van de dam op het wegensysteem van Flakkee. Het verloop van de nieuw te scheppen doorgaande verkeersweg ten opzichte van het dorp Oude Tonge is sterk bepalend geweest zowel voor het aansluitpunt van de Grevelingendam op de Flakkeese oever alsook voor de richting van deze dam ter plaatse. In zeer sterke mate werd het tracé hiermee vastgesteld. De waterloopkundige factoren die van belang waren, hadden enerzijds betrekking op de te verwachten stroomsnelheden in het Zijpe, welke, zij het in geringe mate, konden worden beperkt door een zo oostelijk en zuidelijk mogelijk gelegen tracé te kiezen. Anderzijds moest rekening worden gehouden met een mogelijke uitbreiding en verplaatsing naar het noorden van de hoofdgeul Krammer, waardoor bij een te ver naar het oosten en zuiden verschoven tracé na verloop van tijd de stabiliteit van de afsluitdam in gevaar zou kunnen worden gebracht.

Daarnaast moest rekening worden gehouden met overwegingen van andere aard, zoals verkeerstechnische eisen, planologische ontwikkelingen, uitvoeringsmogelijkheden en kosten. Op grond van al deze overwegingen die ook reeds in Bericht nr. 15 werden besproken, werd het tracé vastgesteld zoals dat op de situatietekening is aangegeven en waaruit blijkt dat dit ter plaatse van de kruising van de noordelijke geulen een gebogen vorm heeft.

De noordelijke geulen van de Grevelingen zullen, in tegenstelling tot de zuidelijke geul, niet met caissons gesloten worden, doch de sluiting zal verwezenlijkt worden door het storten van steen en andere materialen. Daarbij zal worden gewerkt volgens het principe van de 'geleidelijke sluiting', waarbij over de volle breedte van het sluitgat de sluitdam steeds hoger wordt opgebouwd in nagenoeg horizontale lagen.

Voor het storten van de materialen van deze sluitdam zal gebruik worden gemaakt van

Door het feit dat de rechte 'sluitdam' en de gebogen 'definitieve dam met verkeersweg' elk een verschillend tracé verkrijgen ontstaat tussen deze beide dus een meer of minder grote ruimte, waarvan de breedte wisselt met de plaats. Er zijn nu twee mogelijkheden:

a. Na het aanleggen van de definitieve dam wordt de sluitdam weer weggehaald. Voor een deel kunnen de vrijkomende materialen elders weer opnieuw worden gebruikt.

b. De sluitdam wordt in de definitieve situatie gehandhaafd, waarbij de beschermende taludverdediging op de sluitdam wordt aangelegd. Het bassin, dat dan tussen sluitdam en de 'verkeersdam' wordt gevormd, kan worden volgespoten tot een niveau van b.v. ca. N.A.P. + 3 m, zodat een brede berm met een wisselende breedte ontstaat. Ter hoogte van het midden van het sluitgat is deze breedte ongeveer 80 m.

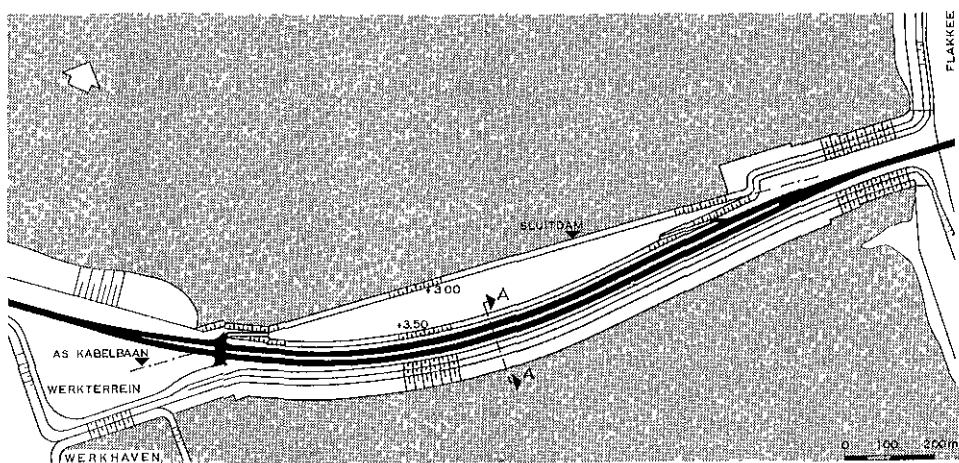
Van de beide mogelijkheden is de laatstgenoemde, dus het handhaven van de sluitdam en het opspuiten van een brede buitenberm, na ampele overwegingen gekozen.

Dwarsprofiel

Voor het dwarsprofiel geldt, dat dit moet aansluiten bij de reeds eerder gereed gekomen gedeelten van de dam ter weerszijden van het sluitgat. Enerzijds moet aan de noordzijde worden aangesloten op het dijkvak, dat tegen de Flakkeese oever is aangelegd. Anderzijds moet aan de zuidzijde de aansluiting worden gemaakt op het gedeelte, dat over de Plaat van Oude Tonge loopt.

De westelijke kruinlijn wordt aangelegd op een peil van N.A.P. + 6 m. Deze hoogte hangt samen met het handhaven van de sluitdam als onderdeel van de definitieve dam.

Tracé van de dam door de noordelijke geulen van de Grevelingen



Veranderingen in het gebied van de Grevelingen vóór en na haar gedeeltelijke afsluiting en het waterloopkundig onderzoek in verband met het sluitingsprogramma voor het overblijvende deel

Inleiding

Deze beide onderwerpen, die verschillende facetten van de afsluiting van het laatste deel van de Grevelingen betreffen, hebben in het afgelopen jaar bijzondere aandacht gehad.

Uit de beschouwingen in het eerste deel van het artikel blijkt, dat de wijzigingen in de geulprofielen nabij het noordelijke sluitgat gedurende het afgelopen jaar geen ongunstig verloop hebben gehad. Ook zijn geen belangrijke verdiepingen opgetreden. In het algemeen werd oostelijk van het sluitgat zelfs aanzanding geconstateerd.

In het tweede deel wordt een algemeen overzicht gegeven van de recente onderzoeken die met betrekking tot de afsluiting van het noordelijke sluitgat in de Grevelingen werden gedaan. Enkele daarvan worden nog voortgezet.

In volgende nummers van het driemaandelijks overzicht zullen deze onderzoeken nader worden behandeld.

Ontwikkeling van het Noorder Slaak voor en na het gedeeltelijk afsluiten van de Grevelingen

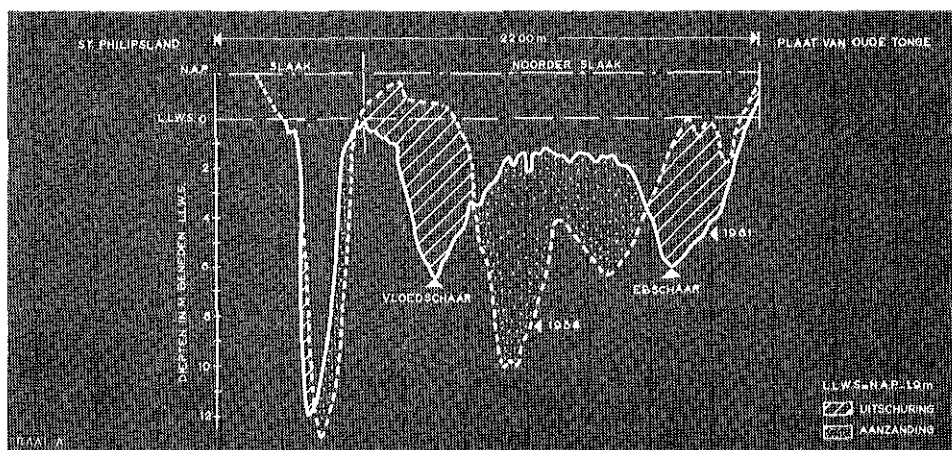
De Grevelingendam moest worden aangelegd in een getijgebied, waarin de geulen zich snel verleggen, namelijk in het gebied van het Krammer en de Bocht van St. Jacob. De zich ontwikkelende en afstervende eb- en vloedscharen hebben in het verleden voortdurend veranderingen teweeg gebracht in de hydrografische situatie. In nr. 4 van dit Driemaandelijks Bericht werden op de pagina's 38 en 39 voor de jaren 1855, 1888, 1933 en 1952 deze veranderingen weergegeven.

Het meest kenmerkende van de hydrografische ontwikkeling is de zeer grote uitbochtiging van de Bocht van St. Jacob van 1855 tot ongeveer 1958, gepaard gaande met de verplaatsing van de Plaat van Oude Tonge in dezelfde, westelijke richting. Na een zo sterke kromming van de Bocht van St. Jacob poogden zowel de vloedstroom als de ebstroom een kortere verbinding tussen het Zijpe en het Krammer tot stand te brengen. Gedurende de periode van ongeveer 1930 tot 1940 kwam onder de zuidoostelijke rand van de Plaat van Oude Tonge een voor de scheepvaart gedeeltelijk bruikbare 'kortsluitingsgeul', het Nieuwe Vaarwater, later Noorder Slaak genoemd, tot stand. Dit Nieuwe Vaarwater bestond uit een vloedschaar en een ebschaar, gescheiden door een vrij ondiepe drempel.

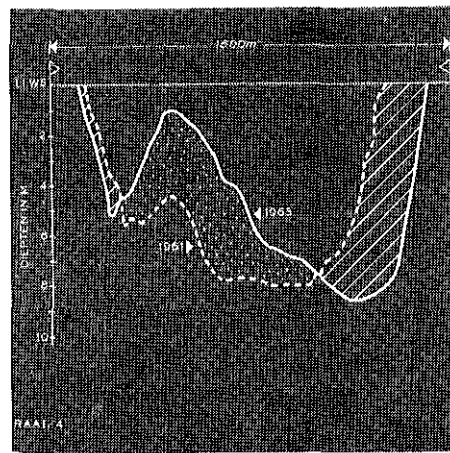
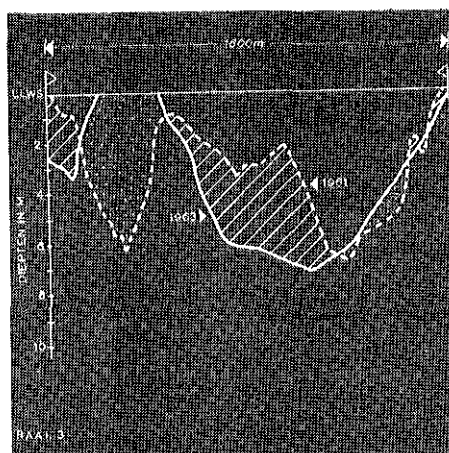
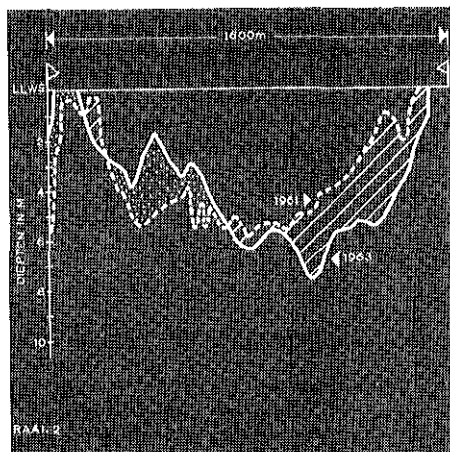
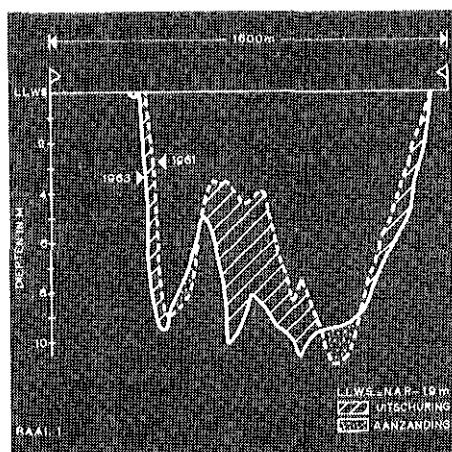
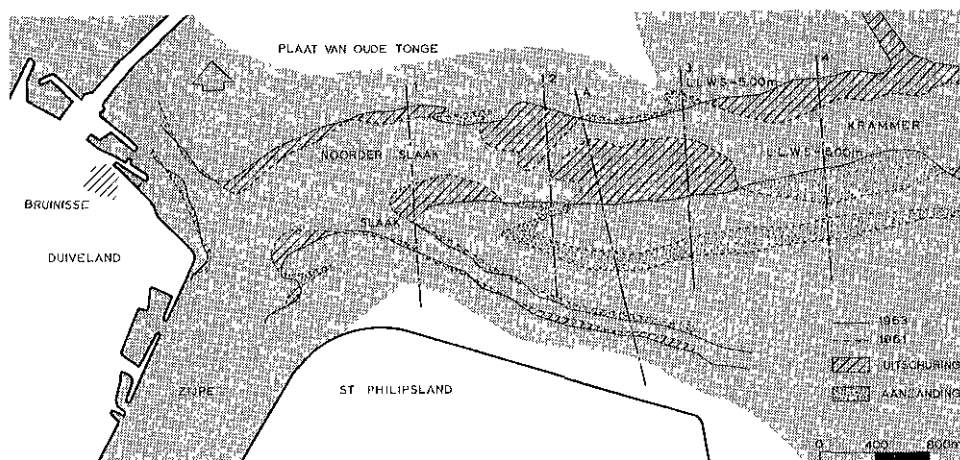
Ontwikkeling van het Noorder Slaak 1961-1963

als gevolg van het gedeeltelijk
afsluiten van de Grevelingen

Ontwikkeling van het Noorder Slaak 1958-1961



Rond de jaren 1950 en 1951 werd getracht deze zoveel kortere scheepvaartweg te verbeteren door het opruimen van deze ondiepe drempel. Het zuigen van ca. 100 000 m³ zand veroorzaakte weliswaar een ca. 29-voudige verruiming, maar na enkele maanden was dit schijnbare succes weer teniet gedaan door een bijna even grote aanzanding in dit gebied. De natuurlijke ontwikkeling liet zich blijkbaar niet kunstmatig verhaasten. De capaciteit en daarmee de bevaarbaarheid van het Noorder Slaak nam, behalve door zandzuigen, door het nog verder westwaarts trekken van de Plaat van Oude Tonge gestadig toe en bereikte rond 1956-1957 een hoogtepunt. Daarna kwam het keerpunt in de ontwikkeling. Uit een nauwkeurige peilkaartenstudie van 1958-1961 bleek namelijk, dat de Bocht van St. Jacob niet verder westwaarts ging, maar iets terugtrok en tevens in capaciteit enigszins toenam ten koste van het Noorder Slaak. Deze natuurlijke ontwikkeling werd door de bouw van het damvak op de Plaat van Oude Tonge (zomer 1961) en de dam in het zuidelijke sluitgat (april-mei 1962) verstoord. Ware dit niet het geval geweest, dan zou de noordelijke verbinding tussen de Bocht van St. Jacob en het Krammer — voordien een



onbeduidende smalle vloedschaar die van 1958 tot 1961 echter breder en dieper werd – zeer vermoedelijk ruimer geworden zijn. Ook zou vermoedelijk de toestand van ca. 1855 (zie nr. 4 Driemaandelijks Berichten) weer zijn ontstaan. De cyclus kan geschat worden op ongeveer 120 jaar (ca. 1855 tot 1975).

De eerste tekenen, die wezen op het vormen van een nieuwe 'Plaat van Oude Tonge', waren reeds zichtbaar. De verzamelde gegevens wijzen erop, dat het proces zich herhaald zou hebben. Een vernauwing van het Noorder Slaak tussen 1958 en 1961 ging gepaard aan een snelle groei van de drempel tussen de vloed- en ebschaar. Het uiteenvallen van een te breed wordende geul in een vloed- en een ebschaar veroorzaakte dus het zich telkens herhalende verschijnsel.

Door het afsluiten van de zuidelijke Grevelingen in april–mei 1962 werd een einde gemaakt aan de natuurlijke ontwikkeling van dit gebied. Daarmee werd ook een verdere 'verwildering' van het Noorderslaak onmogelijk gemaakt.

Het stroombeeld in dit gebied werd totaal gewijzigd. Thans immers stroomt geen vloedwater meer uit het Zijpe naar de Bocht van St. Jacob en, omgekeerd, ook geen ebwater meer terug.

Een verruiming van het Noorder Slaak werd in de zomer van 1961 reeds bereikt door het zuigen van zand, waarmee het damvak op de Plaat van Oude Tonge werd gemaakt. De verwachte grote natuurlijke verruiming werd door deze kunstmatige verruiming reeds gedeeltelijk voorbereid.

Het gemiddelde profieloppervlak van de geul nam tussen mei 1962 en mei 1963 toe met ongeveer 25–30 procent. In de figuren zijn weergegeven de lijnen van GLLWS–50 dm van de peilkaarten van mei 1961, september 1962, mei 1963 en oktober 1963, waaruit de verruiming over de drie perioden duidelijk blijkt. Tevens zijn de lijnen van GLLWS–50 dm van dezelfde peilkaarten aangegeven; vooral de ebschaar ontwikkelt zich snel (in westelijke richting). De aantasting van de zuidelijke rand van de Plaat van Oude Tonge was gedurende de jongste periode van mei '63–oktober '63 sterker dan voordien het geval was.

De centrifugale kracht veroorzaakt voorts een uitbocht van het Noorderslaak. Deze zal door toenemende stroomsnelheden sterker worden na het voltooiën van de Grevelingendam. Hierdoor zal de gehele zuidelijke oever van de Plaat van Oude Tonge aangetast kunnen worden. Voorspellingen omtrent het tempo van de verruiming en de uitbocht zijn moeilijk te geven.

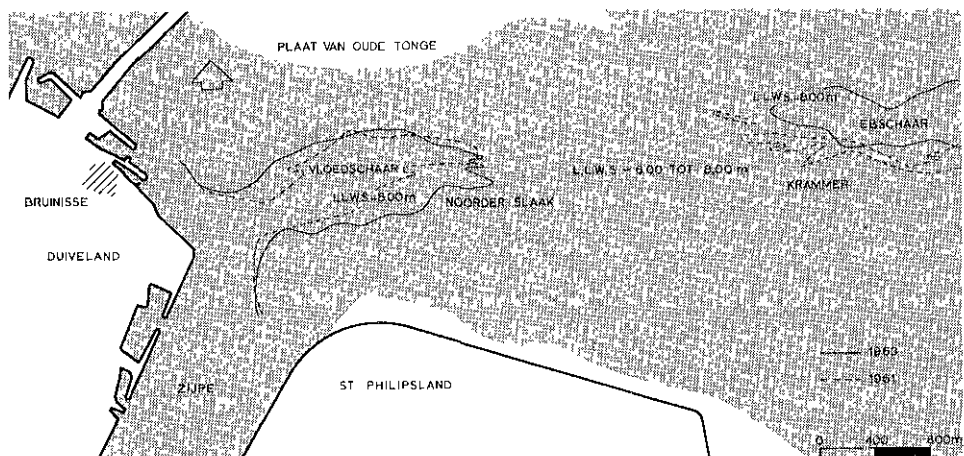
Als in 1964 ook de noordelijke Grevelingen zal zijn afgesloten zal, blijktens modelproeven en berekeningen, de toeneming van de stroom in het Noorder Slaak merkbaar zijn.

Ontwikkeling van de profielen in de omgeving van het noordelijke sluitgat van de Grevelingen als gevolg van het gereedgekomen damgedeelte

De in mei 1961 begonnen bouw van het damvak op de Plaat van Oude Tonge veroorzaakte reeds een vrij sterke achteruitgang van de noordoostelijke 'uitloper' van de Bocht van St. Jacob aan de oostzijde van het damtracé.

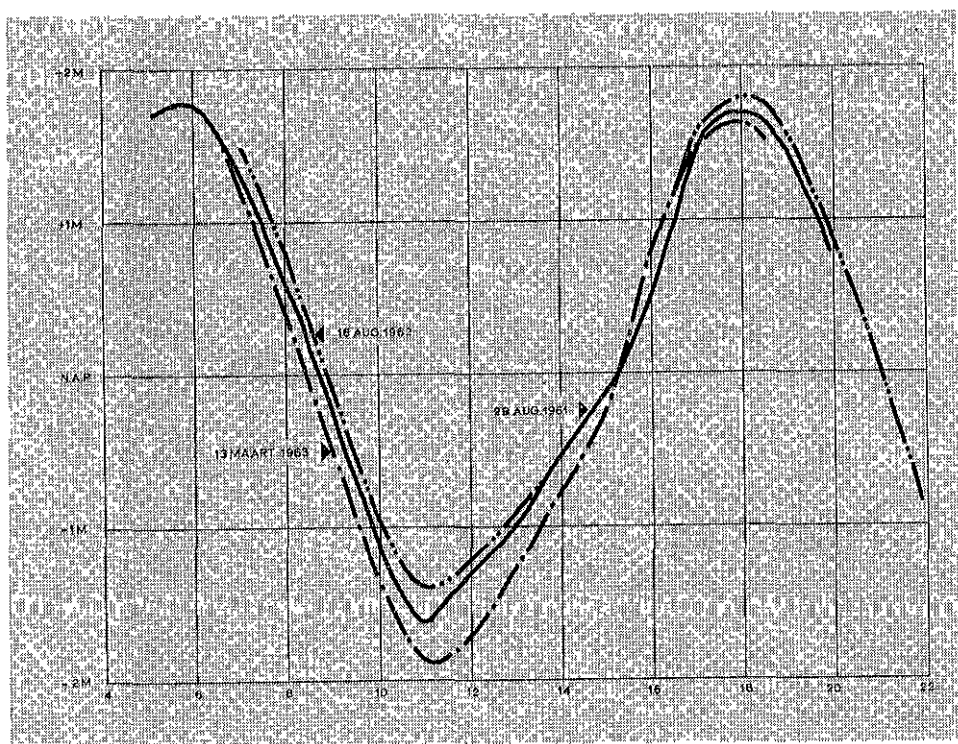
Het profieloppervlak was ter plaatse van de raaien 1, 2 en 3 enkele maanden na het gereedkomen van het damvak reeds met een gemiddelde van ongeveer 10 procent afgenomen. Tussen augustus 1961 en september 1962 was de achteruitgang van de noordelijke geul in dit gebied door het afsluiten van de zuidelijke Grevelingen (april–mei 1962) nog aanzienlijk groter, namelijk gemiddeld ongeveer 20 procent.

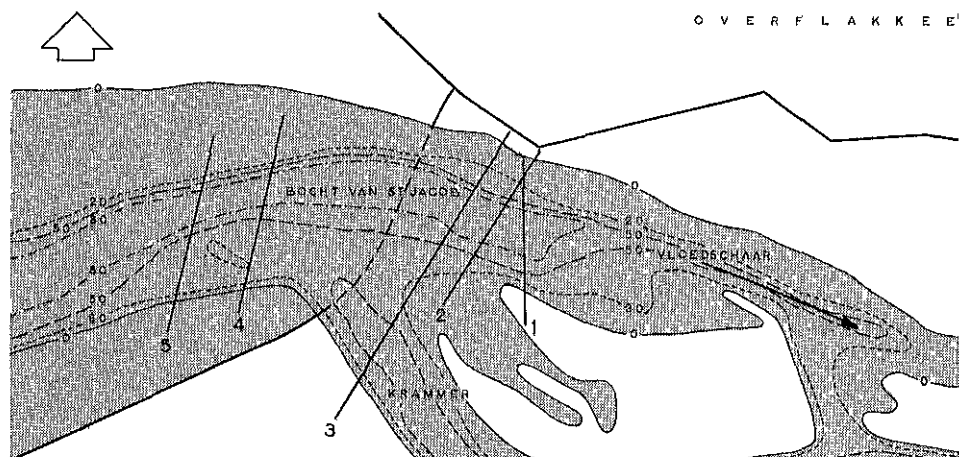
Van september 1962 tot april 1963 ging het profiel over een kort tijdsbestek nog achteruit



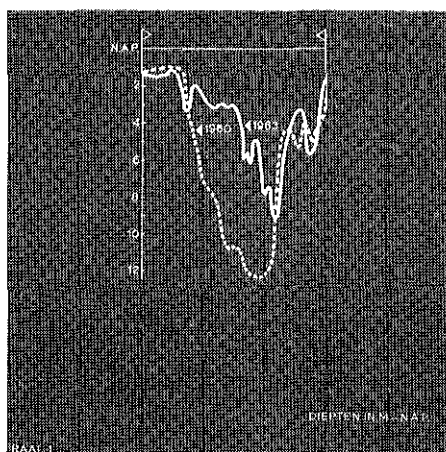
Ontwikkeling van de vloed- en ebschaar van het Noorder Slaak van 1961 tot 1963

Getijlijnen bij Bruinisse (Zijpe)





Ontwikkeling van de noordelijke geulen in de omgeving van het sluitgat van de Grevelingendam

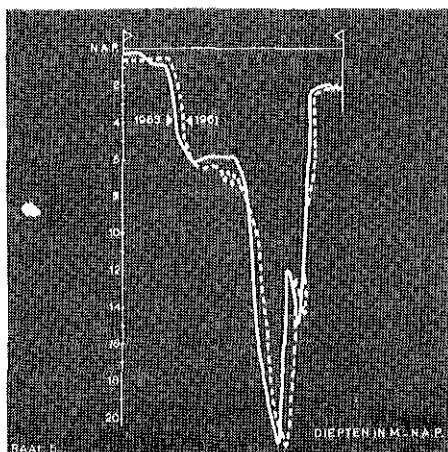
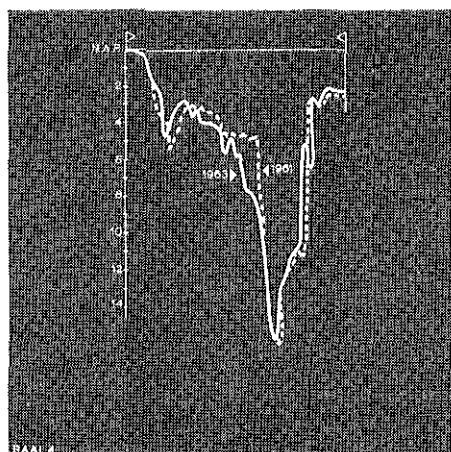
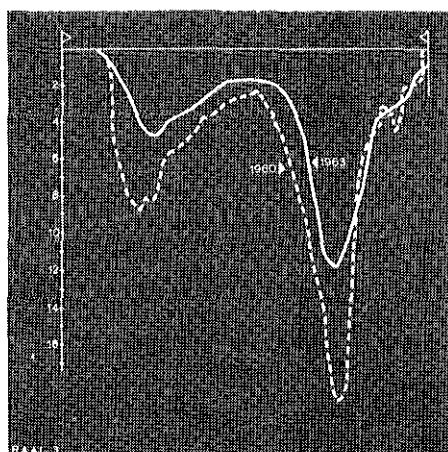
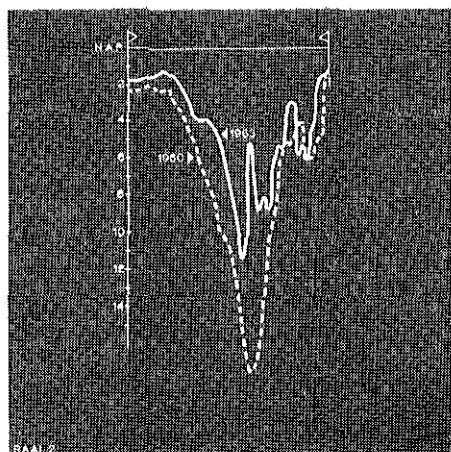


met gemiddeld ± 15 procent. Behalve een aanzienlijke versmalling van de geul liep de maximum-diepte in raai 1, beschouwd over de gehele periode van 1960-1963, terug van 12,5 m tot 9 m, in raai 2 van 17,5 m tot 11 m en in raai 3 van 19 m tot 12 m. Alle cijfers zijn t.o.v. N.A.P.

De maximum-diepte van de noordelijke geul ter plaatse van het damtracé werd in juli-september 1962 door het maken van de drempel teruggebracht van 14 m tot 9,5 m. Op 200 m oostelijk hiervan bleef de geulbreedte constant en liep de maximum diepte slechts terug van 14 m tot 12,5 m.

In het gebied westelijk van het tracé, de overgebleven tak van de Bocht van St. Jacob, waren de veranderingen in de ligging en in het gemiddelde profieloppervlak opvallend gering.

De vroegere eigenlijke verbindingsgeul van de Bocht van St. Jacob langs de oostelijke

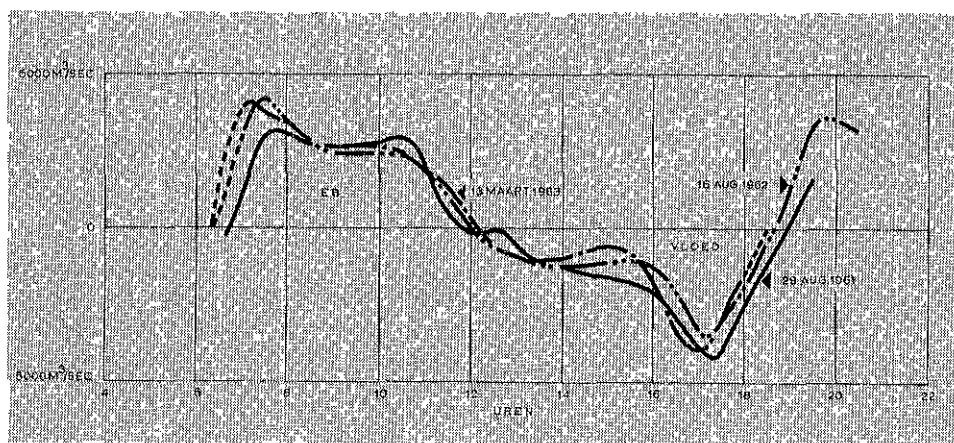
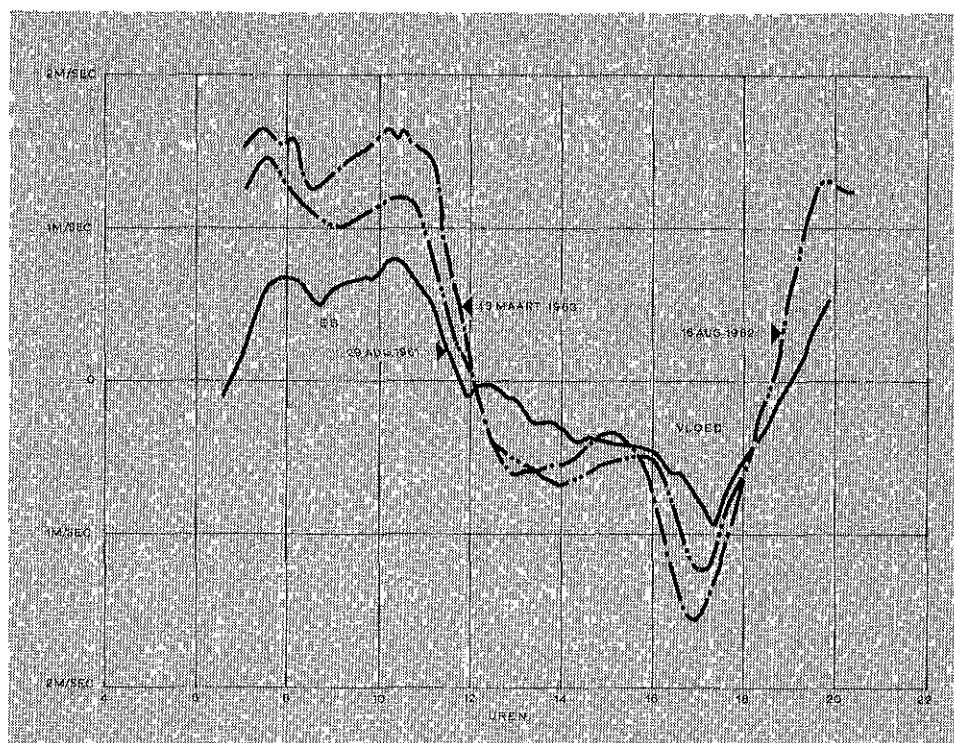


oever van de Plaat van Oude Tonge met het Krammer ging van 1960–1963 eveneens sterk achteruit. Zij wordt de laatste tijd door het zuigen van zand als vaarweg kunstmatig open gehouden.. Deze geul (Krammer) heeft ter plaatse van het tracé een vrij constante diepte van ongeveer NAP – 6 m. Het maken van de verhoogde drempel in het noordelijke sluitgat kan de genoemde aanzandingen in geringe mate bevorderd hebben.

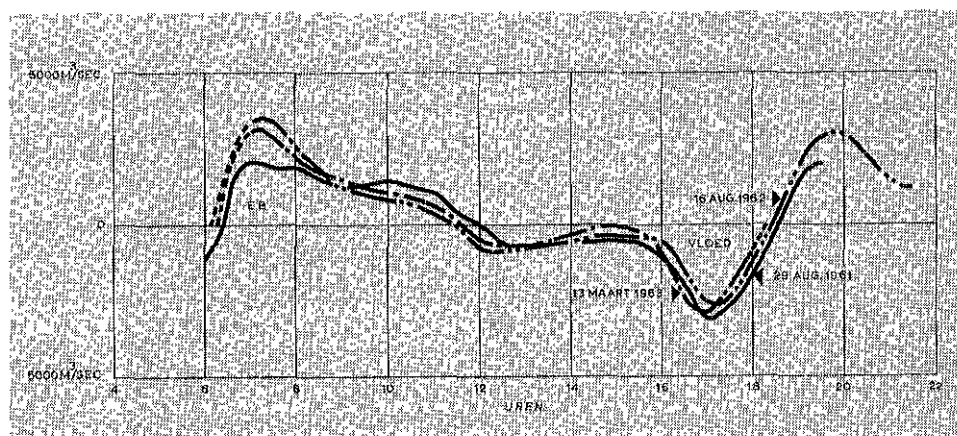
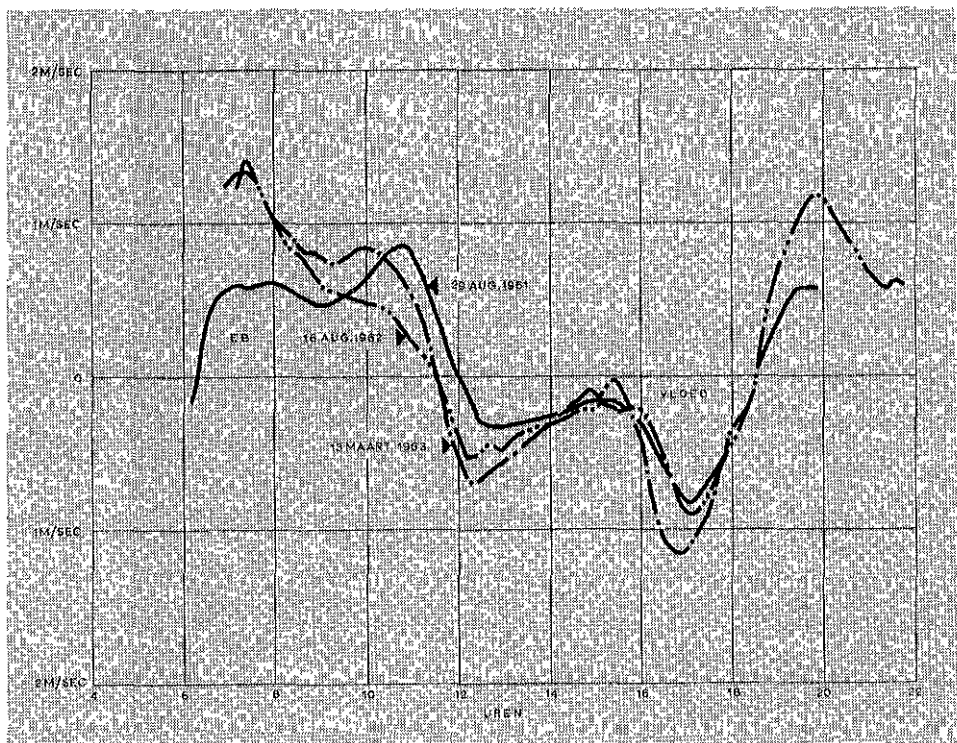
Behalve verdiepingen van hoogstens 2,5 m op een afstand van ongeveer 200 m noordwestelijk van de zuidelijke geul (Krammer) van het tracé, die veroorzaakt werden door het kopeffect van de dam, waren de diepteveranderingen in de onmiddellijke omgeving van het tracé gering.

Uiteraard bestaat samenhang tussen de veranderingen in de stromen in het betrokken gebied door de reeds plaats gehad hebbende afsluitingen en de zandbeweging.

In de oorspronkelijke toestand was de vloedstroom door het noordelijke tracé afkomstig



Stroomsnelheden en afvoeren in de Bocht van St. Jacob ter plaatse van het tracé van de noordelijke afsluitdam



Stroomsnolheden en afvoeren in de Krammer ter plaatse van het tracé van de noordelijke afsluitdam

zowel uit de richting van het Brouwershavensche Gat als uit die van het Zijpe via de Bocht van St. Jacob, dus in de vorm van een rondstroming.

Na het afsluiten van de zuidelijke Grevelingen verviel deze rondstroming. Het gevolg was dat de vloedstroom door het noordelijke tracé, afkomstig van het Brouwershavensche Gat, verzwakt werd.

Dit blijkt met de ebstromen ter plaatse van het tracé niet het geval te zijn. Deze zijn in tegendeel ten opzichte van de ebstromen bij de oorspronkelijke toestand zelfs toegenomen.

Door het afsluiten van de zuidelijke Grevelingen namen de maximale ebsnelheden in het noordelijke sluitgat toe. Dit was met de maximale vloodsnelheden procentsgewijs in mindere mate het geval.

Dit blijkt uit metingen en daaruit opgemaakte snelheidskrommen van 29 augustus 1961, toen het doorstromingsprofiel bij Bruinisse nog 3000 m³ bedroeg, en van 16 augustus 1962 na het afsluiten van deze zuidelijke Grevelingen. Op beide dagen verliepen de getijden op analoge wijze. Bovendien was in de periode tussen augustus 1961 en augustus 1962 het noordelijke sluitgat vernauwd van 7400 m² tot ongeveer 4850 m².

Bij beschouwing van de totale hoeveelheden eb- en vloedwater langs dit noordelijke tracé blijkt, dat op 29 augustus 1961 eb- en vloedvermogen resp. 41 en 44 mill. m³ voor de geul van de Bocht van St. Jacob bedroegen. Deze bedragen waren op 16 augustus 1962 resp. 48 mill. m³ en 35,5 mill. m³. Bij de eb zag men dus een toename van ongeveer 17 procent en voor de vloed een afname van ongeveer 19 procent. Bij een meting op 13 maart 1963 (profiel noordelijke sluitgat 4700 m²) waren deze bedragen 52 en 36,5 mill. m³ bij een iets sterker getij.

In de Krammer, in de zuidelijke geul van het tracé werden analoge betrekkingen gevonden, alleen waren de veranderingen beperkter van omvang.

Op 29 augustus 1961: eb 27 mill. m³, vloed 26,5 mill. m³.

Op 30 augustus 1962: eb 30 mill. m³, vloed 23 mill. m³.

Op 13 maart 1963: eb 30,5 mill. m³, vloed 21,5 mill. m³.

De hier genoemde veranderingen in de stromen hebben de reeds vermelde aanzandingen tot gevolg gehad. Blijkbaar waren de toegenomen ebstromen niet in staat om de aanzandingen oostelijk van het tracé op te ruimen, waardoor de vloodschaar nog niet is overgegaan in een ebschaar. Uit de snelheidsmetingen gehouden op 17 oktober 1963 bleek, dat in de hydraulische situatie, die bij de meting op 13 maart 1963 gevonden was, geen noemenswaardige wijzigingen zijn opgetreden. De ebvermogens van de Bocht van St. Jacob en Krammer waren op die datum 53 en 36 mill. m³ en de vloedvermogens 40,5 en 21,5 mill. m³ respectievelijk.

Waterloopkundig onderzoek in verband met het sluitingsprogramma

Zoals reeds is uiteengezet in het artikel 'Grondmechanische en waterloopkundige overwegingen bij de geleidelijke sluiting', verschenen in de nrs. 21 en 22 van het Driemaandelijks Bericht, zal het sluitingsprogramma van een stroomgeul bij geleidelijke sluiting bepaald worden door de stroombestendigheid van de toe te passen stortmaterialen en de te verwachten ontgrondingen, beide als functie van het stroombeeld en de snelheidsveranderingen bij het omhoog brengen van de dam.

Ten behoeve van het sluitingsprogramma van de noordelijke geulen van de Grevelingen

zijn zowel deze stroombestendigheid als de ontgrondingen onderwerp geweest van systematisch onderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft en in de Noordoostpolder. Het onderzoek naar de stroombestendigheid van de materialen, welke bij de sluiting zullen worden toegepast heeft zich beperkt tot het tweedimensionale stroombeeld. Bij het ontgrondingsonderzoek is het gehele stroomgebied in beschouwing genomen, dus ook de driedimensionale effecten. Deze doen zich over het algemeen pas gevoelen aan de benedenstroomse zijde van het sluitgat, zodat ze van veel meer belang zijn voor de bestudering van de bodemaantasting dan van de steenstabiliteit. Daarbij komt nog, dat een calamiteit, waaraan een ontgroning als gevolg van bij voorbeeld een wervelstraat vooraf gaat, veel omvangrijker is, dan wanneer deze het gevolg is van het plaatselijk verloren gaan van de steenstabiliteit.

De stroombestendigheid

Voor de beoordeling van de stroomresistentie van de in de Grevelingen ter beschikking staande materialen kon niet worden teruggegrepen op de resultaten van het op blz. 73 van nr. 22 vermelde systematische onderzoek. Dit onderzoek werd namelijk verricht voor een dam met lange kruin.

In de Grevelingen moet daarentegen een dam met een scherpe kruin gevormd worden omdat het stortpunt in het dwarsprofiel niet variabel is. Het snelheidsprofiel boven een korte kruin wijkt zeer sterk af van dat bij een lange kruin, waardoor het zeer moeilijk wordt een onmiskenbare kritieke snelheid te bepalen. Hierdoor werd het noodzakelijk ook voor een dam met scherpe kruin een serie proeven te doen, waarbij de diepte van de geul, de hoogte van de dam en de grootte van de steen werden gevarieerd. In verband met de ongewone vorm van de snelheidsverticaal op de dam is de stabiliteit van de steen uitgedrukt in het verval, waarbij de steen nog net niet in beweging komt. Hierbij bleek tevens, dat in omstandigheden, waarin men theoretisch een duikende straal verwachtte, deze zich niet verwezenlijkte. De proeven zijn daarna voortgezet voor hetzelfde materiaal, maar dan met vastgekitte steen, om na te gaan bij welke vervallen de straal ging duiken. Het duiken trad toen op bij vervallen, die groter waren, dan overeenkwam met de stroomresistentie van het betrokken materiaal. Dit effect bleek onafhankelijk te zijn van de grootte van de toegepaste steen. Naar alle waarschijnlijkheid is het echter wel afhankelijk van het soortgelijk gewicht van het materiaal. Voor verschillende formaten steen is het kritieke verval bepaald als functie van de damhoogte. Uit getijberekeningen is bekend hoe het verband tussen het verval en de damhoogte in de Grevelingen in feite is, zodat door combinatie van deze gegevens nagegaan kon worden welke materialen veilig toegepast kunnen worden. Hierbij bleek het voorradige grind in beperkte mate toepasbaar, zij het tot grotere damhoogten dan oorspronkelijk werd verondersteld. De aanwezige stortsteen (10/300 kg) kan zonder bezwaar voor de volledige sluiting van de geulen gebruikt worden. Aangezien het in de bedoeling ligt het sluiten van de Grevelingen tevens als 'openlucht laboratorium' te gebruiken voor het toepassen van zandzakken, is naar de stroombestendigheid hiervan ook een onderzoek ingesteld. Gevarieerd werden hierin, naast damhoogte en waterdiepte, de vullingsgraad en daarmee de vormvastheid van de slappe zakken alsook de vorm van de spanzandzakken. Uit deze proeven bleek, zoals in het vorige bericht reeds is vermeld, dat bij gelijk stukgewicht spanzandzakken stroomresistenter zijn dan slappe zakken.

Dit is afhankelijk van de vorm der spanzandzakken en de vullingsgraad der slappe zakken. Bij de slappe zakken bleek de grootste, praktisch mogelijke, vullingsgraad tevens de grootste stroomresistentie te leveren. Uit een nader onderzoek naar de stabiliteit van deze

zakken bleek echter kort geleden, dat er sprake is van aanzienlijke schaafeffecten in de proeven voor dit materiaal als gevolg van zandbeweging in verschillende formaten zakken. Daardoor is het toelaatbare verval op kleine zakjes relatief groter dan op grotere zakken. Op het ogenblik is dan ook een onderzoek gaande naar de vraag wat de invloed van dit schaafeffect is op de interpretatie van de verrichte proeven. Een dergelijk schaafeffect hoeft bij de proeven met spanzandzakken niet gevreesd te worden omdat het zand in deze zakken niet bewegen kan. De zakken met gebitumineerd zand zijn niet in het model beproefd. Hun stroomresistentie ligt tussen die van slappe zakken en spanzandzakken in.

Omdat ten tijde van dit onderzoek nog geen uitsluitel bestond over het begintijdstip van de sluiting is tevens een onderzoek ingesteld naar de golfresistentie van dammen, opgestort met stortsteen of met spanzandzakken. Beide materialen bleken de golven, welke als maatstaf voor een winterperiode in het noordelijk Grevelingengebied werden aangevaard, goed te kunnen verdragen. Een interessante uitkomst van deze proeven was, dat de resistentie tegen golfaanval groter werd, zodra de waterspiegel boven de damkruin uitsteeg.

Storten in stromend water

Alle in het voorgaande beschreven proeven zijn, ter wille van de onderlinge vergelijkbaarheid, bij dammen met een bepaalde vorm genomen. Tijdens het stortproces veranderen de snelheden echter doorlopend. Het gevolg hiervan is, dat stenen, die bij maximum-stroom gestort worden, verder van het stortpunt zullen afdrijven dan stenen die omstreeks de tijd van kentering gestort worden. Hierdoor zal een steeds wisselend damprofiel ontstaan. Teneinde in deze omstandigheid enig inzicht te krijgen en daarmee in de te verwerken hoeveelheid materiaal, zijn voor stortsteen, grind en zandzakken proeven gedaan waarbij de opbouw van een dam in stromend water is nagegaan. Hierbij moest een zekere schematisatie worden ingevoerd omdat in het model, waarin deze proeven zijn genomen, geen tijd kon worden nagebootst.

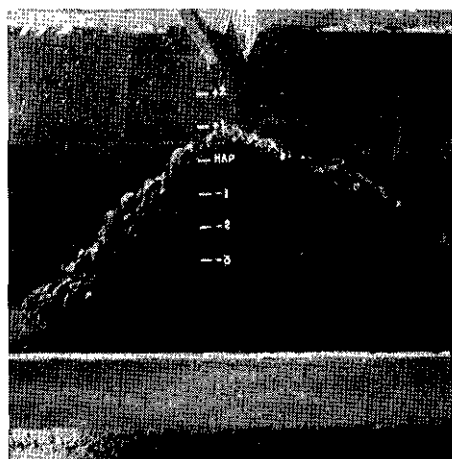
Uit het verloop van deze proeven bleek, dat door afdrijven en het bij aankomst nog even stroomafwaarts over de bodem voortrollen van het materiaal, de breedte van de dam tijdens het eerste deel van de opbouw groot is in verhouding tot de hoogte. Deze tendens vermindert naarmate de waterdiepte boven de damkruin kleiner wordt. Wanneer in de Grevelingen de dam boven water tot de volle hoogte is opgestort, dan wordt weer een normaal vrijwel driehoekig profiel verkregen met de zijden ongeveer onder natuurlijk talud.

Het totaal van de te verwerken hoeveelheden kan dus bepaald worden zonder dat rekening behoeft te worden gehouden met verliezen ten opzichte van het ontwerp-profiel. Voor de verdeling van deze hoeveelheden over de verschillende opbouwstadia geeft het verloop van de stortproeven in het model een aanwijzing.

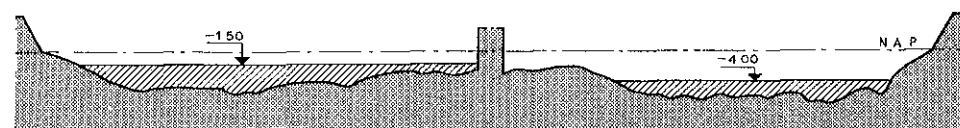
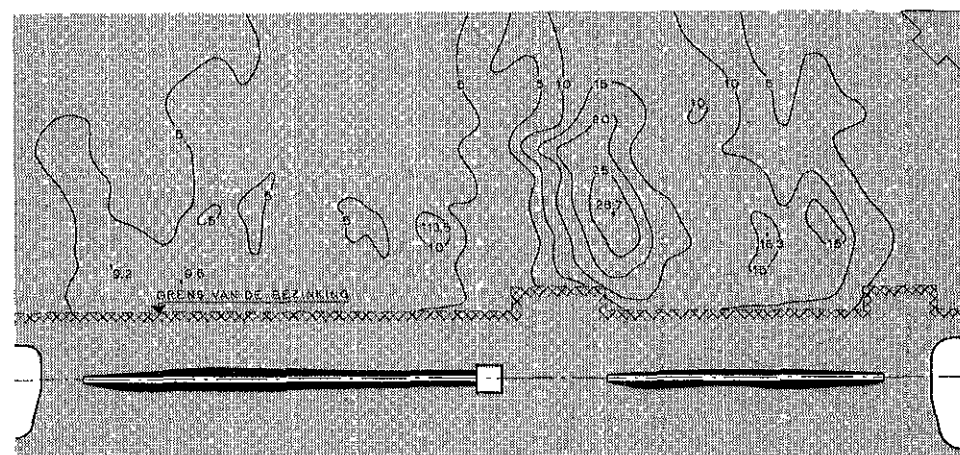
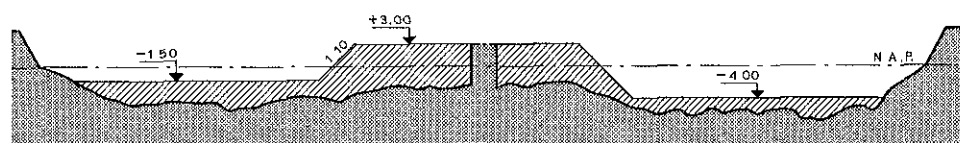
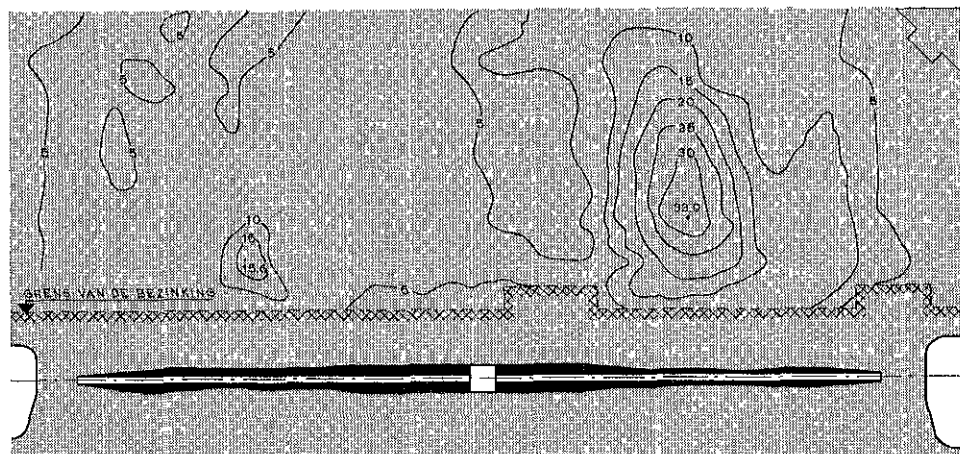
Het opstellen van een sluitingsprogramma

Het sluitgat in de noordelijke Grevelingen bestaat uit twee geulen, de Krammer en de Bocht van St. Jacob, die gescheiden worden door een gebied met beperkte waterdiepte, de Krammerplaat.

De proeven met betrekking tot de stroombestendigheid en het storten in stromend water van de te verwerken materialen leveren voldoende informatie om te kunnen vaststellen met welke materialen de sluitdam in ieder van deze drie delen van het sluitgat kan wor-



Verskillende stromingstoestanden en dwarsprofielen
bij de proeven over het opstorten van de afsluitdam



den opgebouwd. Voor wat betreft de volgorde van sluiting van de verschillende gedeelten, is uit deze proeven over de stroombestendigheid van de materialen vrijwel geen beperking voor de keuze gebleken.

Op dit punt geven de resultaten van het ontgrondingsonderzoek echter wel duidelijke aanwijzingen.

Bij dit onderzoek zijn verschillende bouwprogramma's bekeken, zoals het voor één sluiten van ieder van de hierboven genoemde delen van het sluitgat met variaties in de volgorde. Voorts werd een gecombineerde sluiting van het geheel bestudeerd, waarbij weer het sluitingsstempo in ieder van de delen en van de delen onderling werd gevarieerd. Gebleken is, dat de eerstgenoemde werkwijze, hoe de volgorde van de delen ook wordt gekozen, ontgrondingen tot gevolg heeft, die ongunstig afsteken tegenover die bij een gecombineerde sluiting van het geheel. De invloed van de opgebouwde delen op het stroombeeld, zoals deze blijkt uit de ontgrondingen nabij de koppen, speelt hierbij een belangrijke rol.

Een andere variatiemogelijkheid in de uitvoering ligt in de vorm in lengterichting van de dam tijdens de bouw. Opstorten met een horizontale damkrin is mogelijk, maar dan kan eveneens worden gestreefd naar een verloop van de krin, dat enigermate het doorspronkelijke goulprofiel blijft weerspiegelen. Bij de keuze hieruit spelen behalve de te verwachten ontgrondingen ook de bepaling van plaats en aard van de te verwerken materialen, de aard van de bodembescherming en de bedrijfsmogelijkheden van de kabelbaan een rol.

Op het ogenblik is een sluitingsprogramma in voorbereiding, dat een gecombineerde, min of meer gelijktijdige, sluiting van de beide geulen en de plaat beoogt. Bij dit programma wordt in belangrijke mate gebruik gemaakt van nieuw ontwikkelde stortmaterialen.

Na het uitvoeren van het Deltaplan zal het mogelijk zijn een ruimer gebruik te maken van het zoete water, waarover Nederland binnen zijn grenzen kan beschikken. Een goede watervoorziening voor verschillende doeleinden vereist dat de kwaliteit van het water aan bepaalde voorwaarden voldoet. Zo moet onder meer het chlooriongehalte van het water in de toekomstige deltabekkens zo laag mogelijk worden gehouden.

In de in 1957 verschenen bijdrage IV-4, behorende bij het eindverslag van de Deltakommissie, zijn de factoren vermeld, welke invloed hebben op het zoutgehalte van het water in de bekkens. Uit de voorlopige berekeningen blijkt, dat de zoutbelasting van het Zeeuwse Meer enkele jaren na de ontzilting gemiddeld ongeveer 35 kg chloorion per seconde zal bedragen. De belangrijkste bron van verzilting is hierbij het zoute uitslagwater van de op het Zeeuwse Meer lozende polders. Voor de zoutbelasting door diffusie van in de bodem aanwezig zout naar het meer is een waarde van 3 kg chloorion per seconde in rekening gebracht en voor de zoutbelasting door kwel onder de afsluitdammen door is de waarde op 1 kg chloorion per seconde berekend.

Wat betreft de bestaande en nieuw te bouwen spui- en schutsluizen is verondersteld, dat het zoutbezwaar ervan door speciale maatregelen zal kunnen worden opgeheven omdat een zoutbelasting van 35 kg chloorion per seconde reeds tamelijk hoge chlooriongehalten van het water in het meer tot gevolg heeft. Hierbij wordt, naast preventieve maatregelen als een juiste keuze van de plaats van de sluis, de afdichting van de keermiddelen, enzovoorts, hoofdzakelijk gedacht aan bestrijding van het zoutbezwaar door het voeren van een min of meer continue stroom zoet water naar de sluizen. De doeltreffendheid van deze maatregel kan nog worden vergroot door het aanleggen van een diepe kom achter de sluizen. Daarin zou het zoute water dan opgevangen en tijdelijk geborgen kunnen worden, voordat het uit deze 'zoutvang' naar de zeezijde van de sluis zou worden teruggevoerd, tezamen met het zoete doorspoelingswater.

De noodzaak tot het nemen van maatregelen blijkt duidelijk uit het feit, dat het zoutbezwaar van de schutsluizen te Hansweert na 1978 meer dan 100 kg chloorion per seconde zal bedragen. Bovendien is rekening te houden met de nieuwe Schelde-Rijnverbinding en een hiermee gepaard gaande zoutbelasting door de Kreekraksluizen op het Zeeuwse Meer van eveneens ruim 100 kg chloorion per seconde in ongunstige perioden van het jaar. Voor een afdoende bestrijding van de van schutsluizen uitgaande verzilting door middel van een min of meer continue spuistroom is een grote hoeveelheid zoet water vereist.

Deze zal vooral in droge tijden niet of bezwaarlijk hiervoor beschikbaar kunnen worden gesteld. Derhalve moet worden nagegaan of andere maatregelen kunnen worden genomen, waarbij een kleinere hoeveelheid zoet water wordt vereist. Uit verrichte proeven is gebleken, dat het toepassen van luchtschermen in schutsluizen een aantrekkelijke mogelijkheid biedt om het zoutbezwaar van sluizen in belangrijke mate te reduceren zonder het gebruik van zoet water.

De invloed van luchtschermen op het zoutbezwaar van schutsluizen

Het zoutbezwaar van schutsluizen wordt veroorzaakt door de volgende drie factoren:

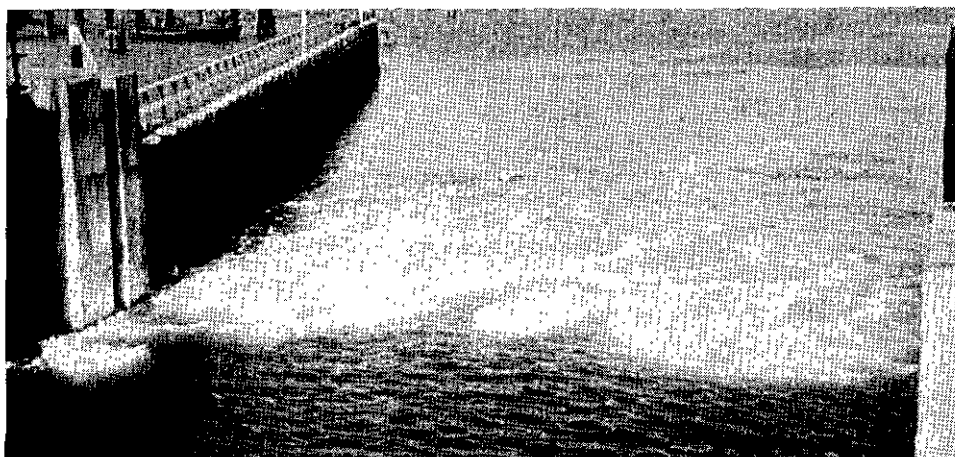
1. de uitwisseling als gevolg van verschillen in soortelijk gewicht;
2. het schutwater tijdens perioden, waarin de buitenwaterstand hoger is dan de binnenstand;
3. de verdringing als gevolg van het scheepvaartverkeer.

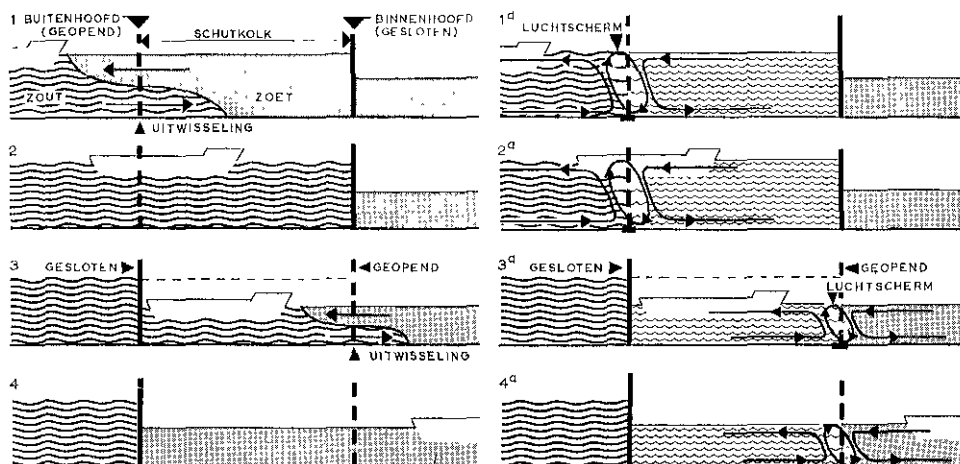
ad 1. De uitwisseling als gevolg van verschillen in soortelijk gewicht

De uitwisseling levert doorgaans de grootste bijdrage tot het totale zoutbezwaar van een schutsluis. Zodra de deuren aan de zeezijde van de sluis worden geopend zal, als gevolg van verschillen in het soortelijk gewicht, een stroming langs de bodem ontstaan. Daarbij zal water met een groter soortelijk gewicht in de richting van het water met een kleiner soortelijk gewicht stromen. Als gevolg hiervan zal een compensatiestroming langs het wateroppervlak in tegengestelde richting ontstaan. Deze stromingen zullen in stand blijven totdat de totale hoeveelheid water in de schutkolk vervangen is door water met een groter soortelijk gewicht. Dit uitwisselingsproces speelt zich bij gemiddelde omstandigheden af in 15—20 minuten. De openingsduur van de deuren van de voornaamste sluizen in het Deltagebied zal vrijwel altijd langer zijn dan de vermelde tijdsduur. Bij elke schutting zal moeten worden gerekend met een vrijwel volledige uitwisseling van water tussen de schutkolk en het buitenwater of, bij geopende kering in het binnenhoofd, tussen de schut-

Een luchtbellenscherm tijdens een proef in de grote schutsluis te Kornwerderzand

Het binnendringen van zout vanuit de Waddenzee wordt gekeerd door een hoeveelheid lucht van 1,5 m³ per minuut, per meter breedte van de sluis in te blazen





kolk en het binnenwater. In korte tijd dringt derhalve bij elke schutcyclus een grote hoeveelheid zout water uit de schutkolk het zoete milieu binnen. Wordt hierbij als uitgangspunt een sluis genomen met een schutkolklengte van 320 m, een breedte van 24 m en een waterdiepte van 6,50 m, dan zal de schutkolk ongeveer 50 000 m³ water bevatten. Als gevolg van het verschil in soortelijk gewicht tussen het buiten- en binnenwater zal elke schutcyclus een zoutbezwaar kunnen veroorzaken van ongeveer 700 000 kg chloorion. Wordt op deze wijze twaalf maal per dag een schutting uitgevoerd, dan zal de totale zout belasting maximaal 8400 ton chloorion per dag bedragen of gemiddeld bijna 100 kg per seconde.

Worden nu luchtschermen toegepast bij de deuren in het buiten- en binnenhoofd van de sluis, dan zal de mate van uitwisseling zeer sterk worden vermindert. Het zal ook veel langer duren, voordat de uitwisseling van water als gevolg van soortelijk gewichtsverschillen volledig is. Bij een openingsduur van bijvoorbeeld 30 minuten van de deuren zal door het gebruik van luchtschermen het zoutbezwaar door uitwisseling bij een schutsluis met de aangenomen afmetingen slechts 25 procent bedragen van de vermelde waarde van 100 kg chloorion per seconde.

ad 2. Het schutwater tijdens perioden met hoog buitenwater

Bij schuttingen gedurende een periode, waarin de waterstand aan de zeezijde hoger is dan de binnenwaterstand, zal een schijf zout water in de schutkolk moeten worden toegelaten voordat de deuren in het buitenhoofd van de sluis kunnen worden geopend. Na opening van deze deuren en uitwisseling van de schepen tegelijk met de uitwisseling van water als gevolg van soortelijk gewichtsverschillen, zullen de deuren na verloop van tijd worden gesloten. Voordat de deuren in het binnenhoofd van de sluis kunnen worden geopend zal de ingelaten schijf water op het binnenwater moeten worden geloosd, waardoor de reeds vermelde tweede factor van de zoutbelasting ontstaat. Zonder het toepassen van luchtschermen zal het chlooriongehalte van dit schutwater vrijwel gelijk zijn

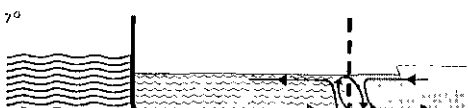
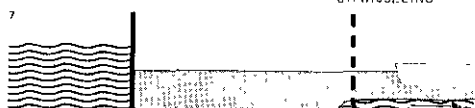
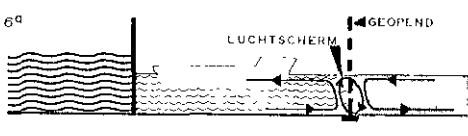
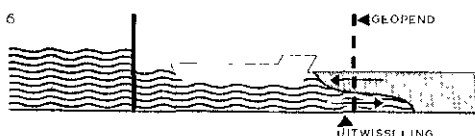
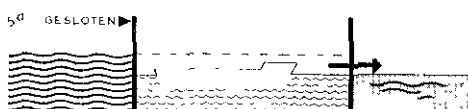
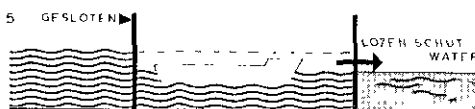
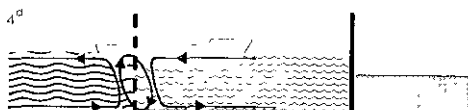
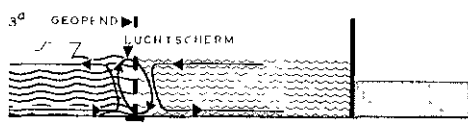
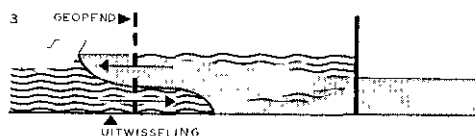
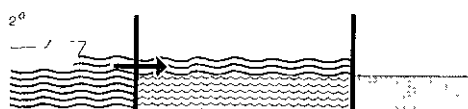
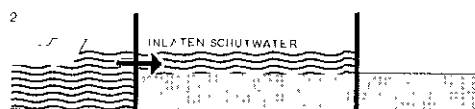
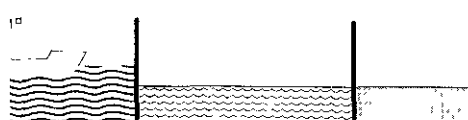
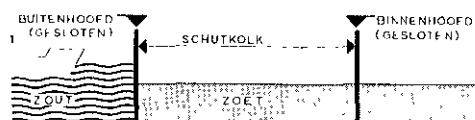
- 1-2. Bij geopende deuren in het buitenhoofd wordt het water uit de schutkolk in betrekkelijk korte tijd geheel verdrongen door het buitenwater met een hoger soortelijk-gewicht
 - 3-4. Bij geopende deuren in het binnenhoofd stroomt het soortelijk zwaardere water uit de schutkolk in het aansluitende kanaal en wordt vervangen door zoet kanaalwater
- 1a-2a. Een luchtscherm in het buitenhoofd belemmert de uitwisselingsstroom in sterke mate, zodat het water in de schutkolk veel zoeter blijft dan het buitenwater (de pijlen geven schematisch de waterbeweging weer)
- 3a-4a. Als gevolg van het luchtscherm bij het binnenhoofd, wordt de beweging van zout water opnieuw tegengegaan zodat slechts een kleine hoeveelheid zeewater in het binnenkanaal kan doordringen

aan dat van het water aan de zeezijde van de sluis. Bij toepassing van luchtschermen echter zal het soortelijk gewicht van het water in de schutkolk belangrijk kleiner blijven, dan die van het water aan de zeezijde van de sluis. De schijf zout water zal zich dus vermengen met het water in de schutkolk; het soortgelijk gewicht van de schijf water, welke uiteindelijk naar binnen wordt afgevoerd, zal een lagere waarde hebben dan zonder de toepassing van luchtschermen. Wordt het zoutbezwaar als gevolg van het schutwater ontoelaatbaar geacht, dan kunnen verdergaande maatregelen worden genomen, zoals bijvoorbeeld het toepassen van een schutkolkbemaling. Het bezwaar is dan meestal, dat een grote capaciteit van het gemaal is vereist om de betreffende schijf water in betrekkelijk korte tijd te verwijderen. Eventueel kan op een voldoende laag peil een bekken worden aangelegd, waarin de schijf schutwater onder natuurlijk verval kan worden geloosd. Dan kan met een belangrijk kleinere capaciteit van het gemaal worden volstaan om het bekken op het gewenste peil te handhaven.

ad 3. De verdringing als gevolg van de scheepvaart

Dit zoutbezwaar ontstaat tijdens het schutten van schepen in zeewaartse richting. Bij het binnenvaren van de schutkolk wordt een hoeveelheid water, gelijk aan de waterverplaatsing van de betreffende schepen, uit de schutkolk verdrongen in de richting van het binnenwater.

In tegenstelling tot de afneming van het zoutbezwaar als gevolg van het schutwater zal het zoutbezwaar als gevolg van de verdringing bij toepassing van luchtschermen enigermate toenemen. Door de toepassing van luchtschermen wordt de uitwisseling tegengegaan, zodat het verschil in soortelijk gewicht tussen het water in de schutkolk en het binnenwater groter zal zijn, dan in het geval zonder luchtschermen. Het zoutbezwaar als gevolg van de verdringing kan slechts met zeer radicale middelen worden voorkomen, namelijk door het vervangen van de kolkinhoud door zoet water voordat de binnen-deuren worden geopend. Ook het zoutbezwaar als gevolg van de uitwisseling kan op



1-2. Alvorens de deuren in het buitenhoofd kunnen worden geopend moet bij hoge buitenwaterstanden een schijf zout schutwater in de kolk worden toegelaten

3-4. Als gevolg van de uitwisseling wordt na het openen van de deuren van de kolk geheel gevuld met zout water

5-7 Na het sluiten van de buitendeuren moet een schijf zout schutwater naar binnen worden afgevoerd alvorens de binnendeuren kunnen worden geopend. Daarna volgt weer het uitwisselingsproces

1a-2a. Het luchtscherm heeft geen invloed op het toelaten van een schijf zout schutwater in de schutkolk. Als gevolg van het toepassen van een luchtscherm bij de buitendeur tijdens de voorgaande schutting is het zoutgehalte van het water in de schutkolk lager dan het gemiddelde gehalte tussen het buitenwater en het binnenwater

3a-4a Tijdens het uitwisselingsproces dat nu volgt bij geopende buitendeuren zal het zoutgehalte van het water in de schutkolk toenemen tot een iets hogere waarde dan het gemiddelde gehalte tussen het buitenwater en het binnenwater

5a-7a. De schijf schutwater bevat nu minder zout dan een overeenkomstige schijf zonder toepassing van een luchtscherm bij geval 5

deze wijze worden voorkomen. Het behoeft echter geen betoog, dat dit een bijzonder grote pompcapaciteit zal vergen of zal leiden tot een zeer lange duur van de schuttingen.

De invloed van doorspoeling van de kanalen achter de sluis

Het totale zoutbezwaar als gevolg van de drie vermelde factoren zal nauw samenhangen met het soortelijk gewichtsverschil van het water aan weerszijden van de sluis. Voorts zal dit verschil in soortelijk gewicht afhankelijk zijn van de mate van doorspoeling van het kanaal achter de sluis. Uit een analyse van gegevens van bestaande situaties blijkt, dat er een goed verband bestaat tussen het verschil in soortelijk gewicht, de doorspoeling en het zoutbezwaar van een sluis.

Bij wijze van voorbeeld zijn in bijgaande figuur de resultaten weergegeven van het totale zoutbezwaar als gevolg van 12 schutcycli per dag met een sluis van de reeds eerder vermelde afmetingen van $320 \times 24 \times 6,50 \text{ m}^3$, als functie van het soortelijk gewichtsverschil. Met behulp van de resultaten van de verrichte analyse is het effect bepaald van een doorspoeling van het kanaal achter de sluis met 5 en 10 m^3 water per seconde. Dit gebeurde zowel voor het geval geen luchtschermen worden toegepast als ook bij een toepassing van luchtschermen in de binnen- en buitenhoofden van de sluis met een luchtaanvoer van 2 m^3 per minuut per meter breedte van de sluis. Hieruit blijkt, dat het soortelijk gewichtsverschil en het zoutbezwaar van de sluis toenemen naarmate de doorgespoelde hoeveelheid water toeneemt. Een toename van het verschil in soortelijk gewicht betekent echter een lagere waarde van het soortelijk gewicht van het water achter de sluis en dientengevolge een kleinere kans op een ongunstige beïnvloeding van het binnenwater.

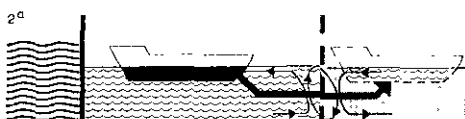
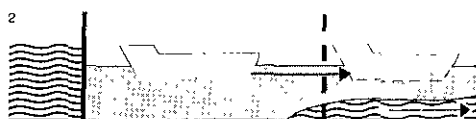
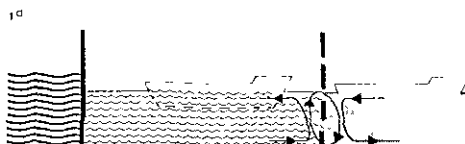
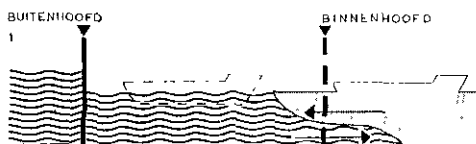
Het totale zoutbezwaar van de beoogde sluis blijkt als gevolg van de toepassing van luchtschermen en een doorspoeling met gemiddeld 5 m^3 water per seconde af te nemen van bijna 50 kg chloorion per seconde tot ongeveer 20 kg chloorion per seconde. Bij een

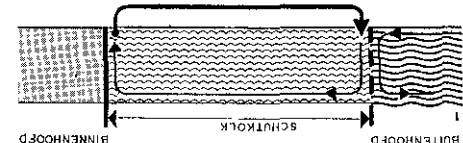
1-1a. Zowel zonder als met toepassing van luchtschermen levert het verdrongen water bij het schutten van schepen in landwaartse richting geen bijdrage tot het zoutbezwaar

2. Bij het schutten in zeewaartse richting is het zoutbezwaar door verdringing gering, daar het water in de schutkolk als gevolg van het

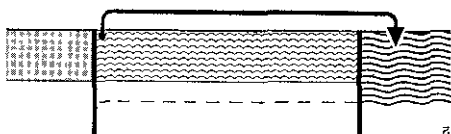
ongestoorde uitwisselingsproces reeds grotendeels wordt vervangen door binnenwater

2a. Als gevolg van de toepassing van luchtschermen wordt het uitwisselingsproces sterk afgeremd. Het water in de schutkolk blijft brak. De schepen verdringen derhalve brak water uit de kolk naar binnen

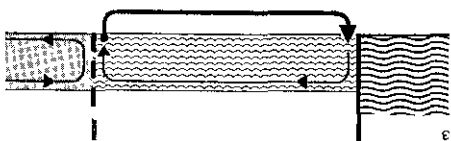




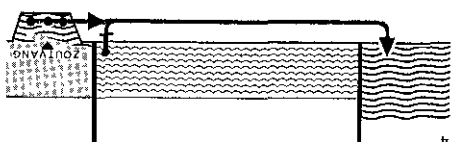
1. Voor het onderhouden van een waterscherm in heveestelsel wordt bij het binnenhoofd een hoeveelheid water aan de schutkolk onttrokken. De schematische aangegeven waterbeweging is tegengesteld gericht aan de stroming als gevolg van verschillen in soortelijk gewicht.



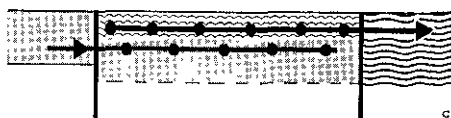
2. Het schutwater wordt door het gemaal aan de kolk onttrokken en via van afsluizers voorzien leidningen in het buitenwater geloosd. Daarna worden de deuren in het binnenhoofd geopend



3. Voor het onderhouden van een waterscherm bij geopende deuren in het binnenhoofd, wordt water bij het binnenhoofd onttrokken (negatief waterscherm) en bij het buitenhoofd geloosd. De schematische aangegeven waterbeweging is op-nieuw tegengesteld aan de stroming als gevolg van verschillen in het soortelijk gewicht.



4. Tijdens onderbrekingen in het schuiproces kan water door het gemaal worden onttrokken aan een diepe zoutvang achter de sluis.



5. Theoretisch kan het zoutbezwaar worden opgeheven door volledige vervanging van het zoute water in de kolk door binnenwater, voordat de deuren in het binnenhoofd worden geopend.

Mogelijkheden voor het toepassen van waterschermen

Het Waterlooppkunding Laboratorium heeft een oriënterend onderzoek ingesteld naar mogelijkheden, die waterschermen kunnen bieden bij het bestrijden van zoutbezwaar van schelstsluizen. Uit dit onderzoek is gebleken, dat met waterschermen dezelfde gunstige resultaten kunnen worden bereikt als met luchtschermen. Het aantrekkelijke is hierbij voorts, dat de exploitatiekosten van waterschermen belangrijk lager zullen zijn, dan die nemende afstand tot de sluis.

looppkunding Laboratorium. Tevens wordt nog bestudeerd hoe het soortelijk gewicht van achter de sluis. Betreffende dit onderdeel worden nog proeven genomen in het Water-meld dat hierbij nog geen rekening is gehouden met de invloed van een diepe 'zoutvang' is van het schutwater en het door de scheepvaart veroorzaakte water. Met nadruk zij ver-bezwaar van 20 respectievelijk 25 kg per seconde ongeveer 8 kg per seconde afkomstig 25 kg chloorion per seconde. Voor deze beide gevallen geldt, dat in het resterend zout-doorspoeling van 10 m³ water per seconde zal het zoutbezwaar verminderen van 67 tot

van luchtschermen. In technisch opzicht zal het echter moeilijk zijn om bij bestaande sluizen het toepassen van waterschermen te realiseren. Voor het vermelde sluisstype met een breedte van 24 m en een waterdiepte van 6,50 m is een waterdebiet vereist van 600 m³ per minuut. Het resultaat zal dan vergelijkbaar zijn met dat van een luchtscherm met een aanvoer van 2 m³ vrije lucht per minuut per meter sluisbreedte of 48 m³ per minuut totaal.

Indien voor de peilbeheersing of de doorspoeling van het kanaal achter de sluis toch een gemaal nodig is, lijkt het voor een nieuw te bouwen sluis zeer aantrekkelijk om dit gemaal tevens in dienst te stellen van de zoutbestrijding door middel van waterschermen. Gedurende de tijd, dat deze waterschermen niet in bedrijf behoeven te zijn, kan het gemaal door middel van een aan te leggen zuigleiding in verbinding worden gebracht met een diepe zoutvang achter de sluis. Een van de in dit opzicht eenvoudig lijkende oplossingen is in het bijgaande schema weergegeven.

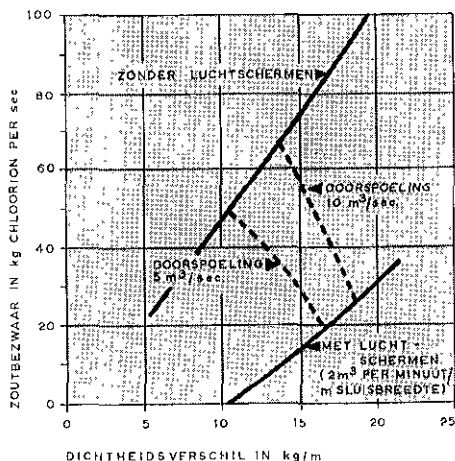
Slotopmerkingen

Verschillende mogelijkheden zijn aanwezig om het zoutbezwaar van schutsluizen te verminderen. Voor elke situatie afzonderlijk zal een keus moeten worden gemaakt, waarbij verschillende factoren zorgvuldig moeten worden overwogen.

Voor bestaande sluizen lijkt het toepassen van luchtschermen een aangewezen middel. Doorspoeling van het achter de sluis aanwezige kanaal zal steeds in meerdere of mindere mate moeten geschieden. Als verdergaande maatregel komt het afzonderlijke bemalen van het schutwater in aanmerking wanneer dit procentueel een belangrijk aandeel vormt van het resterend zoutbezwaar.

Voor nieuw aan te leggen sluizen lijkt het zeer aanlokkelijk het zoutbezwaar te bestrijden met behulp van waterschermen. Het afzonderlijk bemalen van het schutwater en het onttrekken van water aan een zoutvang achter de sluis kan hierbij afwisselend met hetzelfde te installeren gemaal geschieden.

Worden zeer hoge eisen gesteld aan de kwaliteit van het water op korte afstand achter de sluis, dan moet het water in de schutkolk tijdens elke schutting volledig worden vervangen door zoet water, hetgeen kostbare voorzieningen vergt en een lange duur van elke schutting tot gevolg heeft.



Zoutbezwaar van een sluis aan het einde van een kanaal als functie van het dichtheidsverschil met en zonder de toepassing van luchtschermen en met een doorspoeling van het kanaal van gemiddeld 5 en 10 m³ per seconde

In het Driemaandelijks Bericht nr. 24 is vermeld dat ten aanzien van de vorm van de stortebedden de keuze is gevallen op het horizontale type, en dat de bovenkant ervan op een diepte van N.A.P. - 13,50 m zal komen te liggen.

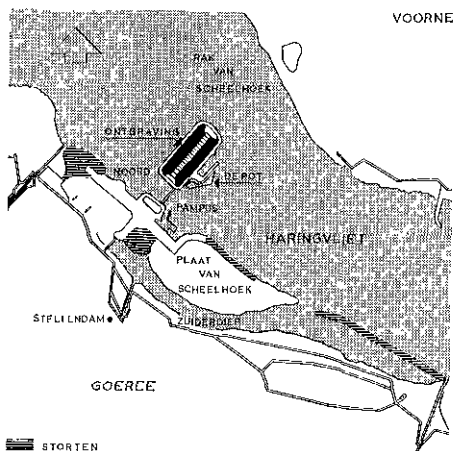
Deze diepte, die op grond van modelonderzoeken werd bepaald, is aanmerkelijk geringer dan de aanvankelijke inzichten als de meest gunstige hadden doen verwachten. Zo werden dan ook, zoals uit nr. 24 blijkt, bij het modelonderzoek diepten tot resp. N.A.P. - 25 meter en N.A.P. - 35 meter in beschouwing genomen. De ontgravingen tot een dergelijk peil hadden met behulp van speciaal voor dit doel te bouwen cutters kunnen geschieden, waarna het stortebed in den natte zou zijn uitgevoerd.

Nu men met een zoveel geringere diepte blijkt te kunnen volstaan, kunnen de ontgraving zowel als het aanbrengen van de stortebedden voor een zeer groot gedeelte in den droge worden uitgevoerd. Aangezien het ontgraven en het bouwen nu tegelijkertijd met de montage van de schuiven in de sluis kunnen geschieden, wordt tijdwinst verkregen. Hierdoor kan een vertraging van het werk door achterstand op het montageschema van de schuiven weer gedeeltelijk worden ingelopen.

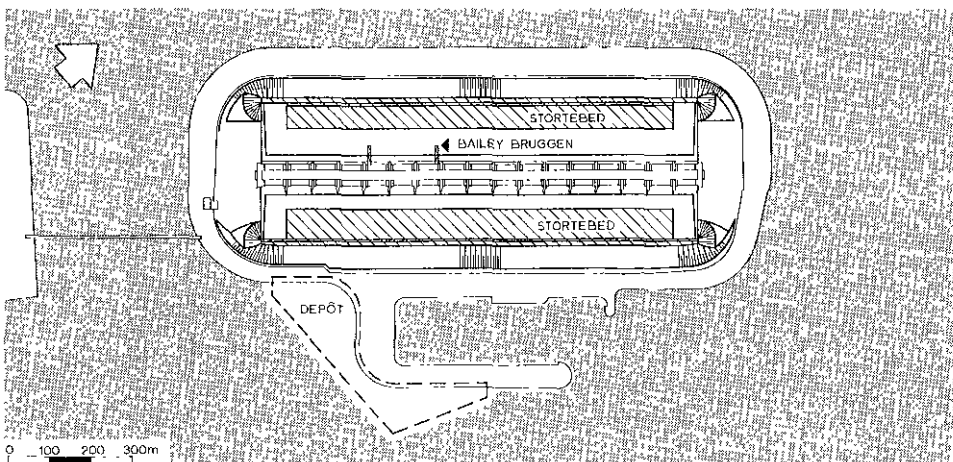
De bodemverdediging kan, nu goeddeels in den droge wordt gewerkt, ook veel nauwkeuriger worden uitgevoerd dan in den natte mogelijk is. Dit resulteert in besparingen op materiaal en kosten.

De in Driemaandelijks Bericht nr. 24 aangegeven constructie van het stortebed is iets gewijzigd. Het betonnen deel van het stortebed aan de rivierzijde wordt n.l. op staal gefundeerd en niet op palen. Dit bleek nodig, omdat de brugkraan, die voor het monteren van de schuiven zal worden gebruikt, na een verbouwing op een railbaan naast de sluisvloer komt te staan; een paalfundering zou in verband met deze tijdelijke hoge bovenbelasting erg zwaar moeten worden. Om tijd te winnen wordt het betonnen deel van het stortebed gereed gemaakt voordat met de montage van de schuiven wordt begonnen. De betonplaat van het stortebed wordt 1,5 meter dik en 33 meter breed. De oorspronkelijke breedte van 35 meter is niet aangehouden, omdat anders een weg in de bouwput zou moeten worden opgebroken.

De in den droge te ontgraven hoeveelheid grond bedraagt 2,4 miljoen m³, welke in twee en een half jaar tijds moet worden getransporteerd naar verschillende terreinen aan de zuidzijde van het Haringvliet. De omvang van dit grondverzet maakte vergelijkende

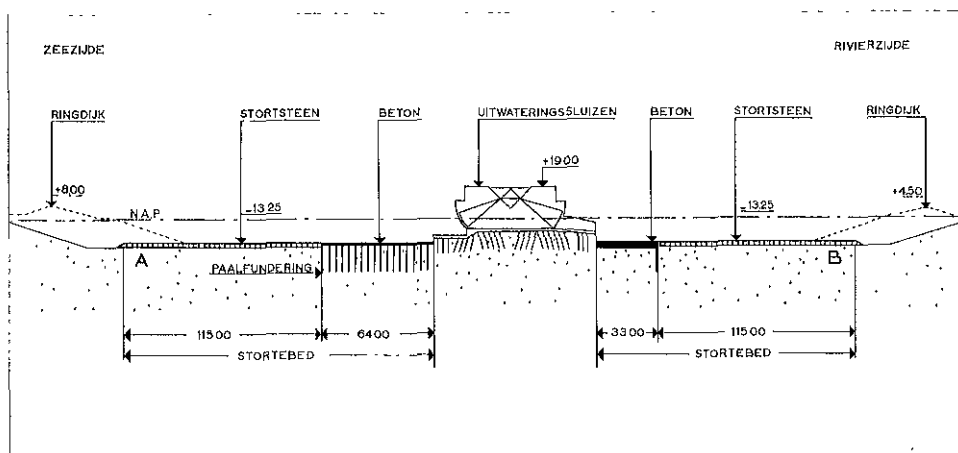


Situatie van de ontgravingen voor de stortebedden in de bouwput voor de uitwateringssluizen



studies van een groot aantal werkmethoden wenselijk. Daarbij werd in aanmerking genomen, dat relatief grote investeringen wellicht door lage exploitatiekosten toch een rendabel bedrijf zouden kunnen opleveren. Voorts stond vast, dat alle ontgraven grond voor andere werken kan worden gebruikt, zodat niet slechts de ontgraving, maar ook het vervoer van de grond naar de storten in de vergelijkende studies moest worden betrokken. Ook was het noodzakelijk rekening te houden met het maken van de stortebedplaten en het monteren van de schuiven. Deze werkzaamheden, die op het werkterrein worden uitgevoerd, bepalen goeddeels de volgorde van de ontgraving.

Bij het grondverzet worden drie fasen onderscheiden, namelijk de ontgraving zelf, het droge transport en het natte transport. De vraag of stagnatie in een der fasen veel produktieverlies in de andere fasen veroorzaakt, was voor de keuze van de werkwijze van groot belang.



Werkmethoden

Om tot een juiste keus van het materieel voor de ontgraving te komen werden de mogelijkheden van draglines, scrapers, 'schauffelradbagger' en cutters in de put onderzocht. Daarnaast werd voor het droge vervoer het gebruik van vrachtauto's, transportbanden en scrapers bestudeerd, terwijl voor het natte vervoer werd gedacht aan persbakken of zuigers, beide met opjagers. Bij het kiezen van een depot voor de specie, die aan de zeezijde van de sluis wordt ontgraven is eerst gedacht aan het zeer ondiepe deel van het Noord Pampus, dat aan de grote bouwput grenst. De daar beschikbare ruimte was echter te klein en bovendien hydraulisch minder aantrekkelijk. De keus viel op een plaats met veel grotere capaciteit aan de oostkant van de bouwput.

Voor ontgravingen wordt in ons land vrij algemeen gebruik gemaakt van draglines. Deze zijn in ruime verscheidenheid van grootte en productiecapaciteit verkrijgbaar. Zij kunnen met hun rupsbanden, eventueel op schotten staande, in vrijwel alle grondsoorten goed werken.

Het gebruik van scrapers is in ons land minder algemeen. Deze machines bestaan uit een trekker en een laadbak met een open voorkant. Door de laadbak tijdens het rijden te laten zakken wordt hij op overeenkomstige wijze als de schep van een dragline met grond gevuld, hetgeen uiteraard een bijzonder krachtige motor vergt. Vervolgens wordt de bak aan de voorzijde opgeheven, zodat tijdens het transport geen grond verloren gaat. Op het stort laat men de bak zakken waarna hij wordt geledigd met behulp van een schot, dat door de bak heen wordt getrokken. Het spreiden van de specie op het depot geschiedt door bulldozers.

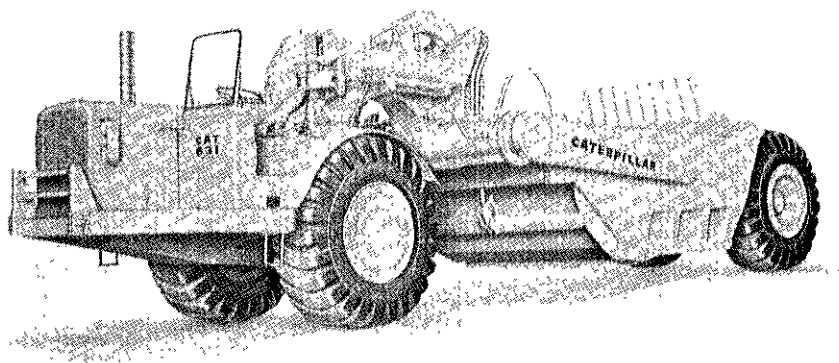
Het werken met scrapers vraagt om een ruime opzet van het werk en brede transportwegen. De in Amerika gangbare scrapers hebben grote afmetingen; met hun trekkers op luchtbanden kunnen zij snelheden tot ongeveer 50 kilometer per uur halen.

Doordat de grond in de bouwput veel slib bevat zou bij regenachtig weer het werk met dit zware materieel zeer bemoeilijkt kunnen worden. Bovendien is het niet eenvoudig met deze machines het werk tijdelijk te verleggen indien werk van andere aannemers zulks nodig zou maken.

Het onderzoek strekte zich voorts uit naar de bij de Duitse bruinkoolwinning gebruikte 'schauffelradbagger'. Dit is een machine op rupsbanden, die aan de voorzijde een zwenk-

Doorsnede van het stortebed aan de zee- en rivierzijde

Een scraper

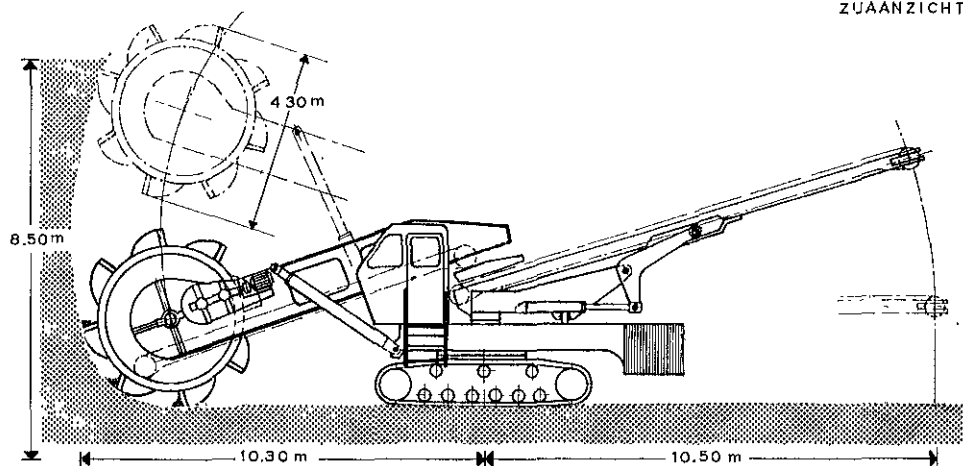


bare arm heeft, waarlangs een lopende band is gemonteerd. Aan het eind van die arm wordt op een horizontale as een graafwiel aangedreven. Aan de rand van dit wiel zitten emmers, die de grond lossnijden en deze bij het omwentelen op de lopende band werpen. Via een tweede band wordt de grond dan naar vrachtauto's of een langetransportband afgevoerd. De beweging van deze machine is enigszins vergelijkbaar met die van een cutter. De 'schauffelradbagger' wordt in de bruinkoolwinning gebruikt tot capaciteiten van 5000 m³ per uur. Voor het onderhavige werk zouden machines met capaciteiten van 300 tot 600 m³ per uur bruikbaar zijn. Daarvan zijn echter nog vrijwel geen exemplaren gemaakt. Een bezwaar tegen deze machine is voorts, dat de afvoer van specie met een lange band naar een depot buiten de bouwput een starre en kwetsbare werkmethode kan opleveren.

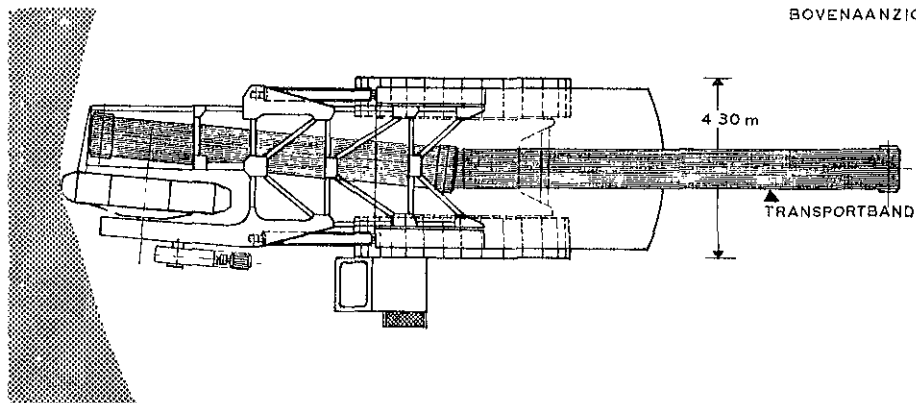
Ook is overwogen om met een demontabele cutter een kanaal langs de sluis te graven. De te verwijderen grond zou dan met behulp van bulldozers naar dit kanaal kunnen worden geschoven. Ten behoeve van dit kanaal zou de grondwaterstand iets moeten worden verhoogd, hetgeen op zich geen overwegende bezwaren zou opleveren. De bodem van het kanaal echter zou op een grotere diepte komen te liggen dan het gewenste

Aanzichten van de 'schauffelradbagger'

ZUUAANZICHT



BOVENAANZICHT



niveau van N.A.P. — 13,5 meter, zodat deze tijdelijke vaarweg later toch weer gedeeltelijk zou moeten worden aangevuld. Hieruit zouden bezwaren van grondmechanische aard voortvloeien. Een ander nadeel van deze methode zou zijn dat zij vrijwel niet te coördineren is met het werk van andere aannemers.

Overwogen is nog om de met draglines ontgraven specie via lange transportbanden naar het depot te leiden. Daarbij zouden de banden, om kruisend verkeer te vermijden, buiten de sluis om gelegd moeten worden. De voeding van transportbanden door draglines wierp echter tal van problemen op. Tenslotte is deze methode als te kwetsbaar en star verworpen.

Vervolgens zijn uitvoerig de mogelijkheden bekeken om de ontgraven specie door draglines reeds in de bouwput in enige lichte persbakken te laten storten. Na vermenging met water zou de specie dan van de kleinere naar een grote persbak kunnen worden gestuwd. Men zou dan echter in de put een groot aantal leidingen krijgen, waarbij komt dat bakken en leidingen veelvuldig zouden moeten worden versteld. Indien met een grote persbak zou worden gewerkt, dan zouden vrachtauto's als transportmiddel tussen draglines en bak onontbeerlijk zijn geworden. Mengen van de specie met water bleek door middel van leidingen onder in de bak mogelijk, doch een vereiste regelmatige aanvoer van specie moest door het ontbreken van een buffervoorraad in twijfel worden getrokken, zodat niet met zekerheid op een goed lopend persbedrijf kon worden gerekend.

Draglines en vrachtauto's, die in vrijwel alle maten en aantallen beschikbaar zijn, waarborgen een betrouwbare produktie, mits goede rijbanen voorhanden zijn. Hierbij zijn rijplaten veelal onontbeerlijk. De vrachtauto's rijden over baileybruggen, die over de woelbak aan de zeezijde van de sluis geslagen worden, via de sluisvloer naar het depot aan de oostzijde. Zij hoeven dus niet om de sluis heen te rijden, hetgeen met de veel bredere scrapers wel het geval zou zijn geweest. De bruggen worden verplaatst naarmate de montage van de schuiven vordert. In verband met deze montage werd met ontgraven aan de zeekant begonnen. Met het oog op transporten van andere aannemers bij de spuisluis kan echter slechts met een beperkt aantal eenheden worden gewerkt. Dit bezwaar kan worden ondervangen door ook 's nachts door te werken. Voor de perszuiger die specie van het depot naar het stort stuwt, is *continu-arbeid* — gezien de grote omvang van het depot buitendijks — niet noodzakelijk, tenzij een bevredigende produktie niet met één ploeg kan worden bereikt.

Voor het vervoer van het depot naar het meest oostelijke stort is nog gedacht aan een bakkenbedrijf, omdat het *rechtstreeks persen in verband met de grote afstand en vrij geringe hoeveelheid* benodigde specie niet aantrekkelijk is. De bakken zouden dan uit vrachtauto's of met een baggermolen moeten worden geladen. Voor het lossen op het stort zou dan een bakkenzuiger nodig zijn.

Bij het opstellen van een *globale kostenvergelijking* bleek, dat de verschillende in beschouwing genomen werkmethoden elkaar op financieel gebied niet veel ontliepen. Wel waren zij natuurlijk sterk afhankelijk van de mate van afschrijving van de gekozen materieel.

De keus is tenslotte gevallen op ontgraving met draglines; vervoer van de specie met vrachtauto's naar het depot en gebruik van een perszuiger met opjaagstation voor verder transport naar het stort. Aangenomen werd, dat hiermee de grootste soepelheid in het werkprogramma zou worden bereikt. De praktijk van het laatste halfjaar heeft duidelijk aangetoond, dat deze factor een zeer voorname plaats inneemt. Gebleken is dat het ontgravingsbedrijf zonder grote moeilijkheden aan wijzigingen in de werkprogramma's van de andere aannemers kan worden aangepast.

Verhoging van een gedeelte van de havendijk langs de rijkshaven het Nieuwediep te den Helder

Ten behoeve van de veerdienst den Helder-Texel van de n.v. Teso wordt aan het noordelijke einde van de rijkseehaven Het Nieuwediep in den Helder een nieuwe veerfuik met opstelterreinen en aan- en afvoerwegen gemaakt.

Het gedeelte van de havendijk langs Het Nieuwediep tussen de afsluitdam naar fort Harssens en de aansluiting aan de Hoofdgracht wordt verhoogd. Een deel van deze verhoging krijgt een kerende hoogte van N.A.P. + 6 m en het overige deel wordt slechts tot een hoogte van N.A.P. + 5,50 m aangeaard, aangezien daar met een kleinere golfoploop mag worden gerekend. Deze hoogten zijn gebaseerd op de door de Deltacommissie vastgestelde norm voor een super-stormvloedstand, vermeerderd met een bedrag voor golfoploop en met de geschatte bodemdaling. De tegenwoordige hoogte is N.A.P. + 3 m. Langs de weg over de havendijk komt aan de waterkant een spatmuurtje om geringe golfbeweging te keren. De verhoogde havendijk zal aan de zuidkant aansluiten op de afsluitdam naar fort Harssens. Deze dam maakt geen deel uit van de hoofdwaterkering. Hij blijft voorshands op de oude hoogte van de havendijk.

Bij de Hoofdgracht, aan de noordzijde, zal een verbinding tussen de nieuwe havendijk en de in een later stadium te verhogen Helderse zeewering worden gemaakt.

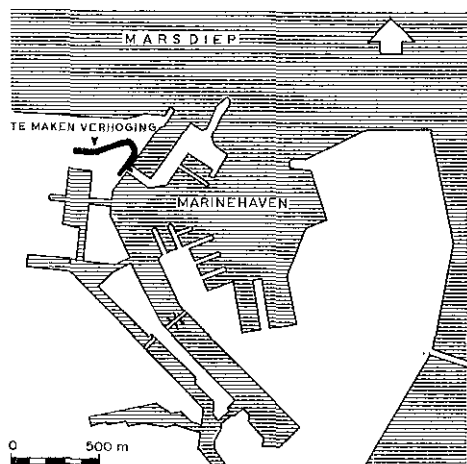
De plaats van de aan de havenzijde grenzende damwand en het vereiste verloop van de toe- en afvoerwegen op ongeveer N.A.P. + 3 m waren bepalend voor de ligging van de teen van het buitentalud. Een meer oostelijke ligging van genoemde damwand was zowel met het oog op behoud van een goede mogelijkheid voor aanleggen van de boot met zijlading als voor de rust in de haven niet toelaatbaar.

De geringe ruimte maakt het opzetten van het buitentalud onder een helling van 1 op 1½ noodzakelijk. Met het oog hierop worden in dit geval basaltzuilen van een halve meter lengte toegepast. De voegen der zuilen worden met gietasfalt gedicht.

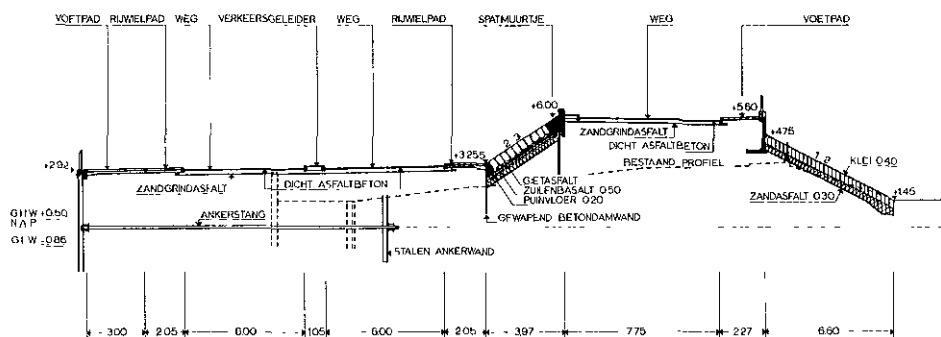
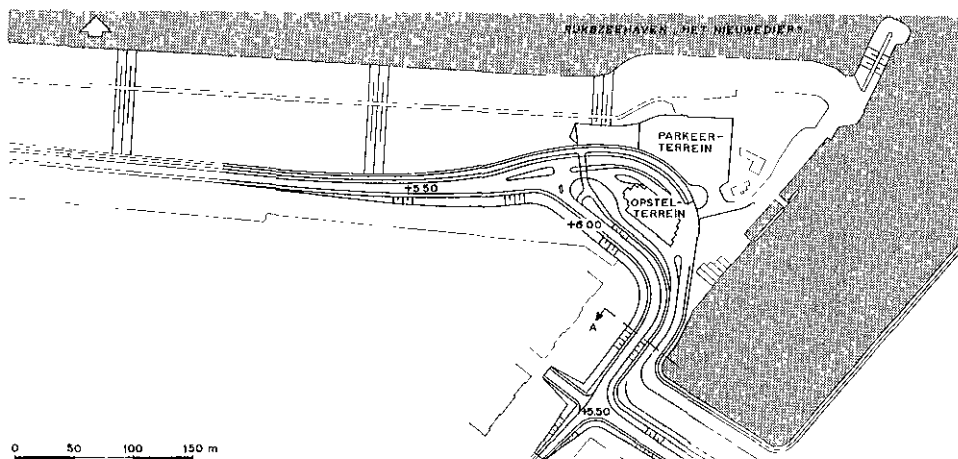
Aangezien klei van goede kwaliteit moeilijk te krijgen is, werd dit materiaal aan de buitenkant zoveel mogelijk vervangen door zandasfalt. Over het zandasfalt van het binnentalud komt een laag klei, omdat hier een begroeiing met gras om esthetische redenen gewenst is.

Voor het verharderen van de weg is een bitumineuze fundering toegepast.

Voor zover mogelijk is de bekleding van de dijk waterdicht. Alle verhardingen, behalve het westelijk trottoir, wateren naar de landzijde af. De riolering kon derhalve nabij de binnenkruinlijn worden aangebracht. Dit was noodzakelijk, omdat de nabijgelegen marine-tuin het aanleggen van riolering buiten de dijk onmogelijk maakte.



Situatie van de dijkverhoging



Dwarsdoorsnede ter plaatse van de verhoging

D. De werken tot indijking van de lauwerszee

De uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee

Bij alle plannen tot afsluiting van de Lauwerszee, die in de laatste 100 jaar zijn gemaakt, speelde steeds de afwatering van het oude land een bijzonder grote rol. Veel van deze plannen zijn zelfs ontworpen met het uitsluitend doel deze afwatering voor eens en voor altijd afdoende te verbeteren.

Bij de thans in uitvoering zijnde afsluiting van de Lauwerszee speelt de verbetering van de afwatering dan ook een belangrijke rol.

In het Driemaandelijkse Bericht nr. 23 van februari 1963 werd uitvoerig geschreven over de gevolgen, die de afsluiting voor de afwatering van Friesland, westelijk Groningen en noordelijk Drente zal hebben.

Daarbij werd medegedeeld, dat na een diepgaande studie van lozingsmogelijkheden de keus is gevallen op uitwateringssluizen bestaande uit meerdere kokers.

Algemene opzet

De afmetingen van de uitwateringssluizen zijn het onderwerp geweest van uitvoerige studies, waarin het Waterloopkundig Laboratorium 'de Voorst' in de Noordoostpolder een groot aandeel heeft gehad.

Het aanvankelijke programma van eisen was vrij uitgebreid. Het werd groter en naderhand nog aangevuld naarmate meer gegevens uit de proefnemingen beschikbaar kwamen.

Een eerste eis is uiteraard, dat met behulp van de sluizen onder alle omstandigheden een voldoende beheersing van de waterstanden op de Lauwerszeeboezem moet kunnen worden bereikt.

Een formule, waaruit dergelijke afmetingen zonder meer zouden kunnen worden afgeleid bestaat uiteraard niet.

Een groot aantal hypothetische gevallen werd daarom opgesteld en vervolgens geheel doorgerekend. Ieder van deze gevallen omvatte een periode van enkele dagen tot enkele weken met een grote neerslag. Bovendien werden voor elk van de verschillende neerslagperiodes verschillende veronderstellingen gemaakt ten aanzien van:

een al of niet verbeterde afvloeiing van neerslagwater naar de boezemwateren in het oude land;
een verbeterde afvoer uit de boezem naar de Lauwerszee;
het aanbrengen van nieuwe sluizen, het uitbreiden van gemalen enz.;
het al of niet inpolderen van een groot gedeelte van de lagere gronden in de Lauwerszee, waardoor de oppervlakte van de Lauwerszeeboezem wordt beïnvloed;
het verloop van de getijden, in het bijzonder van de laagwaterstanden op de Waddenzee. Nagegaan is welke invloed de afmetingen van de uitwateringssluizen, zowel de totale doorstroombreedte als de drempeldiepte, zouden hebben op de afwatering onder alle verschillende omstandigheden, die hier zijn vermeld.
De volgende gegevens konden voor de verschillende gevallen uit de berekeningen worden afgeleid:

- a. het verloop van de gemiddelde waterstanden op de boezems van de verschillende afwateringsgebieden gedurende de beschouwde periode;
- b. het verloop van de waterstanden en stroomsnelheden in de boezemwateren nabij de Lauwerszee;
- c. het afvoeren van water per periode zowel door middel van vrije lozing als met behulp van gemalen;
- d. het verloop van de waterstanden op de Lauwerszeeboezem;
(Deze waterstanden zijn aan bepaalde grenzen gebonden. De laagste mag niet meer dan ongeveer N.A.P. - 1.10 à 1.20 m bedragen, omdat anders moeilijkheden ontstaan voor het waterschap Elektra. De hoogsttoelaatbare waterstand, die in de praktijk echter vrijwel nooit bereikt zal worden, is gesteld op N.A.P. in verband met de hoogte van eventuele polderkaden;
- e. de afvoeren door de uitwateringssluizen.

Het gehele systeem van afwatering via de Lauwerszee vormt een merkwaardig samenstel van stroomkanalen, sluizen, gemalen en waterreservoirs. Om dit systeem goed te doen functioneren moeten de afmetingen van de verschillende onderdelen goed op elkaar zijn afgestemd.

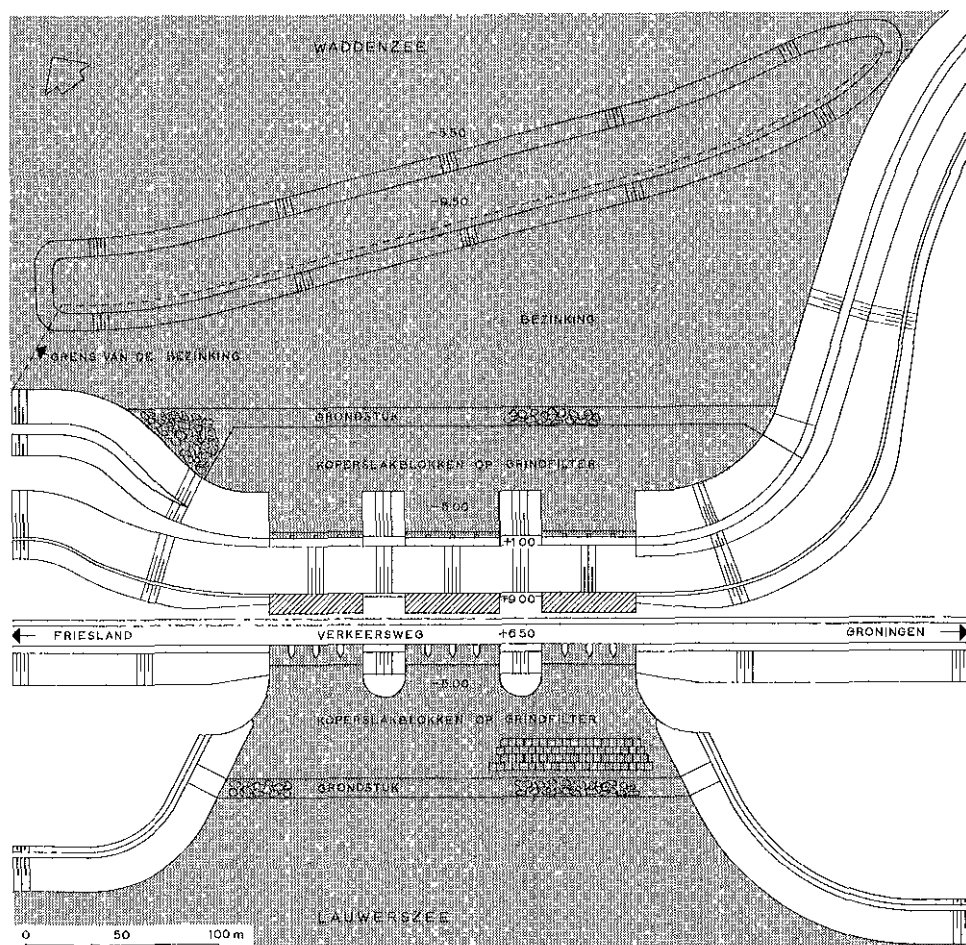
Het dagelijkse ritme van het getij op zee, dat thans een onregelmatige afvoer uit de afwaterende gebieden mogelijk maakt, wordt als het ware vervlakt door de waterbuffer van de nieuwe Lauwerszeeboezem. Deze zal namelijk een veel kleinere variatie in de waterstand vertonen dan het getij buiten. Een geregelde aanvoer van water uit het oude land gedurende 24 uur per etmaal zal dan ook vrijwel steeds het gevolg zijn.

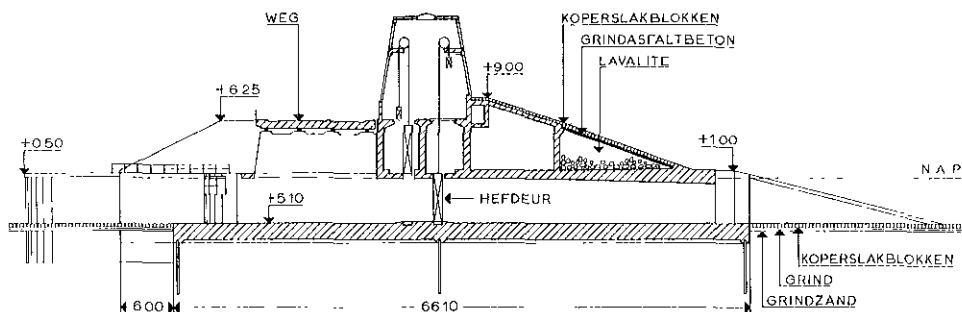
Ondanks de onderling verschillende boezempeilen in de diverse afwaterende gebieden, bleken al deze gebieden uit de afsluiting voordeel te kunnen trekken. Dit is mede te danken aan de gemalen, die reeds enige decennia geleden in de gebieden met de laagste boezemwaterstanden zijn gebouwd.

Na afweging van de gevolgen, die de afsluiting voor de waterhuishouding in de afwaterende gebieden zou hebben, bleek ten slotte de wens om het waterschap Elektra ook na de afsluiting grotendeels door vrije lozing te kunnen ontwateren, maatgevend te zijn voor de afmetingen van de sluizen. Een goede beheersing van de afwatering kan worden bereikt door in het ontwerp van de sluizen een totale doorstroombreedte van 100 m bij een drempeldiepte van N.A.P. - 5 m aan te houden.

Uit nadere bestudering van de afvoeren door de sluizen bleek, dat de grootste stroomsnelheden tijdens de sluisgang vrij hoog zouden worden. Er was daarom aanleiding

Situatie van de uitwateringssluizen met de storte- en ontvangbedden





bijzondere aandacht te besteden aan het stortebed aan de Waddenzijde van de sluizen. Een uitvoerig meetprogramma, waarbij de uitschuringen ter plaatse van en naast dit stortebed werden bepaald, bevestigde deze voorlopige veronderstelling. Deze conclusie wordt mede bevestigd door de ervaringen o.a. bij de uitwateringssluizen in de Afsluitdijk te Kornwerderzand en Den Oever opgedaan, waar als gevolg van de uitschuring diepten tot N.A.P. - 30 m zijn gemeten.

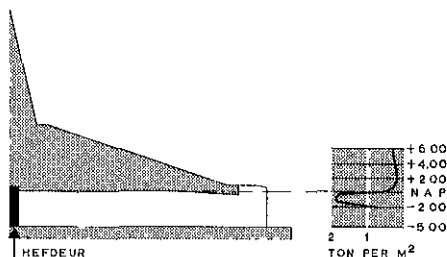
Door een verbreding van de sluizen zouden de waterstanden van de Lauwerszeeboezem kunnen worden verlaagd, omdat dan per sluisgang meer water zou worden afgevoerd. De vervallen tijdens het spuien zouden dan worden verkleind en daarmee ook de stroomsnelheden. Zo zou bij een verbreding van de sluizen met 20 procent de grootste stroomsnelheid ongeveer met 0.50 m/sec. dalen. Bij een zeer grote verbreding zou dus de constructie voor de bodembekleding van het stortebed minder zwaar behoeven te worden uitgevoerd.

Er is gestreefd naar een oplossing, waarbij de bouwkosten van de sluizen binnen redelijke grenzen blijven en het stortebed niettemin een voldoende zekerheid tegen uitschuring kan bieden.

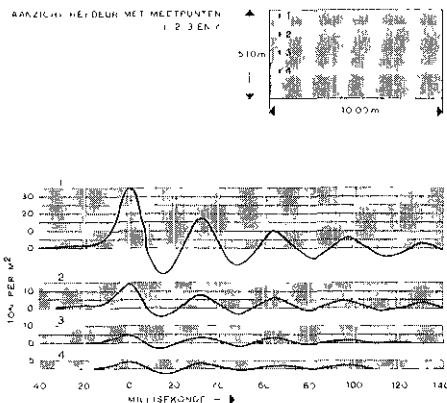
De uitschuring aan de zeezijde van het stortebed kon worden gereduceerd door voor deze een zekere minimum breedte aan te houden en over de gehele breedte horizontaal op dezelfde hoogte te leggen als de drempel van de sluizen. Deze nieuwe vormgeving, die ongeveer gelijktijdig werd ontwikkeld bij het waterloopkundig modelonderzoek voor de Haringvliet-sluizen en dat voor de sluizen in de Lauwerszee, vertoont een veel gunstiger stroombeeld dan dat bij de tot dusver gebruikelijke naar zee toe hellende stortebedden. Bij de laatste ontwikkelen zich benedenstrooms van de sluizen zogenaamde stroomwiggen ofwel stroombanden, waarbij grote verschillen in stroomsnelheden en dus heftige turbulentie kan optreden. Bij de horizontale stortebedden verenigen de waterstromen uit de verschillende sluizen zich tot één min of meer uitwaaiende stroming met een veel rustiger stroombeeld.

Een tweede punt, waaraan veel aandacht is besteed, is het volgende: Wanneer met het oog op onderhoudswerkzaamheden één of meer kokers buiten dienst moeten worden gesteld, is het gewenst, dat het stromingsbeeld van de spuistroom uit de overige kokers een gunstige vorm behoudt. Dit kan worden bereikt door de stroomkokers over drie groepen te verdelen. Elke groep bevat dus vier kokers van elk tien meter breedte. Wanneer nu één van de kokers is drooggelegd of op andere wijze buiten werking is gesteld,

De golfdruk op de hefdeuren is het grootst, wanneer de waterstand iets lager is dan het dek van de kokers



Gelijktijdige optredende golfdrukken op de hefdeur door golfslag afkomstig uit de Lauwerszee. Bij een waterstand van N.A.P. -0.90 m



dan worden alle kokers van de groep waartoe deze opening of openingen behoren, afgesloten. De scheiding tussen de groepen wordt gevormd door brede pijlers, die er voor zorg dragen, dat het stromingsbeeld van de in bedrijf gehouden groepen een rustig beeld blijft vertonen.

In de zomer zal meestal slecht behoefte bestaan aan het afvoeren van kleine hoeveelheden water. Het is namelijk gewenst om 's zomers de Lauwerszeeboezem in open gemeenschap met de boezem van het waterschap Elektra te houden. Daarvoor zal men de waterstanden op de boezem binnen nauwe grenzen van enkele centimeters moeten regelen.

Zelfs wanneer slechts met één van de drie groepen gedurende een laagwaterperiode zou worden gespuid, dan zou de verlaging van de waterstand op de boezem reeds één of enkele centimeters bedragen.

Het is daarom noodzakelijk om de sluisgang te kunnen onderbreken, zodra voldoende water is afgevoerd of om met geknepen schuiven te kunnen spuien.

Een eis van geheel andere aard is, dat de sluizen als onderdeel van de hoogwaterkering tegen hoge waterstanden en golfslag bestand moeten zijn. De betonwerken zijn zonder meer sterk genoeg te maken, maar bij de hefdeuren is dit veel moeilijker. Ook wanneer het front van de sluizen op het noordoosten is gelegd, zoals hier het geval is in verband

met een goede toe- en uitstroming, kunnen scheef invallende golven bij zware noordwester- of noorderstorm geweldige golfklappen tegen de hefdeuren veroorzaken. Dit bleek uit een oriënterend golfonderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium.

Een golfbreker ten westen van de sluizen zou een grote bescherming bieden. Bij een naar het noorden draaiende storm zou deze echter toch nog onvoldoende uitwerking hebben. Bovendien vormt een dergelijke ver vooruitstekende dam een punt, waar de stroom in het Oort zich op zal concentreren met alle nadelige gevolgen daarvan, zoals grote verdiepingen, néérstromingen enz.

Met het oog op de golfslag is daarom besloten de sluizen te voorzien van gesloten kokers met het dek op N.A.P., waarover het boven N.A.P. gelegen buitenbeloop van de aansluitende zeedijk doorloopt. Bij zware storm zal de golfslag op dit buitenbeloop breken. De drukstoten tegen de hefdeuren worden daardoor tot vrijwel nihil gereduceerd. Dit bleek uit een onderzoek in de windgoot van het Waterloopkundig Laboratorium in de Noordoostpolder.

Niettemin kunnen bij lage waterstanden toch nog golven in de kokers doordringen en tegen de hefdeuren doodlopen. De drukstoten, die daarvan het gevolg zijn, bleken plaatselijk zeer aanzienlijk te kunnen zijn en tot 50 ton per m² te kunnen oplopen.

Met behulp van bijzondere elektronische apparatuur konden de golfstoten op verschillende punten van de hefdeuren gelijktijdig worden gemeten. Hierbij bleek dat, tegelijk met de heftige drukstoten in de bovenhoeken van de deuren, elders op de deur veel kleinere drukken optreden. De totale dynamische belasting van de deuren zal daardoor, rekening houdend met een stootcoëfficiënt, van dezelfde orde van grootte zijn als de grootste te verwachten statische druk. Tevens kon worden vastgesteld dat de duur van het oplopen van de drukstoten tussen 0 en de maximum-waarden ongeveer 0,01 sec. bedroeg.

Merkwaardig is, dat het optreden van dergelijke drukstoten reeds door vrij kleine golven, b.v. van 70 cm hoogte opgewekt wordt zodat de vermelde verschijnselen vrij frequent zullen optreden.

Een zekere reductie van de golfdrukken zal nog worden bereikt door een gleuf te maken tussen de sluiskoker en de schacht waarin de hefdeur wordt opgetrokken. Hierdoor kan het water van de golf gedeeltelijk naar boven ontwijken en loopt de druk niet zo hoog op. Aan de Lauwerszeezijde bleek een overeenkomstig probleem te bestaan. Ook hier lopen op de Lauwerszeeboezem opgewekte golven dood in de koker met hetzelfde gevolg. Al te hoge drukstoten worden vermeden door de dichting van de bovenaanslag enigszins verend te maken, waardoor water kan ontsnappen en bijgevolg de druk verlaagd kan worden.

De hefdeuren behoeven met het oog op de golfslag niet zwaarder te worden ontworpen, dan voor de statische belasting waarmee is gerekend.

Hoofdvorm

Het sluizencomplex bestaat dus uit drie groepen van elk vier gesloten stroomkokers. Elke koker kan worden afgesloten door twee hefdeuren, die tevens elkaars reserve zijn.

Dit dubbele stel hefdeuren wordt ook aangewend ter bestrijding van de verzilting van de Lauwerszeeboezem. Het bedieningsmechanisme zal zodanig worden ingericht, dat bij de stand 'gesloten' zo mogelijk steeds twee hefdeuren de afsluiting vormen. In geheel geopende stand bevinden de deuren zich in boven de kokers gevormde schachten.

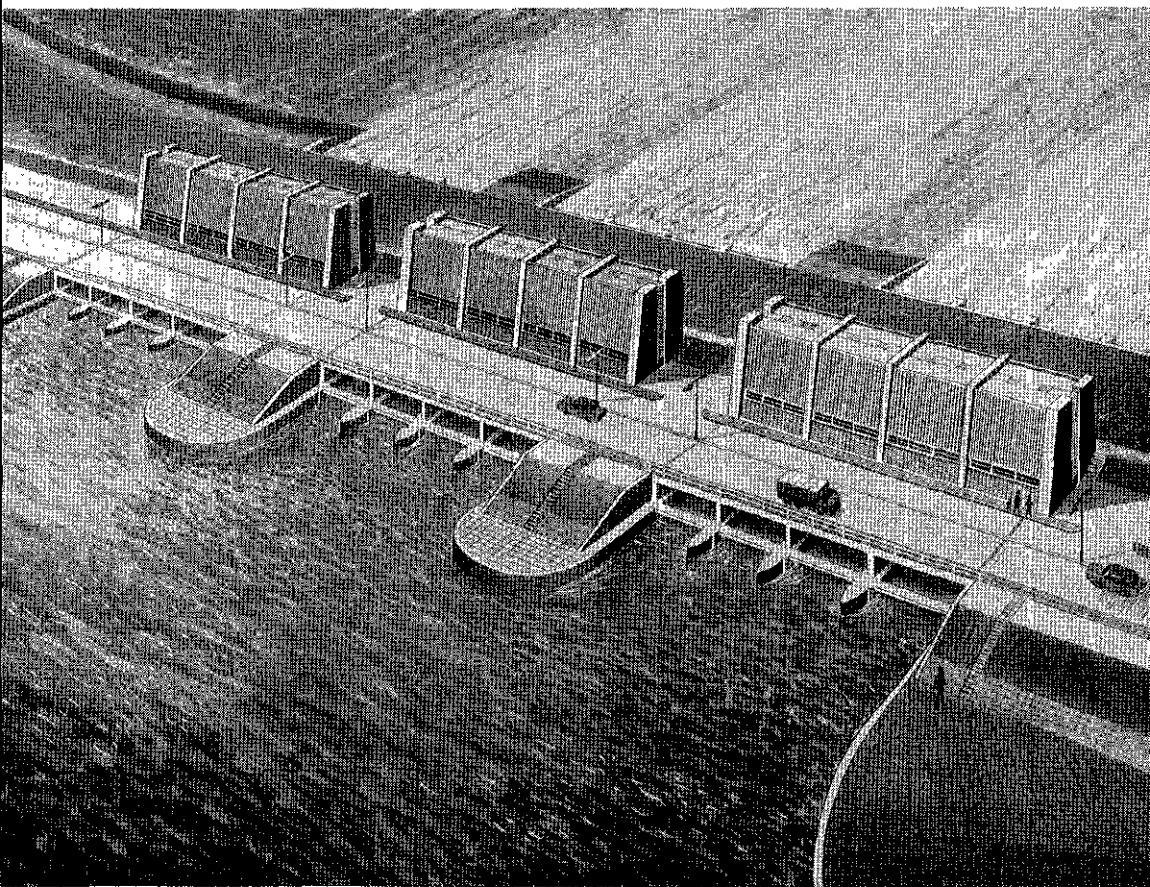
Inspectie en onderhoud kunnen bezwaarlijk in deze betrekkelijk nauwe en vochtige schachten, die bovendien periodiek vol water staan, plaatsvinden. De deuren kunnen

daarom worden opgetrokken in de z.g. onderhoudsstand. Zij bevinden zich dan in de boven de schachten gelegen onderhoudsruimten. Deze ruimten worden als geheel gesloten gebouwen uitgevoerd.

Men moet hierbij bedenken, dat het onderhoud van de hefdeuren een bijna ononderbroken werk zal zijn, want het gaat om 24 eenheden. Het afsluiten van de onderhoudsruimten kan met relatief geringe kosten gebeuren. Boven de onderhoudsruimten bevinden zich n.l. de bewegingsmechanismen, die uiteraard in een gesloten ruimte dienen te worden opgesteld. Het afsluiten van de onderhoudsruimten kan gemakkelijk verwezenlijkt worden door het aanbrengen van gevelvullingen tussen de hefportalen.

De afsluitdijk van de Lauwerszee zal ook een verkeersfunctie gaan vervullen. Over de uitwateringssluizen is daarom aan de Lauwerszeezijde een verkeersbrug ontworpen, die bestaat uit een 8 m breed rijdek voor een autoweg, een parallelweg voor langzaam verkeer en fietsers, en een voetpad.

Schets van de toekomstige uitwateringssluizen in de Lauwerszee



Aan de Waddenzeezijde wordt het aansluitende dijkprofiel over de gesloten stroomkokers voortgezet. De afdekking van deze kokers heeft veel hoofdbreken gekost. Een betonconstructie, die in staat zou moeten zijn de zware golfklappen op te nemen, zou bijzonder robuust moeten worden. Een grondafdekking zou de plafonds van de kokers zeer zwaar belasten.

Een oplossing is gevonden in de vorm van een vulling met lavalite, een vulkanisch gesteente dat een veel lager volume-gewicht dan grond heeft. De lavalite wordt aangebracht in het golfslaggebied en wordt afgedekt met een laag grindasfaltbeton, waarop koperslakblokken worden aangebracht. Boven de lavalite-vulling (dus buiten het golfslaggebied) wordt het beloop gevormd door een betonconstructie afgedekt met koperslaktegels.

Enige constructie-details

Het bodemprofiel onder de vloer van de sluizen op N.A.P. - 6,70 m bestaat achtereenvolgens uit lagen kleihoudend zand met matige conusweerstand tot ongeveer N.A.P. 13 m, een laag potklei met lage conusweerstand tot N.A.P. - 19 en daaronder het pleistocene zand. Een grondmechanisch onderzoek toonde aan, dat bij een paalfundering de paalpunten tot in het pleistocene zand dienen te rijken. Er zou dus door potklei heen moeten worden geheid hetgeen een moeizaam karwei is. Een zandfundering op staal zou mogelijk zijn, maar dan moet echter worden gerekend op een (ongelijke) zakking van ± 10 cm.

Ondanks dat bezwaar werd besloten de sluizen toch op staal te funderen. Met het oog op de ongelijke zakkingen is elke sluis als een stijve, doorsvormige constructie ontworpen. De gekozen vormgeving leent zich daar uitstekend toe.

De hefdeuren worden gemaakt van staal, dat geverfd wordt volgens een speciaal procédé, dat reeds ontwikkeld is voor de sluizen in het Haringvliet. Elke deur van ongeveer 35 ton zal worden gebalanceerd met een iets lichter contragewicht.

Aan de Lauwerszeezijde wordt de waterkerende beplating aangebracht, aan de Waddenzeezijde een afneembare beplating die alleen ten doel heeft te voorkomen, dat golven verticale krachten op de regels zouden kunnen uitoefenen.

Een deur beweegt op vier loopwielen en twee geleidewielen. Tevens wordt een inrichting aangebracht, die klapperen van de deuren bij gelijk water moeten tegengaan.

Voor de afdichtingen tussen deur en aanslag worden onderaan een rubber fender, opzij rubberslabben tegen nylonaanslagen en bovenaan een verende rubberslab toegepast. De stortebedden kunnen volgens twee beginsels worden ontworpen:

- a. een gesloten constructie, die genoeg gewicht moet hebben om de eronder optredende wateroverdrukken te kunnen weerstaan;
- b. een open constructie, waaronder zich dus geen wateroverdrukken kunnen ontwikkelen.

Bij constructie a kan men denken aan een dikke laag klei of keileem met een afdekking, die voldoende bescherming tegen uitschuring biedt. Een laag bitumineus materiaal is ook mogelijk. Geschikte klei of keileem zijn in het Lauwerszeegebied niet voldoende voorradig. Een bitumineuze constructie zou zeer zwaar moeten worden. Ook is een gesloten betonvloer met trekpalen als mogelijke oplossing bestudeerd. Gezien de optredende stroomsnelheden zou deze onnodig kostbaar worden.

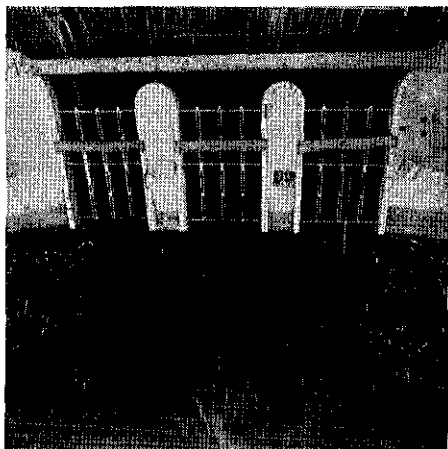
De keuze is daarom gevallen op constructie b. De stortebedden moeten uiteraard zijn voorzien van een voldoende sterke afdekking om de felle stroom die zich bij het spuien daarover zal ontwikkelen te kunnen weerstaan.

De gekozen constructie omvat in de sluishekken een vloer van gewapend beton, waartegen aansluit een bezetting van koperslablokken met dikten aflopende van 45 tot 25 cm geplaatst op een filter van grindzand en grind. Vervolgens komt een steenbezetting (waarstuk) dat is een in den droge uitgevoerde rijschoutconstructie met steenbezetting) waartegen een zware bezinking, afgedekt met stortsteen aansluit. Behalve de bezinking wordt deze bodembekleding in de bouwput, dus in den droge, gemaakt. Nabij de overgang van de verdedigde naar de onverdedigde bodem zal de bestorting zo ruw mogelijk worden gehouden, bijvoorbeeld door toepassing van betonbrokken.

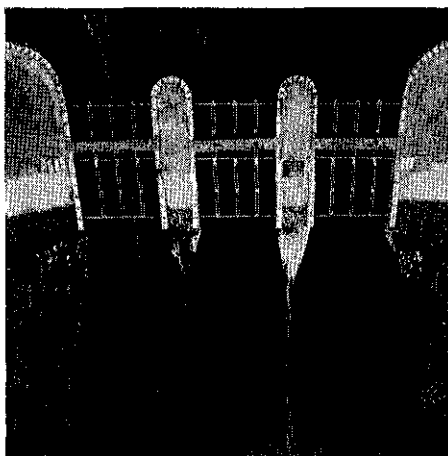
Tenslotte zij medegedeeld, dat de sluisen zijn ontworpen in samenwerking tussen de Dienst Lauwerszeewerken en de Dienst der Zuiderzeewerken. De directie voor deze kunstwerken worden eveneens door de beide diensten uitgeoefend.

De architectonische vormgeving wordt verzorgd door de architect ir. K. T. G. Spruyt b.i. te Haarlem.

Bij een horizontaal storied op N.A.P.-7.50 m is de uitstroming veel turbulenter. Achter de sluisgroepen kunnen stroomwigen worden waargenomen. Ook bij een hellend storied treedt een dergelijk stroombeeld op.



Het beeld van een stroom over een horizontaal storied op de hoogte van de sluisvloer (N.A.P.-5.10 m) is zeer regelmatig. Er treedt zelfs enige uitwatering op.



A. De werken van het Deltaplan

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

De vroeg ingevallen vorst was de oorzaak, dat de bouw van de nablaliggers niet in 1963 kon worden voltooid. De laatste ligger (N2) was reeds medio december stortklaar, vanwege de ongunstige weersomstandigheden is het storten van de voegen uitgesteld tot begin januari 1964.

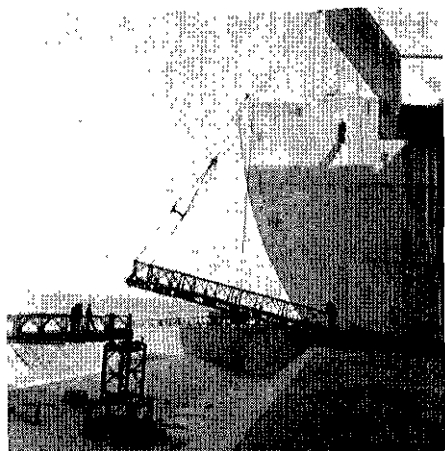
In de verslagperiode werd de verdere afbouw van het middengedeelte van het noordelijk landhoofd ter hand genomen. Op 2 pijlers zijn de machinekamers ten behoeve van de bewegingsinrichtingen van de schuiven gereed gekomen, zodat 9 pijlers zijn in hun geheel voltooid.

Vijf van deze machinekamers zijn reeds voorzien van tegelvloeren. Men is begonnen met het schilderen van diverse onderdelen in het zuidelijke landhoofd. In een vrij hoog tempo worden de stortebedden van gewapend beton aan de rivierzijde van de sluis gemaakt. Aan de zeezijde van de sluis werden de eerste 325 betonpalen ten behoeve van de stortebedden van gewapend beton ingeheid. De aanmaak van betonpalen vindt in een regelmatig tempo plaats. De werkzaamheden aan het bedieningsgebouw verricht, zijn behoudens enkele uitzonderingen van ondergeschikt belang geweest.

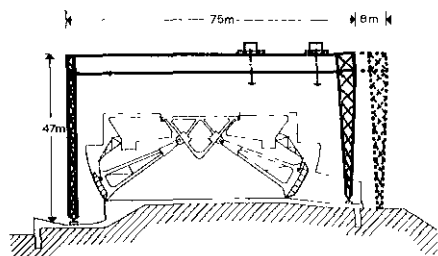
Op 1 november werd de eerste halve rivier-schuif aangevoerd, terwijl de andere op 25 november aan kwam. Beide halve schuiven, alsmede 4 armen zijn tijdelijk opgeslagen. Aan de rivierzijde van de sluis, in de as van pijler 4, worden voorbereidingen getroffen voor het verlengen van de kraanbalk van de nabla-kraan, zoals het maken van tuibedden, lieropstellingen enz. Deze brugkraan wordt zodanig getransformeerd, dat hij dienst kan doen bij plaatsing en montage van de schuiven. In deze verslagperiode werd 49493 m³ beton gestort, waarvan 1953 m³ voor de nablaligger, 6340 voor de pijlers en 41200 voor de stortebedden.

De ontgravingen voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

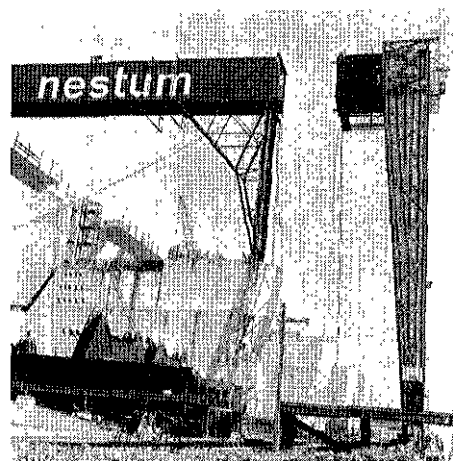
Aan de rivierzijde van de sluis is een 35 m brede sleuf bijna gereed. Aan de zeezijde zijn goede vorderingen gemaakt. Het ontgraven zand wordt in het depôt ten oosten van de bouwput gestort, waar de zuiger 'M.C. Vaarwater' het opzuigt en via een tussenstation van 1000 PK perst naar een depôt ten zuiden van de schutsluis. Van de te ontgraven 2 400 000 m³ grond is aan het eind van de verslagperiode $\pm$ 500 000 m³ ontgraven, terwijl $\pm$ 150 000 m³ uit het depôt is gezogen en weggeperst.



Een Baileybrug over de woelbak van de uitwaterings-
sluizen



Voor de plaatsing en montage van de schuiven,
wordt de brugkraan verbouwd



De bouw van de schutsluis in het Haring- vliet

Op 20 december werd de laatste stalen damplank geslagen, zodat nu al het heilwerk is voltooid.

De opbouw van het buitenhoofd, met bedieningsbouw, is nu, zowel aan de noord- als aan de zuidzijde gevorderd tot een hoogte van $\pm$ N.A.P. + 14 m.

Het dek van de doosconstructie aan de zuidzijde van het buitenhoofd, dat op $\pm$ 16 m + N.A.P. komt te liggen kan nu gestort worden, terwijl verder wordt gewerkt aan het op hoogte brengen van de doosconstructie aan de noordzijde.

Met het maken van de betonnen dek-sloven op de stalen damwanden van de toeleidingswerken aan zeezijde is men gereed gekomen.

De betonnen stempelramen in de toeleidingswerken aan zee- en rivierzijde zullen in de maand januari voltooid worden.

Van de 29 000 m³ te storten beton is nu $\pm$ 27 000 m³ verwerkt. Op 28 november werd de laatste houten sluisdeur ingehangen. Het aanbrengen van de azobéhouten wrijfhouten op de dagzijde van de stalen damwanden van de toeleidingswerken aan zeezijde is bijna voltooid.

Van de in totaal te verwerken grond voor

aanvullingen en ophogingen, respectievelijk 180 000 m³ en 92 700 m³, totaal 272 700 m³, is nu ongeveer 206 000 m³ verwerkt.

Grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten

Eind september kon het persen van zand in het te maken verkeerseiland worden beëindigd. Het westelijke beloop was toen reeds gedeeltelijk afgewerkt, zodat de aannemer van het asfaltwerk kon beginnen met het aanbrengen van de bekleding van asfaltbeton.

Voordien was aan de teen van het beloop een voorziening, bestaande uit een houten damwand en een kreukelberm van steen 10-60 kg op een folie van nylonweefsel, genaamd 'Nymplex', aangebracht.

De aannemer gebruikt voor het verwerken van het asfaltbeton op het beloop een spreidmachine. De aangebrachte en gespreide specie wordt direct achter deze machine verdicht. De eerste resultaten met deze machine kunnen met betrekking tot de verdichting gunstig genoemd worden. Van het asfaltwerk is tot december van de totaal te verwerken hoeveelheid van 15 000 ton ca. 3000 ton verwerkt. Na 1 december is in verband met de ingevalen winter geen specie meer verwerkt. Het afwerken van het grondwerk vond ondanks de vorst goede voortgang.

De schutsluizen in het Volkerak

In de afgelopen verslagperiode kon het hoge tempo van het maken van de sluisvloeren gehandhaafd worden.

Door het invallen van de vorst moesten de werkzaamheden aan sluisbouw en viaduct op 9 december worden onderbroken.

Het transport van grond voor de aanvullingen kon echter ongehinderd worden voortgezet.

In totaal zijn thans 40 vloermoten van de sluisen gestort, waaronder begrepen de

4 vloeren van de beneden- en tussenhoofden.

Er blijven nu nog 16 vloeren te voltooien alsmede de bovenhoofden.

De opbouw van de schutcolkwanden vordert gestaag. Verwacht wordt dat, nu het benedenhoofd is gepasseerd, ook hiervan het tempo behoorlijk kan worden opgevoerd. De kopwanden van het sluiseliland, die de verbinding vormen tussen beide sluisen, zijn gereed gekomen. Van de fuiken die ter weerszijden op de sluisen aansluiten zijn vier van de in totaal acht te maken vloeren gestort.

Van het viaduct zijn twee pijlers en het meest rivierwaarts gelegen landhoofd gereed. De opbouw van de volgende pijler en het landhoofd van de aanbrug is in volle gang. De voorgespannen balken voor het viaduct zullen, zodra de vorstperiode voorbij is, aangemaakt worden. Er werd een begin gemaakt met de fabricage van de eindblokken voor deze balken.

Van de 333 betanpalen voor de fundering van de basculekelder zijn 84 geheild.

Ter weerszijden van de schutcolkmuren (tweede sluis), nabij het viaduct, werden tot aan de bovenkant de grondaanvullingen voltooid. In het plateau waarop ook de dienstwoningen zullen worden gebouwd, werd een bouwput ten behoeve van het machinegebouw gegraven.

De havendam en de oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven voor de schutsluizen in het Volkerak

De langs het westelijk gedeelte van deze haven in den droge te maken oevervoorzieningen kwamen gereed.

De oostelijke oevervoorziening kwam eveneens geheel gereed. De bouwsleuf moest nog worden afgewerkt.

Deze oevervoorzieningen konden niet binnen de gestelde tijd gereed komen als gevolg van slecht weer, vorst en vertraagde aanvoer van grind, grindzand en steen. De langs de geul van de buitenpolder Maltha te maken oevervoorzienin-

gen, bestaande uit mijnsteen met een steenbekleding van steen 60-120 kg, zijn geheel voltooid.

Voor de oevervoorziening was een lengte geraamd van 380 m', maar tengevolge van verdergaande afslag moest deze worden uitgebreid tot ruim 850 m'.

Van de havendam kwam de opbouw van zand, zinkstukken en mijnsteen gereed. Aan de rivierzijde kon gelukkig voor de winter de steenbekleding van steen 60-120 kg worden aangebracht en gevlijd. Ook het penetreren van de steenbekleding op de kop van de dam met gietasfalt (D.V.-mengsel) kon aan de rivierzijde worden voltooid.

Het aanbrengen van de bekledingen van de dam aan de havenzijde ondervond eveneens stagnatie door slecht weer (vorst) en vertraagde aanvoer van materiaal. Het gereedkomen van dit onderdeel kon daardoor eerst eind januari verwacht worden.

Het nabestorten van kraag- en zinkstukken met steen 80-200 kg en het afwerken van de reeds aangevoerde teelaarde voor de bekleding van het brede worteleinde van de dam wordt ter hand genomen.

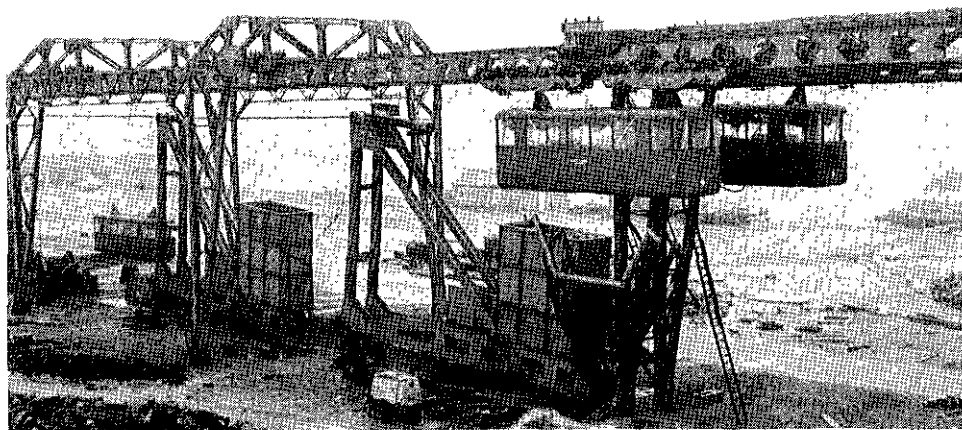
Werkzaamheden aan het afsluiten van de noordelijke geul van de Grevelingen

Uit het onderzoek dat naar aanleiding van de breuk op 22 augustus van een der draagkabels van de kalbelbaan werd ingesteld is gebleken, dat de oorzaak heeft gelegen in de methode van spannen en niet in de sterkte van de kabel. (Zie pag. 295 van het Bericht van november 1963 nr. 26). Op grond van deze uitslag is opdracht gegeven tot het vervaardigen van een nieuwe kabel van dezelfde constructie en samenstelling als de vorige. De nieuwe kabel zal begin 1964 geleverd en gemonteerd worden.

Vijf gondels werden op de bouwplaats aangevoerd. Zij zijn alle aan de vaste railbaan opgehangen en verder rijvaardig gemaakt. Er werden nu korte proefritten langs de railbaan gemaakt.

De montage van de draaischijven werd voortgezet.

Met het oog op de belading van de gondels met stortsteen e.d. werd een begin gemaakt met het maken van twee laadplaatsen en het verharderen van het terrein in de onmiddellijke omgeving daarvan. Als gevolg van de vorstperiode is hierin vertraging ontstaan.



Aanleg van de rijksweg naar en op de Grevelingendam

Er werd voortgegaan met het verrichten van de nodige grondwerken en het onderprofiel brengen van de aardebaan. Voor het gedeelte op de Grevelingendam (tot nabij het noordelijke sluitgat) is het grondwerk nagenoeg voltooid. Voorts werd een begin gemaakt met het stabiliseren van de grondslag voor de weg, waartoe het zand tot een diepte van 15 cm wordt vermengd met water en cement. Deze, geheel machinaal uitgevoerde, zandcementstabilisatie kwam over een lengte van ongeveer 4,5 km, voor bijna zestig procent gereed. De asfaltbetonlagen op deze gestabiliseerde grondslag zullen in het voorjaar van 1964 worden aangebracht.

Werk- en opslaghaven Den Osse

In de verslagperiode werden de diverse onderdelen van het werk verder afge maakt. Het werk is op 30 november voltooid opgeleverd.

Personenhaven bij West-Repart

Het baggeren van de toegangseul, van de havenkom en van de cunetten voor de

grondverbeteringen kwam gereed. Langs de zuid- en zuid-oostzijde van de havenkom en de toegangseul werden de kraagstukken aangebracht en afgestort. De duintoppen ten zuiden van de havenkom werden op een hoogte na N.A.P. + 10 m geëgaliseerd. Op het oostelijke gedeelte van het aldus ontstane plateau werd het kantoorgebouw van de aan nemer opgetrokken. Op het westelijke gedeelte zal te zijner tijd het directiegebouw van de Deltadienst worden geplaatst. Er werd een begin gemaakt met het aanbrengen van de klinkerverharding van de oprit.

De verdediging van de tussen het plateau en de havenkom gelegen duinvoet kwam gereed; voorts werden stuifschermen en afrasteringen geplaatst en een helmbeplanting aangebracht.

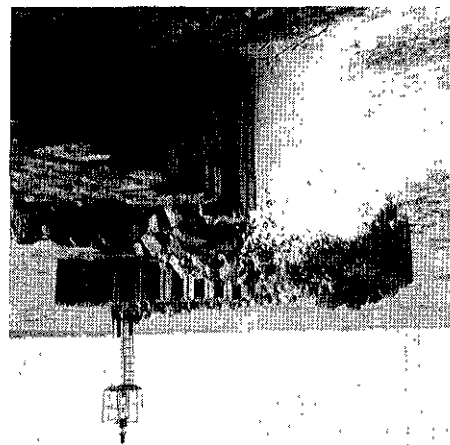
D. Lauwerszeewerken

Het dijkvak, lang 1 500 m ten oosten van het werkeiland, kwam vrijwel gereed; alleen de kleibekleding van verschillende belopen is nog niet geheel voltooid. De oostelijke kop van dit dijkvak is van een tijdelijke afdekking voorzien. Er wordt niet verwacht dat hier een grote aanval van golven of van stroom zal optreden.

De zandplaat rondom deze kop ondergaat tot dusver weinig verandering. Ook de losplaats aan het Vierhuizer Gat, ongeveer halverwege het werkeiland en de Groninger kust is voltooid. Dit ongeveer 500 m lange dijkwak heeft de stormen in dit najaar goed doorstaan. Ten oosten van de losplaats trad over het wad een vrij sterke overtrek van water op, waardoor er een geul ontstond. Deze is inmiddels vastgelegd door een bezinking. Voorts is in aansluiting met de oostelijke oever van de geul een aantal bo-

Het leggen van de plastic waterleidingsbuis van de Groninger kust naar het werkeiland. Deze buis wordt — bij laagwater — neergelaten in een geul van 80 cm diepte en met perkooenen om de 5 m tegen opdrijven vastgezet

De kop van de westelijke havendam van de haven aan het Cort bij hoogwater. De basaltafdekking moet nog worden afgewerkt (zie ook het driemaandelijks bericht nr. 26, blz. 385 e.v.)



dembekledingen van verschillende soorten over een lengte van ongeveer 180 m aangelegd. Hierbij is een aantal nieuwe materialen beproefd, zoals gevlochten aluminium strippen, azobè-matten, plastic folies met kippengas, nylon matten gevuld met zand, matten van zwaar dakleer, rondom verward met kettingen e.d. Het hierboven vermelde geulje is na voltooiing van de proefbezinkingen met een stenen dam geblokkeerd, zodat de stroom werd gedwongen over de proefbezinkingen te trekken. De resultaten van deze

proefnemingen, die in nauw overleg met de Deltadienst worden verricht, zullen van veel belang zijn voor de verdere uitvoering van de afsluitdijk van de Lauwerszee over de zandplaten.

Het dijkvak, van 1500 meter, dat ten oosten van het werkeiland werd aangelegd, beïnvloedt de stroom, hetgeen ten westen van het werkeiland merkbaar is. Bij het maken van het werkeiland ontstond reeds een stroomgeul, die een evenwichtstoestand bereikte. Deze geul begon zich onder invloed van het oostelijke dijkvak echter te verruimen. Door bezinking wordt getracht een consolidatie op voldoende afstand van de teen van de dijk te bewerkstelligen.

Op het werkeiland is een loskade van stalen damwand aangebracht van ruim 200 m lengte langs de zuidelijke oever van de toekomstige vissershaven aan het Oort. De aannemer van de Lauwerszeewerken, de Combinatie Lauwerszee, heeft hierlangs een kraanbaan met een rijdende kraan aangebracht, om via deze kade het grootste deel van de voor de kunstwerken noodzakelijke materialen te kunnen lossen. De havens zijn verder voorzien van steigers en meerstoelen.

De kop van de stalen damwand aan het westelijke havenhoofd, die in het vorige bericht (nr 26) werd beschreven, kwam gereed. Deze blijkt in de praktijk goed te voldoen; het binnenlopen van de haven wordt hierdoor zeer vergemakkelijkt.

Op het werkeiland zijn verder werkwegen, werkplaatsen, kantoorketen en een verblijf voor de arbeiders gebouwd.

De bouwput voor de uitwateringssluizen

kon met behulp van een open bemaling droog gelegd worden tot een diepte van ruim N.A.P. 5 m.

Een bronbemaling wordt thans aangebracht.

Langs de zuidkant van het nieuwe dijkvak ten oosten van het werkeiland wordt een bouwput aangelegd voor de caissons, die bij de sluiting zullen worden gebruikt. De ringdijk om deze 10 ha grote bouwput is thans gesloten en wordt verder afgewerkt. Het werkeiland wordt thans van elektrische stroom voorzien via een tweetal 10 kV zeekabels. Deze kabels werden gelegd van de Friese oever door het Vaarwater naar Oostmahorn en aangesloten op twee transformatorstations op het werkeiland. De watervoorziening geschiedt door een plastic buisleiding met een diameter van 12,5 respectievelijk 10 cm. De toelaatbare stromingsweerstand in de leiding liet namelijk toe de helft van de leiding in 10 cm diameter uit te voeren. De leiding loopt van het openbare net in de Westpolder in Groningen via de Ballastplaat. De buizen werden gelegd met behulp van drie greppelmachines van de landaanwinningswerken in Groningen. Op het werkeiland is een bassin voor de opslag van ruim 300 m³ zoet water gegraven. Dit bekken zal met plasticfolie worden bekleed.

De Lauwerszeewerken werden in 1963 voor bezoekers opengesteld. De organisatie van het bezoek werd in handen gelegd van de Stichting Landaanwinningsbelangen Noord-Friesland. Het aantal bezoekers bedroeg van mei tot december 1963 ruim 8000.

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

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 539a	24 juli 1963	Wijziging van overeenkomst DED 539, voor het huren van de motorvlot, 'Boekanior' ten behoeve van de uitvoering van de overeenkomst nr. 438 DED, voor het maken van de Zuidelijke doorrit naar de brug over het Haringvliet nabij Numansdorp.
DED 548a	29 augustus 1963	Wijziging van de overeenkomst DED 548 voor het huren van het motorschip 'Zuidvliet' t.b.v. uitvoering van duikwerk
DED 568a	9 oktober 1963	Wijziging van overeenkomst DED 568 voor het maken van een grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten
DED 593a	9 oktober 1963	Het maken van een haven met werkterrein en aanlegsteigers bij West Repart, met bijkomende werken, onder de gemeente Middenschouwen, volgens ontwerp bestek DED 593
DED 597	10 september 1963	Het verrichten van ontgravingen en het maken van stortbedden in de bouwput van de spuisluis in het Haringvliet
DED 598	14 augustus 1963	Het graven van wegsloten en afvoersloten en het maken van bijkomende werken onder de gemeenten Arnhemuiden, 's-Heer Arendskerke en Wolphaartsdijk
DED 599	20 november 1963	Het maken van een verbindingsweg tussen RW. nr. 18 en de afsluitdam in de Grevelingen en het aanbrengen van wegverhardingen op genoemde afsluitdam, met bijkomende werken in de gemeenten Bruinisse, Oude Tonge en Nieuwe Tonge
DED 600	11 september 1963	Het huren van de motorsleepboot 'Terni'
DED 601	22 augustus 1963	Het leveren van basaltstortsteen t.b.v. de afsluiting van het Haringvliet
DED 602	13 mei 1963	Het verrichten van water- en chloormetingen in het waterschap 'Waardo'
DED 603	14 augustus 1963	Het leveren en aanbrengen van een elektrische verlichting op het haventerrein van de vissershaven nabij de schutsluis in het Haringvliet in de gemeente Stelendam
DED 606	21 augustus 1963	Het leveren van zinksteen t.b.v. het maken van een havendam en oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
DED 607	11 september 1963	Het leveren van grof Nederlands grind of Moezelgrind t.b.v. het maken van een havendam en oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen te Willemstad
DED 612	11 september 1963	Het leveren van stortsteen t.b.v. de afsluiting van de Grevelingen
DED 613	11 september 1963	Het maken van meerstoelen, meer- en vloepalen in het Spui en in de werkhaven te Hellevoetsluis in de gemeenten Zuidland en Hellevoetsluis
DED 614	20 augustus 1963	Het verrichten van water- en chloormetingen in het waterschap 'De Holle Mare'
DED 622	20 september 1963	Het leveren van zetsteen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavense Gat
DED 623	20 september 1963	Het leveren van zink en stortsteen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavense Gat
DED 624	28 november 1963	Het maken van laadstations, verhardingen en afrasteringen t.b.v. de kabelbaan over de Grevelingen
DED 625	20 augustus 1963	Het verrichten van waterwaarnemingen nabij de werkhaven te Bruinisse
DED 626	2 september 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordelijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 627	2 september 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordelijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 628	2 september 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordelijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 629	25 oktober 1963	Het vervaardigen en leveren van nymplexmatten t.b.v. een grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten

werken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingssom	Aannemer
f 390,— per week	A. W. Derksen te Willemstad
f 625,— per week	C. P. Noordhoek te Wilhelminadorp
—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Willemstad
f 1 292 000,—	N.V. Aanneming Mij 'Dijksbouw' te 's-Gravenhage
f 18 890 000,—	Deltacombinatie te 's-Gravenhage
f 88 675,—	M. Uil te Middelburg
f 2 563 000,—	Aannemerscombinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld
f 650,— per week	fa. W. H. Dijkhuizen te Amsterdam
eenheidsprijzen	Rheinisches Lava Kontor GmbH Sinzig Rhein Duitsland
f 312,— per jaar	K. W. Krijnsen te Waarde
f 12 000,—	N.V. Electriciteits Mij Goeree-Overflakkee te Middelharnis
eenheidsprijzen	De Keerkring N.V. te Utrecht
eenheidsprijzen	Utroma N.V. te Heelsum
eenheidsprijzen	Handelmaatschappij Bas de Bondt N.V. te Utrecht
f 39 250,—	A. van der Hoek te Heenvliet
f 312,— per jaar	G. J. v. d. Boogerd te Zwartewaal
eenheidsprijzen	Fa. Jan B. Petit en Zn. te Breda
eenheidsprijzen	De Keerkring N.V. te Utrecht
f 105 705,—	Aannemerscombinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld
f 873,60 per jaar	Mevr. J. G. Kik-Koopman te Bruinisse
eenheidsprijzen	Fa. Jan Visser Azn. te Werkendam
eenheidsprijzen	Fa. J. en P. Wijngaarden te Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. v/h T. W. Volker eb Zn. te Sliedrecht
f 21 600,—	Nico ter Kuile en Zonen N.V. te Enschede

