

Driemaandelijks Bericht
nummer 54, november 1970

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Hogenhoucklaan 60,
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1,
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 9,- per jaar
of f 2,50 per nummer

Inhoud

De bevellinging van het noordelijk Deltabekken

Voorspel 172

Het ontwerp van de afdamming van het
Haringvliet 179

Het ontwerp van de uitwateringssluizen 182

De uitvoering van de werken in het
Haringvliet 194

De hydrografische aanpassing van het
noordelijk bekken 199

De gevolgen van de afsluiting van het
Haringvliet voor het mondingsgebied en
de aansluitende kust 203

Vorderingen 212



De beveiliging van het noordelijk Deltabekken

Het ontwerp en de uitvoering van de werken tot afsluiting van het Haringvliet hebben een periode van ruim vijftien jaren in beslag genomen. Gedurende die tijd zijn in de Driemaandelijke Berichten van de Deltadienst regelmatig artikelen verschenen over vrijwel alle aspecten en onderdelen van het ontwerp en van de bouw, terwijl daarnaast steeds de vorderingen van de werken werden meegedeeld. De geregelde lezer van het Driemaandelijks Bericht zou zich dus over dit werk voldoende ingelicht kunnen achten. Wie echter alles wat de Berichten over de afsluiting van het Haringvliet hebben vermeld achter elkaar leest, kan zich daaruit toch moeilijk een samenhangend beeld vormen; de artikelen hebben ook nooit beoogd een algemeen overzicht te geven.

Bovendien is in de tijd die verstreken is sedert met de voorbereidende werkzaamheden voor de Haringvlietsluiting werd begonnen, een nieuwe generatie opgegroeid, waaronder belangstelling is gewekt voor de grote afsluitingswerken in het Deltagebied, maar die destijds nog te jong was om van de beginfase van deze werken kennis te nemen.

Het leek daarom zinrijk om, nu het belangrijkste deel van de Deltawerken is voltooid en de grote uitwateringssluizen op 2 november jongstleden door de minister van Verkeer en Waterstaat officieel in gebruik zijn gesteld, een aflevering van het Driemaandelijks Bericht uitsluitend aan dit werk te wijden, en te trachten daarin een overzicht te geven over het gehele werk in zijn samenhang, en de betekenis ervan voor de waterstaatkundige basisstructuur van het Deltagebied te schetsen.

Voorspel

Met de afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet, twee werken die als een min of meer samenhangend complex kunnen worden beschouwd en die dan ook wat hun uitvoering betreft in de tijd op elkaar waren afgestemd, is een belangrijke fase van het Deltaplan beëindigd. Door de in 1969 gereedgekomen Volkerakdam is het noordelijk gedeelte van de Rijn-Maas-Schelde-delta voorgoed van de rest van de delta afgescheiden. Het gehele Deltagebied valt thans uiteen in drie gedeeltes met ieder een eigen karakter: het nog tamelijk ongebreidelde Schelde-estuarium in het zuiden; een middengedeelte met zeer brede en diepe zeegaten, dat thans nog in hoge mate ten prooi is aan het spel van de getijstroom, doch dat binnenkort geheel van de zee zal zijn afgesloten; en ten slotte het noordelijk Deltabekken, de eigenlijke Rijn-Maasdelta, met een ingewikkeld vertakt stelsel van merendeels tamelijk smalle rivierarmen. De ontwikkeling van de structuur van de Delta die tenslotte tot deze driedeling heeft geleid, heeft een aantal eeuwen in beslag genomen. Beschouwt men een kaart van omstreeks 1300, dan is de aanzet van deze uiteindelijke structuur nog nauwelijks in het chaotische beeld van grillig verspreide eilanden en eilandjes te bespeuren. Sindsdien is het beeld echter sterk vereenvoudigd. Vele eilandjes zijn samengevoegd tot grotere eenheden en evenzo hebben de wateren zich tot grotere aaneengesloten partijen ontwikkeld. Men moet de invloed van de menselijke hand in deze hydrografische gedaanteverandering niet overschatten, hoezeer men ook geneigd zou zijn de vereenvoudiging en duidelijker doortekening van de Deltastructuur aan kunstmatige ingrepen toe te schrijven. De mens

heeft hier niet bewust gestreefd naar een bepaalde, eenvoudige figuratie, doch met zijn toentertijd nog betrekkelijk beperkte middelen slechts hier en daar modificaties kunnen aanbrengen waar de natuur hem daartoe de gelegenheid bood. De menselijke ingrepen, meestal bedijkingen van tot voldoende hoogte aangeslibd land, moesten in hoge mate parallel lopen met de hydrografische ontwikkelingen zoals die zich langs natuurlijke weg voltrokken.

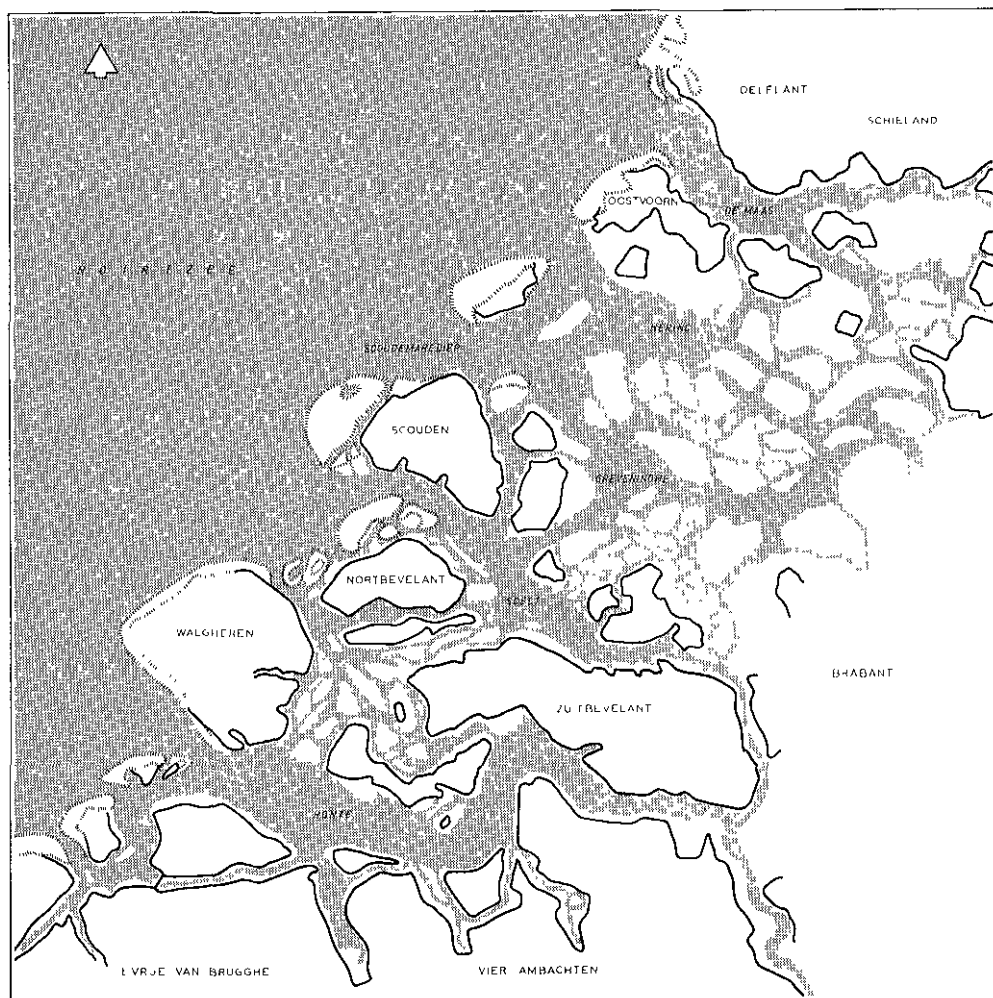
Zo kon de eilandsamenvoeging Goeree-Overflakkee, die men nu wel als eerste aanzet tot de latere scheiding van noordelijk en zuidelijk Deltabekken mag zien, slechts tot stand komen doordat de geulen tussen de verschillende eilanden waaruit Goeree-Overflakkee is opgebouwd, geleidelijk dichtslibden. In het zuiden van de Delta werd de scheiding tussen Ooster- en Westerschelde, die aan het einde van de vorige eeuw door de afdamming van het Sloe en het Kreekrak tot stand kwam, vergemakkelijkt doordat het vermogen van deze twee waterlopen door natuurlijke verzanding en verslibbing sterk achteruit was gegaan.

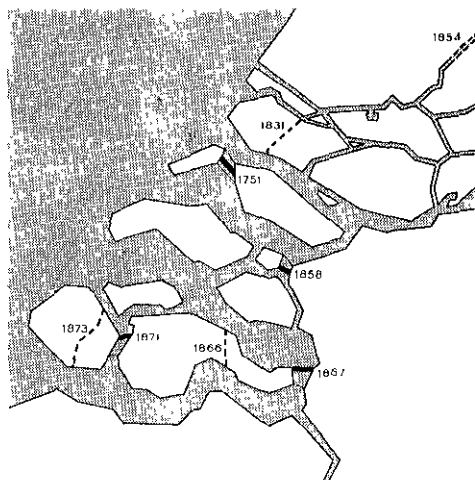
Er had zich zo in de loop der tijden een betrekkelijk evenwichtig, in een aantal grote eenheden geleed systeem ontwikkeld. Naarmate deze eenvoudige structuur zich begon door te zetten werd het ook moeilijker voor de mens daar nog belangrijke veranderingen in aan te brengen. Slechts met zeer krachtige maatregelen zou het nog mogelijk zijn een ingreep te doen, die dan zeker gewelddadig zou ingaan tegen het karakter van het systeem.

Het Deltagebied had zijn natuurlijke afsluiting ongeveer gevonden. Verdere ontwikkeling, in die zin dat er, evenals in het zuiden, door aanzanding vereenvoudigingen in het stelsel zouden optreden, met name dat er door verzanding van het Volkerak een gemakkelijke scheiding tussen het midden en het noorden van de Delta tot stand zou kunnen worden gebracht, was niet te verwachten. Zo'n ontwikkeling zou zeker niet door de natuur worden bevorderd en ook de mens streefde een dergelijke scheiding niet na. Integendeel, nog in 1931 bevorderde men terwille van de scheepvaart naar en van het zuiden de stabiliteit en de diepte van het Hellegat, door er een stroomgeleidende dam in aan te leggen. Hoewel de afsluiting van het Sloe en van het Kreekrak in het zuiden dus een soortgelijke functie had in de hydrografische ontwikkeling van het Deltagebied als de latere afsluiting van het Volkerak in het noorden, is de afsluiting van het Volkerak waterstaatstechnisch

gezien een gebeurtenis geweest van een heel andere orde. De 'gewelddadige amputatie' van het Volkerak heeft op het getijregime in de aan weerszijden aansluitende wateren dan ook een veel ingrijpendere uitwerking gehad dan de scheiding van de Ooster- en Westerschelde. In het zuiden zullen de gevolgen van de Volkeraksluiting nog wel merkbaar blijven tot de Oosterschelde is afgesloten.

De repercussies van de afsluiting van het Volkerak op het getijregime van het noordelijk bekken zijn daarentegen slechts van zeer tijdelijke aard geweest. Het effect ervan is nietig vergeleken bij wat thans door de afsluiting van het Haringvliet is bewerkstelligd. In het voorgaande is gesteld – en in zijn algemeenheid was dat juist – dat de menselijke activiteit voor wat betreft de structuur-in-





hoofdpijnen van het Deltagebied slechts van gering belang kon zijn in verhouding tot de natuurlijke invloeden. In het noordelijk gedeelte van de Delta, met zijn minder krachtig ontwikkelde waterlopen, die meer het karakter van riviertakken dan van zeearmen hebben, kon het menselijk ingrijpen zich echter krachtiger doen gelden. De waterbouwkundigen hebben zich reeds in de vorige eeuw met belangrijke modificaties en verbeteringen van het waterloopkundige stelsel in dit gebied beziggehouden. We willen in dit verband verwijzen naar de 'Consideratiën' van Christiaan Brunings, waarin hij reeds in 1804 aandrong op de systematische verbetering van de stroombanen van Maas en Waal.

Te beginnen met deze vroegere studies en werken is het inzicht in het ingewikkelde stelsel van de noordelijke getijrivieren geleidelijk gerijpt, totdat de kennis op dit gebied in de laatste decennia met sprongen vooruit is gegaan.

De eerste belangrijke ingreep die van grote invloed zou zijn op het getijregime en de stroomverdeling in het rivierenstelsel van het noordelijk Deltabekken, was het graven van de Nieuwe Waterweg, die de oude verbinding van de noordelijkste Rijnarm met de zee, via de Brielse Maas, door een kortere doorsteek naar Hoek van Holland zou vervangen.

Met de aanleg van de geleidedammen in zee bij Hoek van Holland werd in 1863 begonnen, met de eigenlijke doorgraving in 1866, terwijl het Scheur – de vroegere verbinding met de Oude-Maasmond – in 1879 werd afgesloten.

De uitvoering van dit werk ging gepaard met veel moeilijkheden en teleurstellingen, voornamelijk door de grote aanzandingen tussen

de hoofden. Met baggeren alleen kon – toentertijd – niet voldoende worden bereikt. Pas in 1907 trad een meer bevredigende toestand in doordat men het vaarwater tussen de hoofden met lage dwarsdammen vernauwde.

Dit gedurfde werk was zijn tijd eigenlijk vooruit. Voor het eerst werden hier op grote schaal baggerwerken uitgevoerd in een riviermond aan zee, en voor het eerst werd men geconfronteerd met de ingewikkelde waterloopkundige verschijnselen die optreden waar zoet rivierwater en zout zeewater elkaar ontmoeten. De gestaag toenemende scheepsafmetingen stelden bovendien ook steeds verder gaande eisen aan de bevaarbaarheid en in het bijzonder aan de diepte van de nieuwe vaarweg; de ingenieurs werden doorlopend voor nieuwe problemen gesteld. De Nieuwe Waterweg is dan ook een belangrijke leerschool geweest voor de Nederlandse waterbouwkundigen en bestudering ervan heeft een belangrijke bijdrage geleverd tot de kennis van getijstromen en de daarmee gepaard gaande zandverplaatsingen in een gemengd zout-zoet milieu.

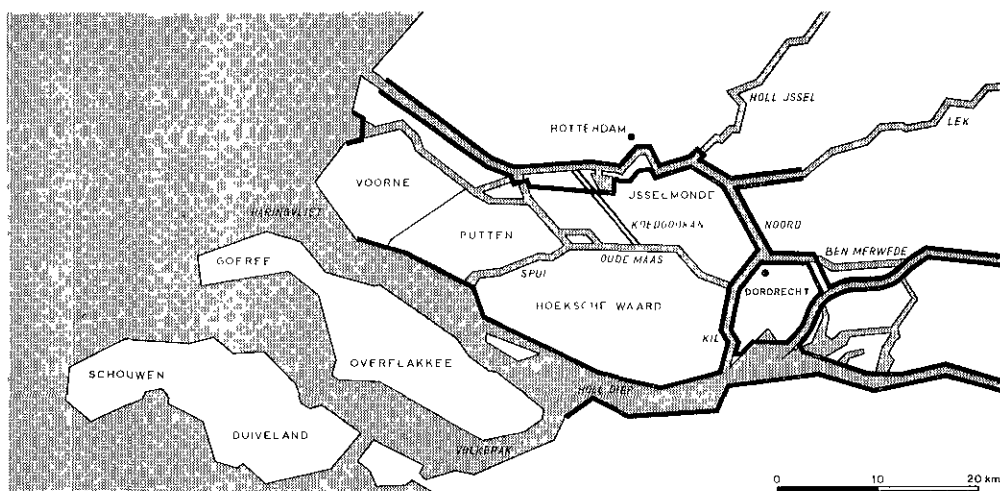
Als volgende belangrijke ingreep in het noordelijk bekken moet het graven van de Nieuwe Merwede worden genoemd. Dit werk beoogde de afvoer van rivierwater door de verwilderde Biesbosch te verbeteren. Deze belangrijke nieuwe rivierarm werd in de periode 1851–1885 gevormd door het verruimen en met elkander verbinden van een aantal bestaande killen.

Iets later werd de scheiding van Maas en Waal voltrokken. Dit werk omvatte het graven van de Bergse Maas, normalisatie van de Amer, verruiming van het Heusdens kanaal,

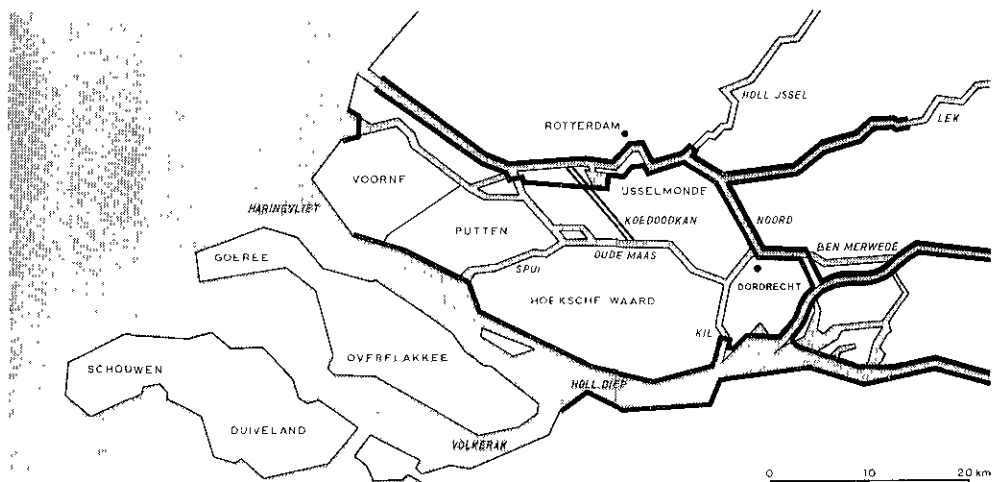
- 1 Het vier-eilandenplan van 1938
- 2 Het vijf-eilandenplan van 1942

sluiting van de Heerewaardense overlaten, verhoging van de Waaldijken, afsluiting van de Maas bij Andel en voorzieningen voor de afwatering van Noord-Brabant. De uitvoering van dit vrij omvangrijke en complexe werk nam de jaren 1888-1907 in beslag. Vervolgens kunnen worden vermeld de werken tot verbetering van de Oude Maas, ten behoeve van de zeescheepvaart op Dordrecht. Deze rivierarm werd in de jaren 1925-1929 in belangrijke mate verruimd en ook overigens verbeterd, terwijl in aansluiting op deze werken de Krabbegeul werd gegraven, die de verbinding vormt tussen de Oude Maas en de zeehaven van Dordrecht. Het laatste belangrijke verbeteringswerk in het noordelijk Deltabekken dat in de periode vóór de Tweede Wereldoorlog tot uitvoering kwam,

1



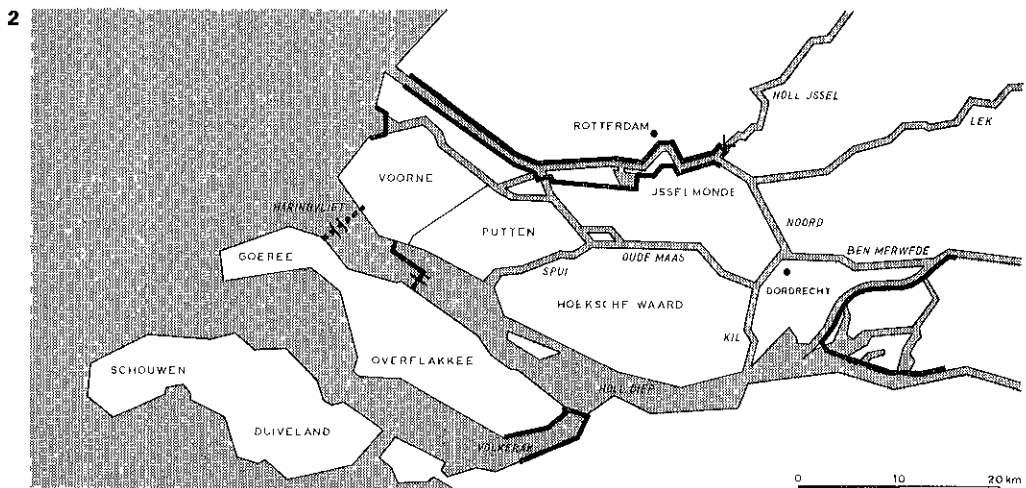
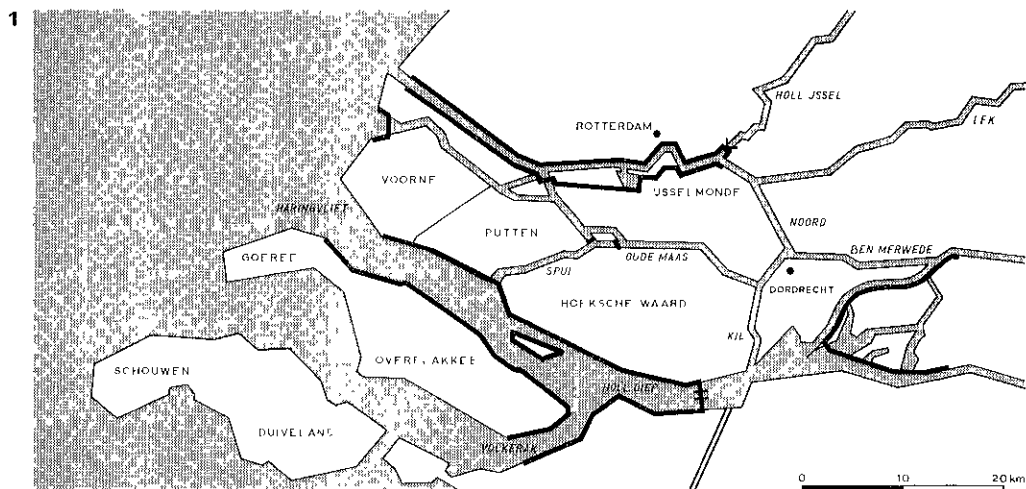
2

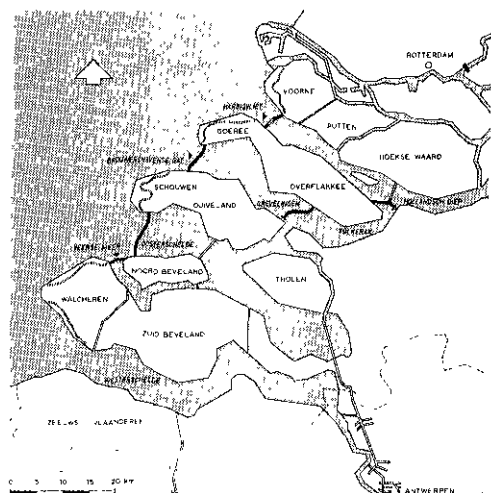


was de reeds genoemde leidam in het Helle-
gat, die stabilisering beoogde van de scheep-
vaartgeul die de verbinding vormde tussen
Hollands Diep en Volkerak. De dam kwam in
1931 gereed; en ook het ontwerp van deze
dam vereiste grondige studie.

Omtrent dezelfde tijd begint de meer syste-
matische verzameling en bestudering van de
getijbeweging en de daarmee verband hou-
dende verschijnselen, zoals het zandtransport
in rivieren, getijgeulen en zeegaten. Men be-
gon daardoor een veel beter inzicht te krijgen
in deze moeilijke vraagstukken. Op basis van
deze studies werden de eerste verstrekkende
plannen opgemaakt tot verdere ingrijpende
verbeteringen in het rivierenstelsel van het
noordelijk Deltabekken. Daarbij werden –
evenals later bij het Deltaplan – reeds als

- 1 Plan met stuw bij Klundert (1950)
- 2 Plan met stuw bij Hellevoetsluis (1952)
- 3 Het Deltaplan





voornaamste doelstellingen nagestreefd een veiliger situatie met het oog op stormvloed en een betere bescherming tegen zoutpenetratie vanuit zee. De gedachten begonnen uit te gaan naar een verkorting van de totale lengte der zeeweringen en rivierdijken door *samenvoeging van eilanden*.

Een eerste benadering volgens deze nieuwe lijn wordt gevonden in het zogenaamde *Viereilandenplan* van 1938, dat de *samenvoeging* beoogde van de eilanden Rozenburg, Voorne-Putten, de Hoekse Waard en IJsselmonde. De dijklengthe zou daardoor met ca. 170 km worden bekort, terwijl de verzilting door beperking van het getijvolume van het betrokken gebied zou worden tegengegaan. In het kader van dit plan pasten ook de afdamming van de Brielse Maas en van de Botlek, achter welke afdamming dan een zoetwaterbekken zou worden gevormd ten bate van de landbouw op Rozenburg en Voorne-Putten. Dit onderdeel van het plan is uitgevoerd, en wel in 1950 en 1951. Bij de uitvoering en met name bij de afsluiting van de mond van de Brielse Maas kon met vrucht gebruik worden gemaakt van de ervaringen die waren opgedaan bij de droogmaking van Walcheren. Tegen het *Viereilandenplan* rees overigens het bezwaar dat de haven van Dordrecht achter twee sluizen zou komen te liggen. Op het *Viereilandenplan* zijn derhalve enige varianten bedacht, waarvan hier slechts het *Vijfeilandenplan* genoemd wordt. Daarin werd het eiland van Dordrecht opgenomen in de groep eilanden die een gezamenlijke verdediging zouden voeren tegen het water. Nog altijd echter zouden de bestaande rivierdijken drastisch moeten worden verhoogd, en dat bleek in veel gevallen, met name in de om-

geving van Dordrecht, niet uitvoerbaar. Daarom werd in een volgende opzet, en nu was inmiddels de Tweede Wereldoorlog al voorbij, getracht langs andere weg collectieve veiligheid te verkrijgen. Men overwoog met behulp van vier beweegbare stormvloedkeringen, en wel in de benedenmond van de Lek, de Kil en de Noord en in de bovenmond van de Benedenmerwede, stormvloeden het binnendringen in het benedenrivierengebied te beletten, zodat de dijken zonder verhoging toch afdoende veiligheid zouden geven. Daarna werd een plan ontworpen dat voornamelijk gebaseerd was op de bouw van een stormvloedkering bij Klundert in het Hollands Diep.

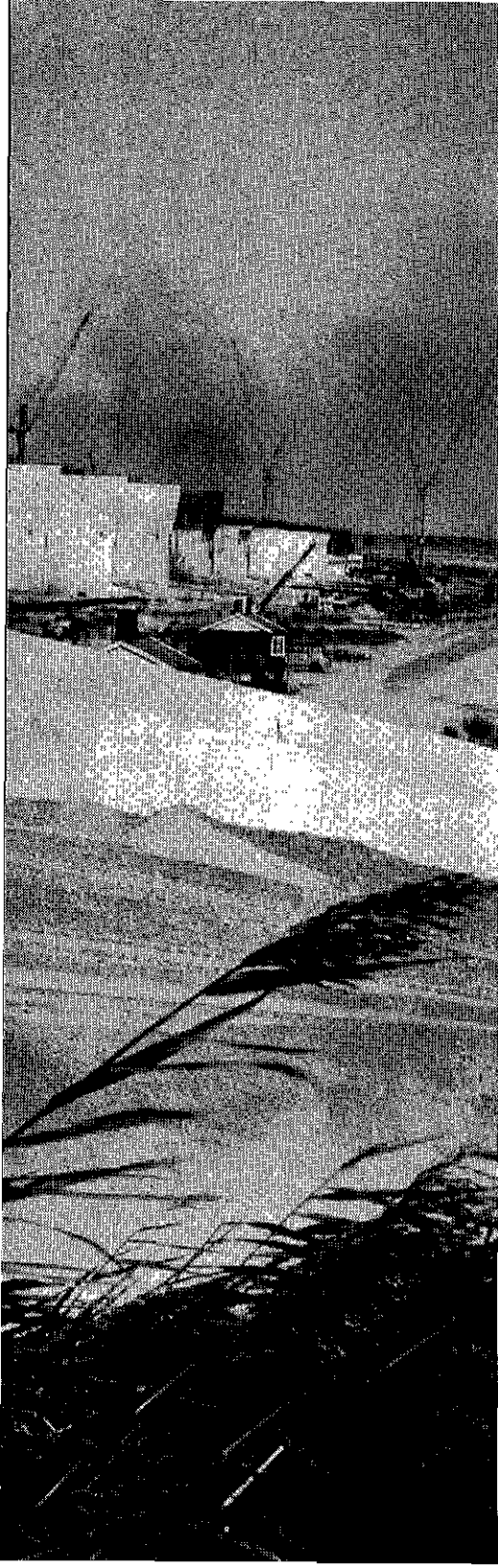
Voortgezette bestudering van de mogelijkheden die zulk een stuw bood, leidde tot verplaatsing ervan – alles nog steeds alleen op papier – naar Tiengemeten, en nog verdere studie deed de stuw zelfs verhuizen naar de omgeving van Hellevoetsluis. Men ziet, het Deltaplan is in opmars. Sinds 1951 komt ook de scheiding van het Haringvliet en het Volkerak in de plannen voor. De waterloopkundige studies in verband met deze plannen waren in 1952 al in een zo vergevorderd stadium, dat men zeggen kan: het noordelijk gedeelte van het Deltaplan is door de catastrofe van 1953 in zijn hoofdtrekken niet eens beïnvloed.

In het Waterloopkundig Laboratorium te Delft stond een hydraulisch model van het benedenrivierengebied, terwijl een elektrisch analogon van beperkte omvang ook reeds was gebouwd. Aldus stond een vergevorderde studie en een arsenaal van wetenschappelijke hulpstukken de Deltacommissie ter beschikking toen haar gevraagd werd op korte termijn aanbevelingen te doen voor de constructie van een beveiligingssysteem tegen hoge stormvloeden voor het gehele Delta-gebied en in het bijzonder voor het ingewikkelde noordelijke Deltabekken. Slechts door de grondige ervaring, kennis en inzicht die in de loop der tijden en vooral in de laatste decennia in de werking van dit complexe systeem van getijgeulen en riviertakken was verkregen, werd het mogelijk, op tamelijk korte termijn een ontwerp voor de afsluiting van dit gebied te maken. In dat ontwerp werd een kardinale plaats ingeruimd voor een grote uitwateringssluits als reguleringswerk, waarmee men de getijbeweging in dit gebied door een zorgvuldig berekend spuiprogramma voldoende in de hand zou kunnen krijgen, daarbij zoveel mogelijk met de waterstaatkundige belangen van het gebied rekening houdende.

analisis de
chris...
van de...
totaal...
informatie...
neder...
1. markt...
1. markt...

nestum





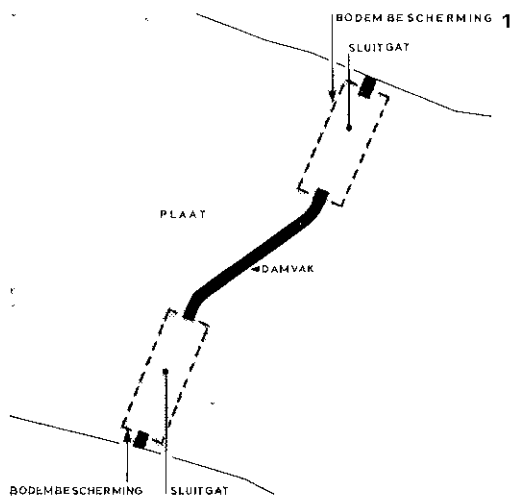
Het ontwerp van de afdamming van het Haringvliet

Van de drie grote ingevolge het Deltaplan af te sluiten zeegaten had het Haringvliet het kleinste getijvolume, nl. 260 miljoen m^3 , tegen 360 miljoen m^3 in het Brouwershavensche Gat en 1100 miljoen m^3 in de Oosterschelde. Als bouwwerk is de afdamming van het Haringvliet echter ingewikkelder dan de beide andere, omdat in deze dam een doorlaatwerk van ongeveer 1 km lengte, en een schutsluizencomplex moesten worden opgenomen. De bouwtijd van de uitwateringssluizen was bepalend voor de totale bouwduur. Mede daarom bleek het nodig met de afdamming van het Haringvliet vroegtijdig een begin te maken: niet minder dan 13 jaren zouden met de verwerkelijking gemoeid zijn.

De afsluiting van een zeegat van de grootte van het Haringvliet stelde de Nederlandse waterbouwkundigen voor vraagstukken die zij noch voorheen in het Deltagebied, noch elders hadden ontmoet. Naar omvang was de afsluiting van de Zuiderzee, voltooid in 1933, er het best mee te vergelijken. Toch had dat werk in menig opzicht een ander karakter. Het front van de afsluiting strekte zich in de Zuiderzee uit over een zeer grote breedte; het werk had er dientengevolge een gelijkmatiger verloop dan in het Haringvliet mogelijk zou zijn, dat weliswaar een aanmerkelijk geringere breedte had dan de Zuiderzee ter plaatse van de afsluitdijk, doch een veel diepere en vooral ook onregelmatiger bodemligging. Ditzelfde geldt ook voor de andere zuidwestelijke zeegaten. Voor de afsluiting van die zeegaten moest derhalve een nieuwe strategie worden ontwikkeld. De zeer losse zandbodem en de betrekkelijk sterke getijstroom die erin optreedt, geven deze estuaria een beweeglijke structuur.

Kleine veranderingen in de omstandigheden, van natuurlijke of kunstmatige oorsprong, kunnen al aanzienlijke veranderingen teweegbrengen in het patroon van geulen en zandbanken. Worden de afsluitingsoperaties niet met de nodige voorzichtigheid uitgevoerd, dan loopt men de kans dat het stromingsstelsel reeds bij de eerste ingreep krachtig reageert. Dit zou dan betekenen dat de situatie waarop men zijn plannen heeft gebaseerd, onherstelbaar verandert, zodat de waterbouwkundige alle grond onder de voeten verliest. Zou men bijvoorbeeld beginnen met de afsluiting der hoofdgeulen, dan kan men er zeker van zijn dat zich naast de vroegere snel nieuwe geulen zouden ontwikkelen, en dat de oorspronkelijke ondiepe bankgebieden in korte tijd zouden worden opgeruimd en uitgeschuurd.

Het bijzondere van het Haringvliet, in vergelijking met de andere zeegaten, is dat dit zeegat ook na zijn afdamming onder bepaalde omstandigheden grote hoeveelheden water naar zee zal moeten blijven afvoeren. Het mag door zijn afdamming zijn functie als verbindingsweg tussen het rivierenstelsel en de zee dus niet geheel verliezen. De structuur van het zeegat zal uiteindelijk aan deze nieuwe eis moeten worden aangepast en wel zo, dat het grote doorlaatwerk dat in de dam moet worden opgenomen in de eindsituatie aan een doorgaande geul ligt. Zo redenerend zou men er voor kiezen dit doorlaatwerk te situeren in de hoofdgeul van het zeegat: de eindsituatie sluit dan het beste aan op de bestaande toestand. Maar om de sluis in die geul te kunnen bouwen, zou men de geul eerst, en dat wil zeggen in een vroeg stadium



1 Algemeen schema van de afsluiting van een zeegat

2 De afsluiting van het Haringvliet

Het is daarom zaak, de stroomgeulen zo lang mogelijk betrekkelijk onverlet te laten, en het werk aan te vangen in die gedeelten van het dwarsprofiel die de geringste bijdrage leveren in de stroombeweging van het zeegat.

Op grond van deze overwegingen is de afsluitingsstrategie ontwikkeld waarbij men eerst de ondiepe platengebieden afsluit, en pas in een zo laat mogelijk stadium, en zo snel mogelijk, de daartussen gelegen hoofdgeulen. Aangezien echter ook de afdamming van de ondiepe bankengebieden al leidt tot verschuiving van het stromingspatroon en tot verdere concentratie van de stroom in de hoofdgeulen, zal het meestal nodig zijn de hoofdgeulen in het tracé van de afdamming tegen verdere uitschuring en tegen verschuiving te beschermen, en ze door middel van bodembeschermingen vast te leggen.

van het gehele afsluitingswerk, moeten afsluiten, met alle ongewenste waterloopkundige gevolgen van dien. De enige alternatieve oplossing zou zijn de sluisen vanaf het begin uit te voeren als een reeks doorlaatcaissons. Bij de huidige stand van de techniek leek die oplossing niet uitvoerbaar. Het doorlaatwerk moet wat zijn constructie en zijn samenhang betreft immers aan zeer hoge eisen voldoen; de vereiste nauwkeurigheid bij de bouw zou alleen bereikt kunnen worden wanneer het gehele kunstwerk zou worden uitgevoerd in den droge, dus in een leeggemalen bouwput. In een later stadium zou het doorlaatwerk, in open verbinding gebracht met het buitenwater, de functie van de stroomgeul kunnen overnemen, waardoor de stroomsnelheden in het laatste sluitgat beperkt zouden kunnen blijven.

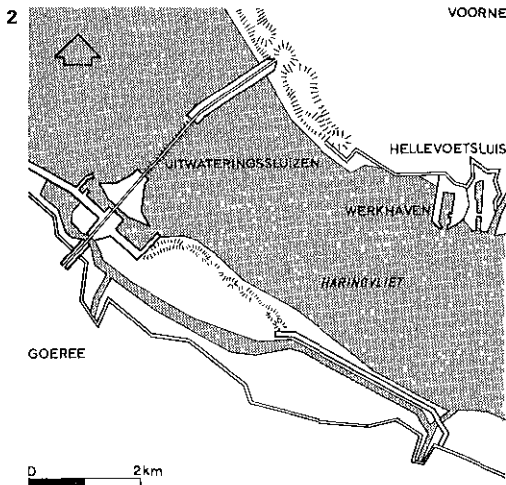
Inderdaad bleek bij de uitvoering van het werk dat het doorstroomprofiel van het totale Haringvliet op het moment dat men begon met de werkzaamheden in de hoofdgeul, het Rak van Scheelhoek, bij geopende sluizen slechts 500 m² kleiner was dan in 1956, toen de werken begonnen.

De vraag was voorts, op welke plaats in het Haringvliet de geplande grote werken het best konden worden gerealiseerd. Van de drie overwogen tracés van afsluiting bleek het meest westelijke ongeschikt vanwege de zware golfaanval die er te verwachten was en die grote moeilijkheden opleverde, niet alleen in de bouwfase van het werk, maar ook voor wat betreft de ontwerpisen van het doorlaatwerk. Bij het meest oostelijke tracé ontbrak de waterbreedte om zonder gevaar voor aantasting van de eilandoevers een

een deel van de te baggeren specie van voldoende kwaliteit was om het werk in zandwinconcessie te laten uitvoeren.

Het eerste werk in het Haringvliet zou dus de aanleg zijn van een bouwput voor de uitwateringssluizen. De afmetingen van deze bouwput waren aanzienlijk: 1400 m dwars op de stroom, en 560 m in de richting van de stroom. Ondanks het feit dat de put op een ondiep gedeelte van de dwarsdoorsnee zou worden gemaakt, namen de maximale stroomsnelheden door deze blokkering met ongeveer 25% toe. Dat was geen verrassing: berekeningen en modelproeven hadden deze ontwikkeling voorspeld. De vraag was alleen of men de krachtige stromen die men met deze ingreep had opgeroepen, vrij spel kon laten, waardoor zeker een flinke verdieping zou optreden van de bestaande geulen.

Wegens de lange bouwduur van de sluizen zou de blokkering 8 jaren achtereen blijven bestaan en haar invloed uitoefenen. Zowel de stabiliteit van de bouwput zelf als die van de aangrenzende eilandoevers met hun levensnoodzakelijke waterkeringen zouden door de ontwikkeling kunnen worden bedreigd. Voorlopig besloot men het aan te zien. Als de toestand niet uit de hand liep, zou het zeker de voorkeur verdienen, de natuurlijke ontwikkeling gewoon doorgang te doen vinden; men zou slechts daar willen ingrijpen waar een ongunstige prognose dat noodzakelijk maakte. De dienst had de beschikking over een uitgebreide en goed uitgeruste meet- en studiedienst ter plaatse. Dreigende moeilijkheden zouden tijdigesignaleerd kunnen worden. Er waren voorts voldoende middelen ter beschikking om waar nodig op korte termijn voorzieningen te treffen. De ervaring heeft geleerd dat dit een verstandige werkwijze is geweest. De opgetreden verdiepingen hebben geen gevaarlijke situatie gecreëerd; de oevers van het zeegat werden niet aangetast. Alleen aan de noordflank van de bouwput moesten extra maatregelen worden genomen om de stabiliteit van de omringdijk te verzekeren. Daar ontstond, ondanks uitgebreide bezinkingen, een beweeglijke trog tot een diepte van N.A.P. - 22 m.



bouwput te kunnen maken van ongeveer 1½ km breed. Het middelste tracé, tussen Stellendam op Goeree en het Kwakjeswater op het eiland Voorne, had geen van beide nadelen. Hier vond men in het midden van het dwarsprofiel een ondiep gedeelte, waarop de bouwput voor het doorlaatwerk zou kunnen worden aangelegd. Zuidelijk daarvan, in de richting van het Noord-Pampus, was dan nog ruimte voor de aanleg, eveneens in een bouwput, van een schutsluizencomplex. Daarmee was de indeling van het dwarsprofiel gegeven. Na de voltooiing van de werken zou men een geul moeten baggeren naar de uitwateringssluizen, om de hydrografie van het afgesloten zeegat aan te passen aan de nieuwe toestand. Dat laatste was extra werk, toegegeven, maar het zou slechts gedeeltelijk stijging van de kosten betekenen, aangezien

Het ontwerp van de uitwateringssluizen

Het ontwerp van het gigantische doorlaatwerk in het Haringvliet heeft zeer veel hoofdbrekens gekost. De afmetingen van het kunstwerk en de gecompliceerdheid van de problemen die aan het ontwerp waren verbonden, overtroffen alle ervaringen die men had opgedaan met soortgelijke kunstwerken. Het is gemakkelijk in te zien dat een waterbouwkundig werk in het algemeen zijn omgeving beïnvloedt, doordat het bepaalde reacties van het water oproept, die tot uiting komen in een veranderend patroon van stroom en golfslag; deze uitwerksels treffen het kunstwerk dan weer, zodat het tot de opgaven van de ontwerper behoort, met deze effecten reeds bij het begin van zijn werk rekening te houden.

Bij de Haringvlietsluizen vond die wisselwerking in extreme mate plaats. Het complex van vraagstukken waarvoor men zich geplaatst zag en dat de samenwerking vereiste van een team van vertegenwoordigers van de meest uiteenlopende technieken en wetenschappen, werd gedomineerd door het probleem van de golfaanval op het kunstwerk, en met name op de schuiven. Daarnaast waren het vraagstukken in verband met de ontgrondingen in de nabijheid van de sluizen, die grote zorg vroegen, terwijl ook de fundering van het kunstwerk een diepgaand onderzoek vergde. De maatregelen die men verplicht was in verband met deze problemen te nemen, hebben in hoge mate hun stempel gedrukt op de vormgeving van de sluizen. De sluizen zouden op twee manieren door het water dynamisch belast worden: door de golven en door het onder de schuiven doorstromende water. Bij deze belastingen spelen de mechanische eigenschappen van de schuiven en de liggers en ook de waterstanden aan weerszijden van de sluizen en de standen van de schuiven een rol. Bij de

belasting door de golven zijn bovendien de golfkarakteristieken zoals hoogte, lengte, periode en richting van de golven en de vorm en de lengte van de golfkammen van belang.

Het golfonderzoek heeft voornamelijk plaatsgevonden in de grote windgoot van het Waterloopkundig Laboratorium 'De Voorst' in de Noordoostpolder. In die goot konden golven opgewekt worden zowel met behulp van een golfschot als van kunstmatige wind.

De golfaanval op de sluizen in gesloten toestand bleek ongunstiger te zijn dan die op de geheel of gedeeltelijk geopende sluizen. De door de golven uitgeoefende krachten waren het grootst wanneer de golven juist tegen de schuiven braken. Om te kunnen berekenen met welke frequentie bepaalde golfbelastingen zouden optreden, waren gegevens uit de natuur nodig. Golfmetingen in het Haringvliet waren op dat ogenblik nog niet over een voldoende lange periode verricht. Vervangende gegevens werden echter gevonden in de wind- en golfregistraties van het weerschip 'Goeree', die wel over lange tijd beschikbaar waren, en die men kon vertalen naar voor het mondingsgebied van het Haringvliet geldende waarden.

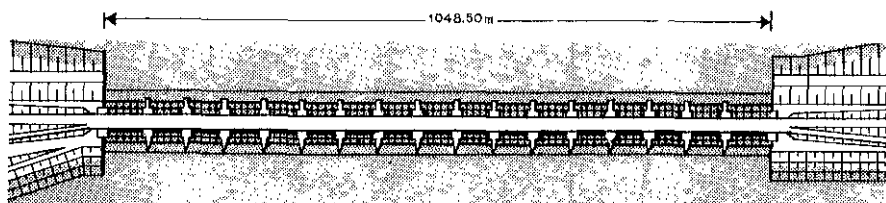
De grootte, maar vooral de vorm van de golven die het te bouwen kunstwerk in werkelijkheid zouden treffen, waren daarmee echter nog niet precies bekend, omdat het gehele golfpatroon zou worden gewijzigd door de aanwezigheid van de sluizen zelf. Pogingen om in een groot golfmodel van het Haringvliet een inzicht te krijgen in die wijzigingen mislukten, omdat men de daarvoor vereiste techniek toen nog niet beheerste. De veranderingen in de golfbeweging die zouden optreden ten gevolge van de aanwezigheid van de sluizen, moesten dan ook vooral uit berekeningen worden bepaald. Enige teams van deskundigen hebben langs verschillende elkaar controlerende rekenmethoden getracht deze wijzigingen en de reactie van het kunstwerk erop te bepalen, en de te verwachten dynamische belasting theoretisch te benaderen.

Aangezien men zich tijdens het ontwerpen van de sluizen bewust was van de onvolkomenheden in de kennis van deze materie, heeft men bij het dimensioneren van schuiven en liggers uit alle belastingmogelijkheden steeds de ongunstigste gekozen, zodat de kans groot is dat het kunstwerk sterker is geworden dan strikt noodzakelijk is. De golfstoten bijvoorbeeld, die naar men mag aannemen slechts over een gedeelte van een schuif aangrijpen, zijn steeds in rekening

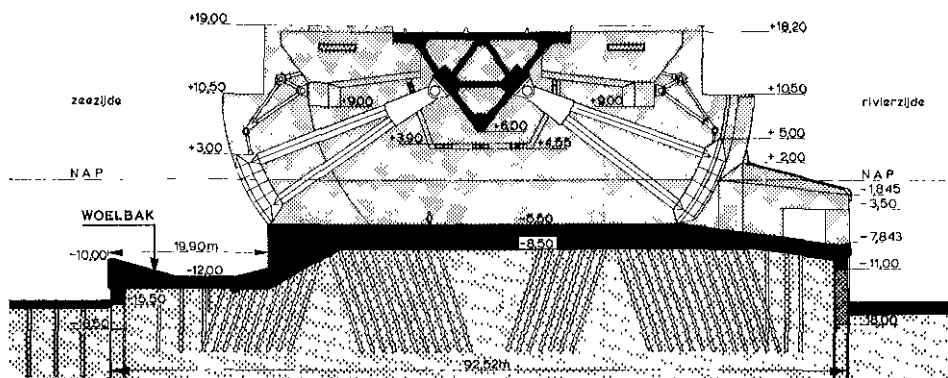
gebracht alsof ze gelijktijdig in dezelfde mate
over de hele schuif aangrijpen.

Thans wordt het natuurlijk met het oog op
in de toekomst te ontwerpen kunstwerken
van groot belang geacht om de gehanteerde
schaalregels en berekeningstechnieken op
hun juistheid te controleren. Door alle in het
model verrichte metingen in de werkelijkheid
te herhalen, zou men de ontwikkeling van de
modeltechniek aanzienlijk kunnen bevorderen.
Op grond van deze overwegingen heeft de
Rijkswaterstaat reeds in 1962 opdracht ge-
geven aan het Waterloopkundig Laboratorium
en aan het Instituut T.N.O. voor Werktuig-
kundige Constructie, tot het uitvoeren van
uitgebreide en incidenteel met nieuwe model-
proeven aan te vullen metingen aan de vol-
tooide sluizen.

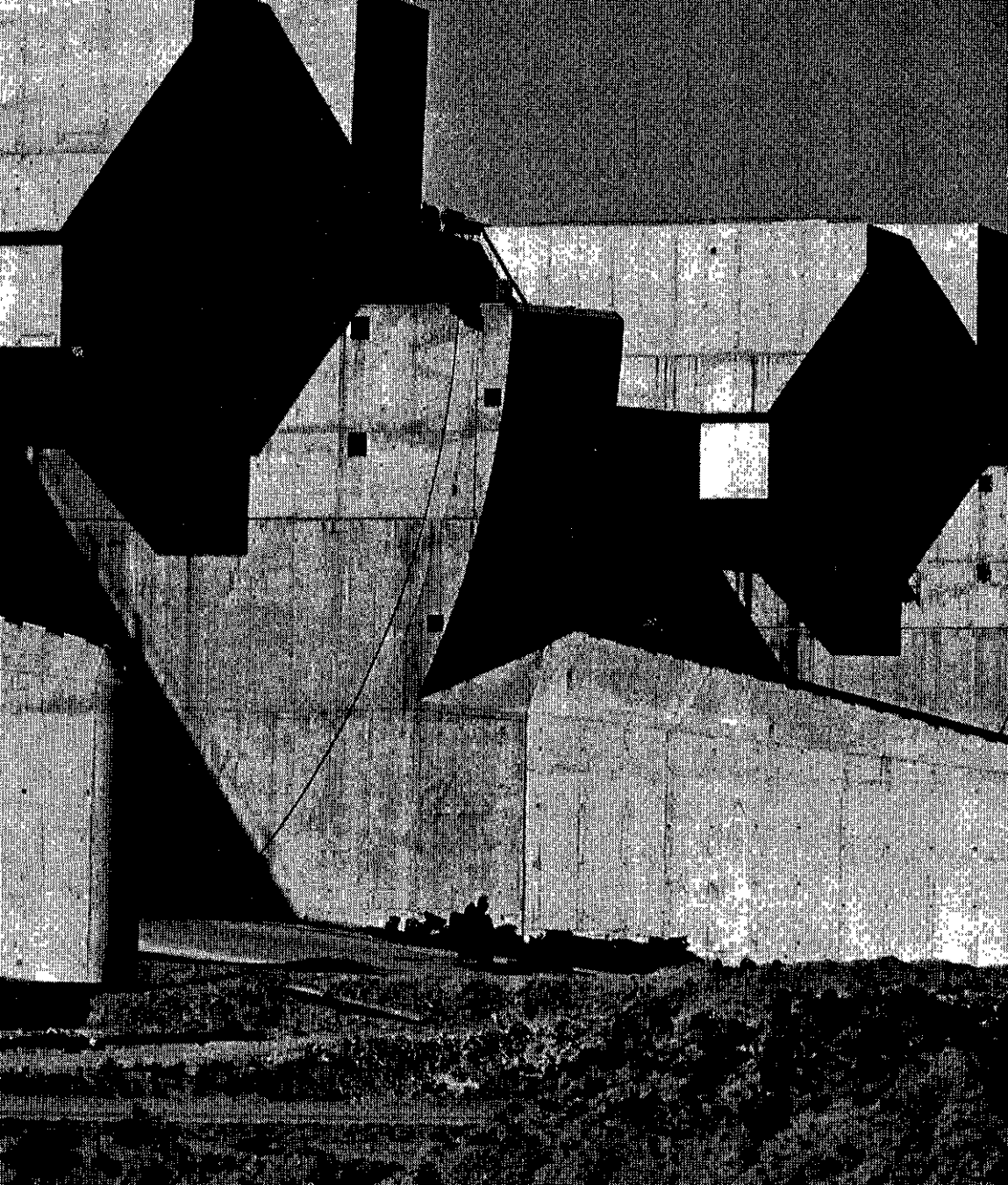
De bodemverdedigingen onmiddellijk aan



BOVENAANZICHT



DWARS DOORSNEDE





weerszijden van de sluizen, die tot taak hebben de stabiliteit van de sluizen bedreigende ontgrondingen te voorkomen, zijn het onderwerp geweest van intensief modelonderzoek. De geconcentreerde lozing van grote hoeveelheden water zou de zandige bodem aan weerszijden van de sluizen uitschuren, wanneer daar geen speciale maatregelen tegenover werden gesteld. De uitschuring vindt vroeg of laat toch plaats, het is alleen zaak, haar zover mogelijk van de sluizen vandaan te houden. De stortbedden, zoals men de bodembeschermingen in de omgeving van de sluizen noemt, moeten zelf bestand zijn tegen hoge stroomsnelheden. Uit het modelonderzoek is gebleken, dat een situatie waarbij één schuif tengevolge van onderhoudswerkzaamheden of door een storing niet kan worden geheven, maatgevend is voor de ontgrondingen. De sterke wervelstraten die door deze schuif worden opgewekt bleken in staat zware stukken stortsteen van vele honderden kilo's te verplaatsen. Het was derhalve geraden het eerste deel van de stortbedden te construeren als een aaneengesloten betonplaat, gefundeerd op palen die zowel druk als trek konden opnemen.

De wervelstraten nemen in benedenstroomse richting af, zodat de betonconstructie verderop kon overgaan in een filterconstructie, opgebouwd uit grind en stortsteen.

Vervolgens moest zorg gedragen worden voor de stabiliteit van de rand van het stortbed; onmiddellijk na de beëindiging ervan begint de stroom het zand uit te schuren, zodat het stortbed gevaar zou lopen langs de rand van de gevormde kuil af te brokkelen. Een speciale eindconstructie waarbij tetraeders, gepunte betonblokken, zijn gebruikt, heeft hier de oplossing gebracht. In de praktijk is inmiddels de noodzaak van de stortbedden gebleken: de bodem van het Haringvliet, die ter plaatse oorspronkelijk lag op N.A.P. - 5 à 6 m, is op sommige plaatsen waar geen bodembescherming werd aangebracht, verdiept tot N.A.P. - 20 m.

Om te kunnen beoordelen tot hoever de ontgrondingen aan de randen toelaatbaar konden worden geacht in verband met de stabiliteit van het kunstwerk, was ook grondmechanisch onderzoek vereist.

Hiervoor zijn sonderingen, boringen en dichtheidsmetingen uitgevoerd. Vooral deze laatste soort metingen vormde een nieuw element in het grondmechanisch onderzoek. Voor het eerst bij de Haringvlietsluizen op grote schaal verricht, vindt de dichtheidsmeting thans uitgebreide toepassing bij elk sluitgatonderzoek, dus ook bij het grondmechanisch onderzoek

in het Rak van Scheelhoek. De uitkomsten van de metingen ter plaatse van de uitwateringssluizen toonden aan dat de stabiliteit van het ontworpen kunstwerk verzekerd was, en dat de te verwachten ontgrondingen geen gevaar zouden opleveren. Het zal echter nodig zijn de bodemontwikkeling benedenstrooms van de sluizen regelmatig door middel van lodingen te volgen om tijdig op onverwachte ontwikkelingen te kunnen reageren. Ook de fundering van het betoncomplex zelf vereiste een diepgaand grondmechanisch onderzoek.

Uit een oriënterend onderzoek ter plaatse van de bouwput bleek dat de ondergrond daar overwegend uit zand bestaat. In een vrij dikke laag zand onder de oppervlakte bevinden zich echter kleilaagjes, weliswaar van geringe dikte maar toch in een zodanig grote en vooral ook wisselvallige hoeveelheid, dat bij fundering op staal van het kunstwerk, waarbij de constructie dus onmiddellijk op de ondergrond rust, met grote zettingen en vooral ook grote zettingsverschillen rekening moest worden gehouden. Vooral zettingsverschillen tussen de pijlers onderling waren ontoelaatbaar, vanwege de vereiste aansluiting van de schuiven, zodat besloten moest worden om de pijlers op palen te funderen.

Deze funderingsmethode wordt in Nederland veelvuldig toegepast; toch rezen in het geval van de Haringvlietsluizen een aantal moeilijke vragen, die alleen met zeer speciale proefnemingen konden worden opgelost. Allereerst het probleem van de toelaatbare trekkracht op de palen onder de sluisvloer. Afhankelijk van de waterstand boven de sluisvloer en de grondwaterstand onder de vloer kunnen als resultaat een naar beneden of naar boven gerichte kracht op de vloer werken. De opwaarts gerichte kracht moet deels door het gewicht van de vloer en deels door de palen worden opgenomen. Met het oog hierop moest een veilig toelaatbare trekkracht per paal worden vastgesteld. Ook de fundering van de pijlers leverde problemen, vooral voortvloeiend uit het feit dat onder de pijlers zeer grote aantallen palen zeer dicht bij elkaar geheid zouden moeten worden om de optredende krachten naar de ondergrond over te brengen. Door de geringe onderlinge paalafstand zou de ondergrond tijdens het heien zodanig verdicht kunnen worden, dat de toelaatbare kracht per paal vergroot kon worden. Ook hiernaar werd een onderzoek ingesteld met een uitgebreid proevenprogramma, waarbij er ook mee werd gerekend dat de horizontale belastingen die afkomstig zijn van de waterdruk en de golfbelasting op de schuiven,

mede door de paalfunderingen moesten worden opgenomen. Deze belastingen fluctueren sterk in grootte, waardoor de belasting op de palen ook snelle wijzigingen ondergaat, hetgeen een ongunstige invloed heeft op de grootte van de kracht die op een paal toegelaten mag worden. Ook in dit verschijnsel speelt het feit dat de palen in groepen zouden worden geheid, een belangrijke rol.

De eisen voor het ontwerp van de sluizen die uit de waterloopkundige onderzoeken naar voren kwamen, stonden in een aantal opzichten diametraal tegenover de eisen die de beton- en staalconstructeurs formuleerden voor een niet te dure en goed werkende sluis met bewegingswerktuigen. In verband met de lijfaafvoer van het benedenrivierengebied vooral, waren uit waterstaatstechnisch oogpunt zo groot mogelijke sluisopeningen gewenst. Bij

Modelonderzoek naar de golfklappen op de segmentschuiven

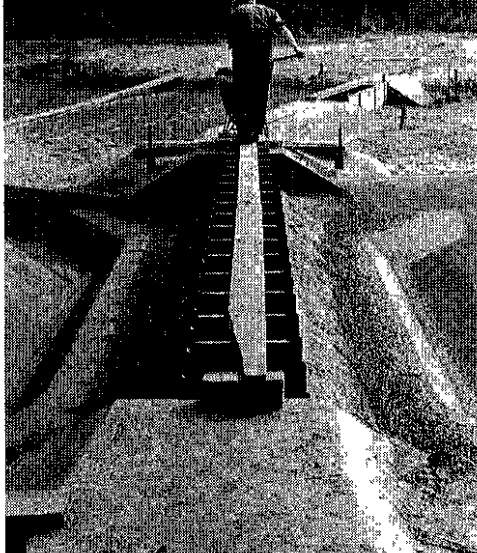
sluizen van pijler tot pijler overspannen zou. Zo'n brug over de sluizen zou er in elk geval moeten komen terwille van de doorgaande weg over de Deltadammen. De enige schuif die bij grote overspanning toch nog op redelijke wijze beweegbaar zou zijn, was een cirkelsegmentvormige die op onderlinge afstanden van 15 m met steunarmen houvast zou vinden in het lichaam van de brug. De cirkelvorm is uit waterloopkundig oogpunt echter een tamelijk ongunstige vorm: de golfaanval erop is zwaarder dan op een verticale staande schuif. Evenwel, op dit punt moesten de waterbouwkundige eisen wijken ten gunste van de werktuigbouwkundige verlangens. Vooral de zeewaartse schuiven hebben ten aanzien van de golfaanval een ongunstige vorm. Deze schuiven krijgen dan ook zware klappen te verduren. Voor de schuiven aan



zeer grote openingen zouden echter de belastingen op de beweegbare schuiven en op de betonligger die de op de schuiven uitgeoefende krachten moet opnemen, onaanvaardbaar groot worden. Het afwegen van wensen tegen mogelijkheden heeft geleid tot het ontwerp van een sluizencomplex met 17 doorstroomopeningen van 56,50 m elk, bij een drempeldiepte van N.A.P. - 5,50 m. De vraag op welke wijze zulke grote openingen moesten worden afgesloten, heeft eerst na lange studie zijn beantwoording gevonden. Alle mogelijkheden tot constructie van een verticale rechte schuif vielen, gegeven de afmetingen van de doorstroomopeningen, weg vanwege de grote constructieve moeilijkheden die ermee verbonden waren. Gezocht werd naar een constructie waarbij de sluisdeuren steun zouden vinden in de brugligger die de

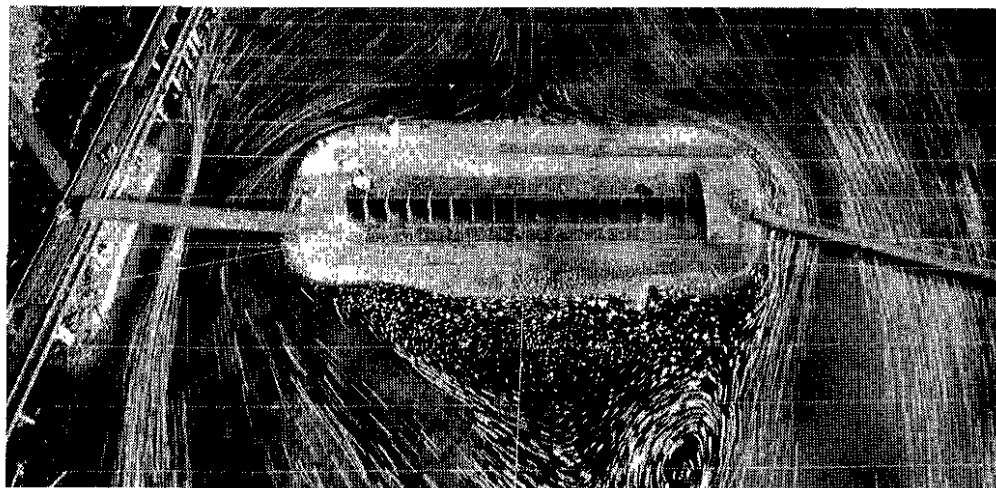
de rivierzijde ligt dat anders: zij worden aan hun holle zijde geraakt, en de kracht van de golfklappen is daardoor aanzienlijk minder groot. Het opnemend vermogen van de schuiven is anderzijds aan de rivierzijde geringer. De constructie van de schuiven en hun aansluiting op het betonlichaam van de sluis is zodanig, dat ze beter druk dan trek kunnen verwerken. Beide schuiven hebben dus ten aanzien van hun vermogen om golfdrukken vanuit zee op te nemen, hun voor- en nadelen. Er is daarom getracht, hen deze krachten in combinatie te laten opnemen, waarbij ieder een deel van de golfkrachten voor zijn rekening zou nemen.

Dat is bereikt door de zeewaartse schuiven twee meter lager te ontwerpen dan de rivierwaartse. Bij de hoogste waterstanden wordt op die manier een deel van de golfkracht

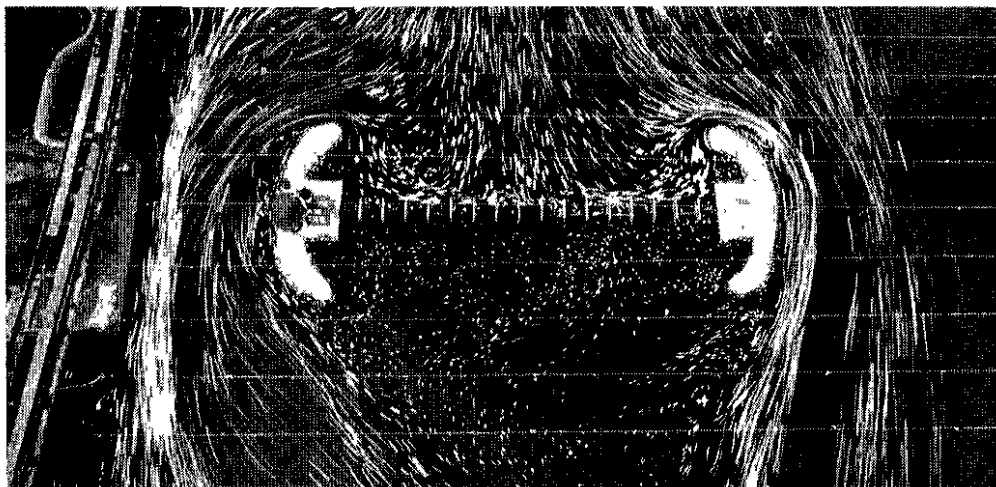


1 Bouw van het hydraulisch model te De Voorst

2



3



4



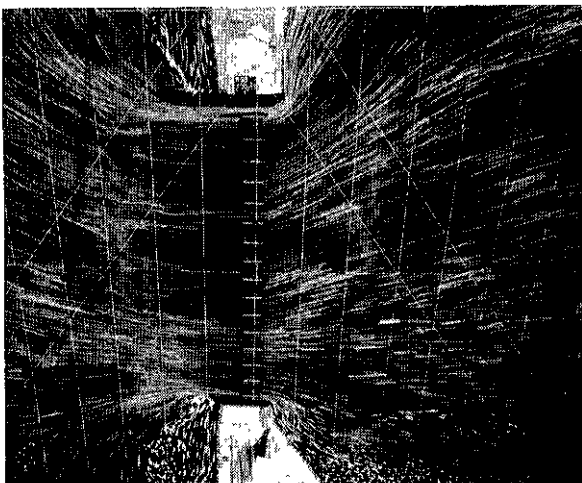
2 Stroombeeld om de bouwput

3 De kwadranten van de bouwput zijn nog niet opgeruimd; de sluizen zijn dicht

4 De kwadranten van de bouwput zijn nog niet opgeruimd; de sluizen staan open

5, 6 De eindfase: het Haringvliet is afgesloten; de sluizen staan open

5



6



door de buitenschuiven opgenomen en voor wat betreft het gedeelte dat over de buitenschuiven heenloopt, door de binnenschuif. Op deze manier werd een optimum aan golfweerstand geschapen.

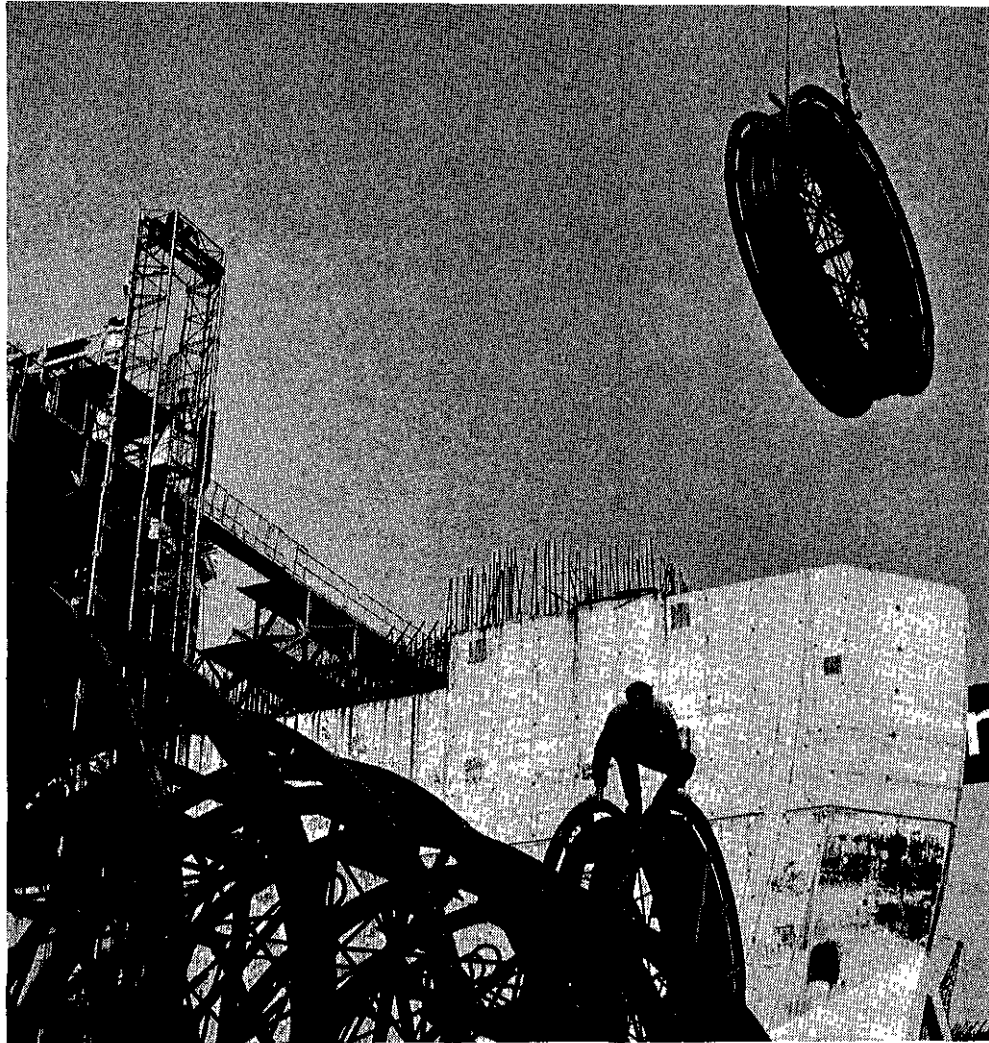
Het uiterste is gedaan om de belasting op de schuiven niet hoger te laten oplopen dan strikt noodzakelijk was. Zo is grote zorg besteed om de buitenvlakken van de schuiven glad af te werken, zodat het heffen van de sluisdeuren in een veld van opeengepakt ijs niet nodeeloos wordt bemoeilijkt. Met hetzelfde doel werden krachtige verwarmingsapparaten in de schuiven opgenomen, waarmee ijs van de schuiven kan worden losgesmolten. Na uitgebreide vermoeiings- en corrosieproeven werd voor de schuiven een speciaal behandelde staalsoort Fe 52 gebruikt. Bovendien werden alle schuiven van een kathodische bescherming tegen corrosie voorzien.

Wat de beweging van de stalen schuiven betreft, in het oorspronkelijke ontwerp waren deze zeer zware deuren – het gewicht per stuk bedraagt 500 ton – uitgebalanceerd door contragewichten. In het Waterloopkundig Laboratorium bleek echter dat de schuiven dan onder bepaalde omstandigheden opwippen van de sluisvloer, reden waarom de contragewichten uit het ontwerp moesten worden geschrapt. Het bleek niet toelaatbaar het eigen gewicht van de schuiven te verminderen. Voor de bijzonder zware taak om deze segmentschuiven te bewegen, was alleen een hydraulische aandrijving geschikt. Per schuif moet tijdens het heffen een verticale kracht worden geleverd van maximaal 800 tf, te verdelen over twee bewegingswerken, die werden ondergebracht in machinekamers tegen de pijlers van de sluisen. De hiervoor noodzakelijke cilinders hebben een buitendiameter van 1 m.

De benodigde energie voor de schuifbewegingen wordt geleverd door een eigen dieselinstallatie van 2 x 1500 pk. In noodgevallen springt het G.E.B. van Rotterdam bij.

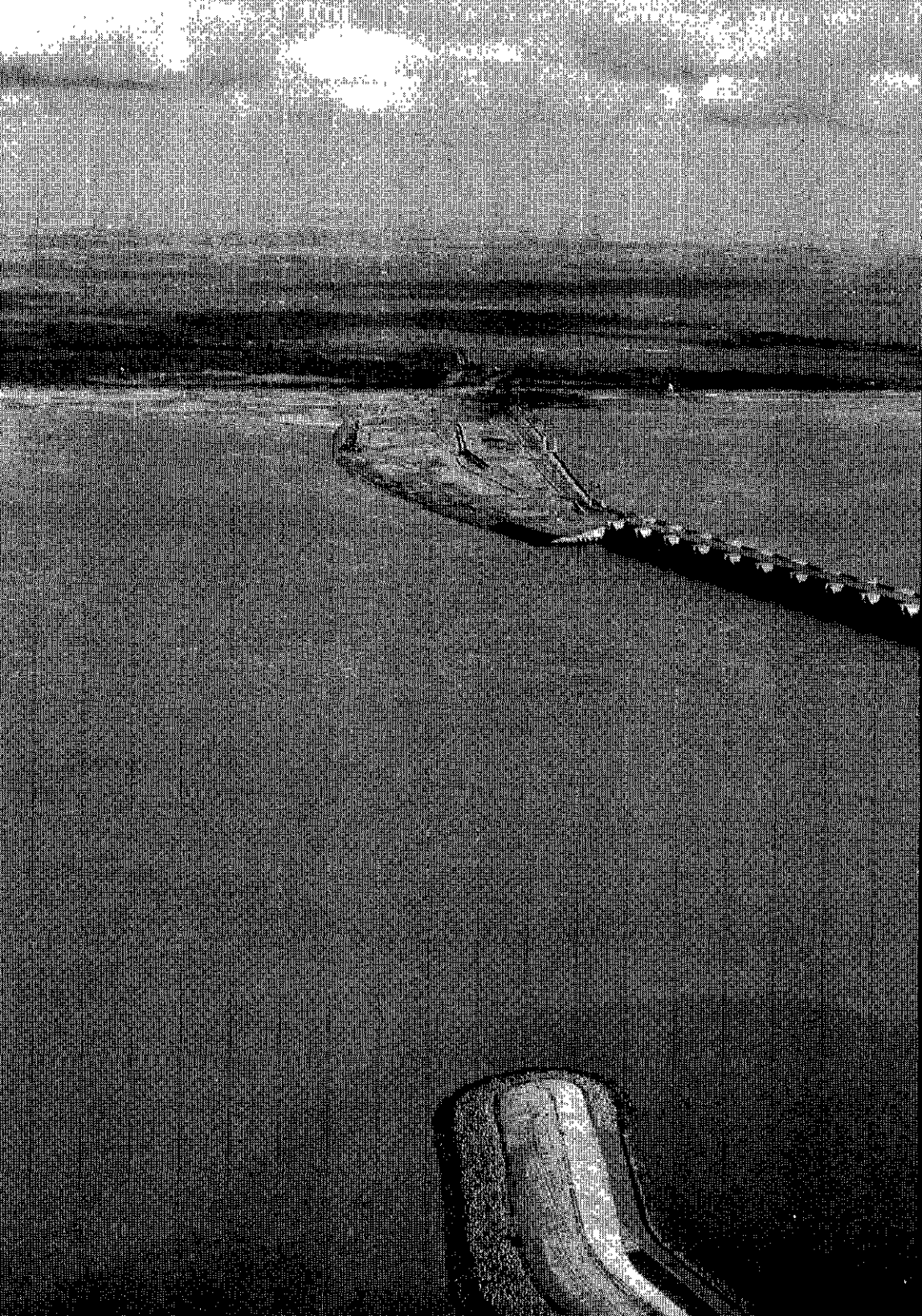
Voor de betonconstructie was een nauwkeurige analyse noodzakelijk van de samengestelde dynamische belasting op het totale lichaam van de sluisen en de overbrugging, een belasting die enerzijds direct van de golven en stromen afkomstig zou zijn, anderzijds door de segmentschuiven via hun bevestigingen op het betonlichaam werd overgebracht. Het totaal van de op te nemen krachten werd ontleend in een aantal massaveersystemen, en de mogelijkheden werden onderzocht om door constructieve variaties de op te nemen krachten te beïnvloeden. De buitenvloer van de sluisen, vlak voor de

schuiven aan de zeezijde, werd verlaagd tot een zogenaamde woelbak, waarin reeds veel van de aanstromende golfenergie kon worden afgebroken, hetgeen de golfaanval op de schuiven niet onbelangrijk verminderde. De brug waaraan zowel de buiten- als de binnenschuiven mede bevestigd zijn, en die daarvan zowel druk als trek ondervindt, is geconstrueerd als een driezijdige kokerligger met de punt naar beneden geplaatst, zodat de basis van deze driehoek als grondslag dient van het rijk. Het bleek nodig aan de driehoekige ligger steun te verlenen door een in het inwendige andersom geplaatste driehoek. De aldus ontworpen ligger kon onmogelijk uit één stuk per overspanning worden gemaakt. Constructief werd ze verdeeld in een groot aantal schijven, van ongeveer 250 ton gewicht per stuk, die naast elkaar in een ondersteuningsconstructie werden geplaatst en vervolgens definitief aangevoegd met behulp van 200 kabels van hoogwaardig staal, die de afzonderlijke plakken van de ligger met een kracht van 26 000 ton tegen elkaar drukken. Om de toegepaste berekeningsmethodieken te verifiëren is van de gehele ontworpen betonconstructie op schaal 1 : 15 een model van micro-beton vervaardigd en met een in overeenkomstige verhouding tot de werkelijkheid staande kracht voorgespannen, en daarna in het laboratorium beproefd. De berekende en gemeten spanningen weken niet noemenswaard van elkaar af. De verlangde scheur- en breukveiligheid werd ruimschoots gehaald. Het onderzoek dat aan het gecompliceerde ontwerp van de uitwateringssluizen in het Haringvliet ten grondslag ligt, is zeer uitgebreid, diepgaand en ingewikkeld geweest; het vroeg de uiterste inspanning van beoefenaars van zeer uiteenlopende disciplines, en een optimum aan bereidheid tot samenwerken in teamverband, het aanvoelen van elkaars problemen, een verstandig geven en nemen. De vraagstukken vooral met betrekking tot de golfaanval en de ontgrondingen, verschijnselen die nog zeer moeilijk in een model op de juiste schaal kunnen worden weergegeven, noodzaakten tot elementair onderzoek, dat de wetenschap op deze punten grote voorringen heeft doen maken. Met name de golfstudies hebben geleid tot tal van publikaties, ook in het buitenland, waarin de Nederlandse waterbouwkundigen door hun probleemanalyse op theoretisch gebied belangrijke bijdragen hebben geleverd. Zo heeft het ontwerp van de Haringvlietssluizen als voorbeeld gediend voor het ontwerp van een sluisencomplex in de Eiderdam, ten zuiden van Husum in Steeswijk Holstein (West-Duitsland),



waar men met dezelfde soort problemen werd geconfronteerd.

De laboratoriumtechniek zowel als de meettechniek in het veld hebben van het onderzoek voor de Haringvlietsluizen geprofiteerd, en zijn in enkele jaren tijds aanzienlijk verbeterd. Nieuwe types golfmeetpalen werden ontwikkeld, en een systeem van radiografische overbrenging van gegevens en van vastlegging op ponsbanden werd ingevoerd. De golfreproductie in golfgoten werd betrouwbaarder. Ook in Nederland hebben verschillende latere waterbouwkundige ontwerpen al van deze vooruitgang geprofiteerd; men kan daarbij vooral denken aan het onderzoek naar de stabiliteit van havendammen, dat recentelijk is uitgevoerd ten behoeve van het ontwerp van nieuwe havendammen bij IJmuiden en bij Hoek van Holland.

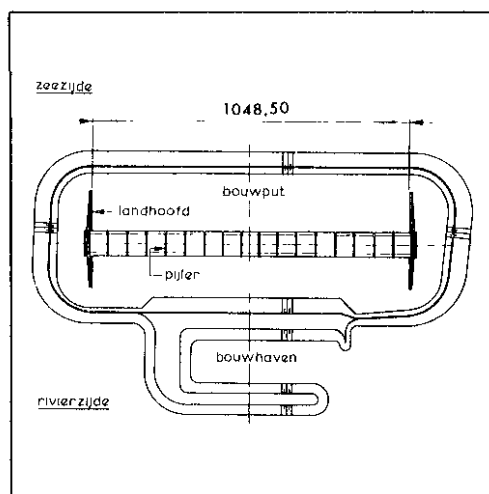




De uitvoering van de werken in het Haringvliet

Het schema voor de uitvoering van de Deltawerken is zo ingericht dat zoveel mogelijk van klein naar groot kan worden gewerkt, en van betrekkelijk gemakkelijk naar moeilijk; eerst werden de kleine afsluitingen ter hand genomen, daarna kwam de beurt aan de drie grote zeegaten, met als sluitstuk de Oosterschelde. Zo kan de kennis en kunde die nodig zijn om ook dit laatste en grootste werk tot een goed einde te brengen, geleidelijk aan worden verworven en verbreed. Bij de afsluiting van het Haringvliet kon al enige lering getrokken worden uit de eraan voorafgaande operaties, en met name uit de ervaringen die bij de afsluiting van de Grevelingen werden opgedaan met de kabelbaan, een instrument dat immers ook bij de afdamming van het Haringvliet weer is gebruikt. De afsluitingswerken in het Haringvliet kwamen echter ondanks deze algemene opzet noodgedwongen voor een deel vooraan te liggen in het uitvoeringsschema. Door de lange duur van het werk, veroorzaakt door de bouwtijd van de uitwateringssluizen, moest het begin ervan reeds vroeg in het tijdschema vallen: al in 1956 werden de eerste zinkstukken in het tracé van de afsluiting aangebracht, als basis voor de aan te leggen bouwput. In zekere zin werd met dit werk dus zelfs het spits afgebeten, want er werd vroeger mee begonnen dan met de afsluiting van het Veerse Gat. Bij een nabeschuiving van de afsluitingswerken in het Haringvliet is het dan ook vooral interessant na te gaan welke lering daaruit voor andere werken van het Deltaplan kan worden getrokken. Het eerste werk was de aanleg van een bouwput met omringdijk voor de bouw van de grote uitwateringssluizen. Met de constructie van

een dergelijke grote ringdijk middenin een groot zeegat, blootgesteld aan zware golven en getijstroom, bestond nog geen of nauwelijks enige ervaring. Het werk moest uiteraard geheel met drijvend materieel vanaf het water worden gemaakt, en het was dus vooral tijdens de eerste aanzet zeer gevoelig voor golfslag en stroom. Bovendien vormde de geringe waterdiepte – de bouwput werd immers op een zandplaat aangelegd – veelal een belemmering voor de grote drijvende werktuigen, die nu eenmaal een bepaalde diepte onder de kiel nodig hebben om veilig te kunnen werken; sommige werktuigen, zoals zuigers met drijvende persleiding, die het zandlichaam van de ringdijk moesten aanbrengen, konden bovendien pas goed worden gebruikt wanneer men ermee in de luwte van reeds gemaakt werk kon liggen. De eerste



aanzet van de ringdijk moest worden opgebouwd uit materiaal dat voldoende weerstand kon bieden aan de getijstroom en dat aldus tot steun zou kunnen dienen voor het erachter aan te brengen zandlichaam. Hierbij heeft men vooral goede ervaringen opgedaan met mijnsteen, een afvalproduct bij de steenkoolwinning, dat voor dit werk goed bleek te voldoen, al is het weinig bestand tegen golfslag, onder invloed waarvan het onder een tamelijk flauw talud wordt uitgevlakt. Mijnsteen bleek voor de opbouw van perskaden geschikter dan de vaste Klundertse klei, die hier eveneens werd gebruikt. De ervaringen die bij de opbouw van de ringdijk met mijnsteen zijn opgedaan, hebben ertoe geleid dat dit materiaal ook bij andere Deltawerken op grote schaal wordt toegepast, en trouwens ook elders, bijvoorbeeld bij de werken voor

de nieuwe Schelde-Rijnverbinding. Ook met de toepassing van grind als hulpmiddel om de zandbodem te beschermen tegen erosie werden belangrijke ervaringen opgedaan. Bijzonder veel hebben de werken in het Haringvliet bijgedragen tot de modernisering van het zinkwerk. Toen met de werken hier een begin werd gemaakt, was het algemeen gebruikelijk gedeelten van de zanderige bodem die men tegen uitschuring wilde beschermen, te bedekken met een uit gevlochten rijshout samengestelde mat, die men naderhand met stenen verzwaarde. Zo'n 'klassiek' rijshouten zinkstuk werd met de hand vervaardigd, en met de hand afgezonken. Een groot deel van de zinkwerken in het Haringvliet is nog op deze wijze uitgevoerd. Bij de aanleg van de werkhaven te Hellevoetsluis en van de beide bouwputten werden

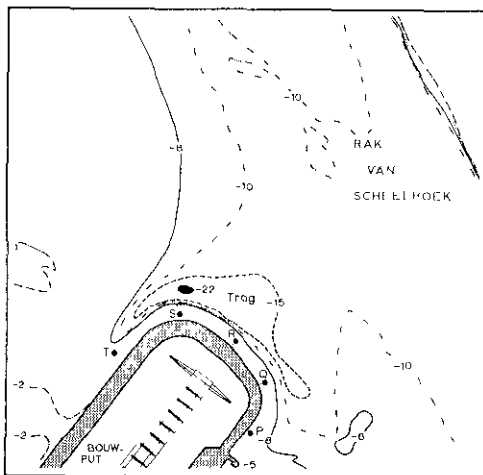
staalkaart van de technische ontwikkeling op het gebied van zinkwerken in de laatste vijftien jaar.

Tenslotte werden ook zeer nuttige ervaringen opgedaan met verschillende sluitingsmethoden. Er moesten in het Haringvliet achtereenvolgens drie geulen worden gedicht: het Zuiderdiep, het Noord-Pampus en het Rak van Scheelhoek. De schaal van deze drie afsluitingen verschilde sterk, en in samenhang daarmee zijn drie geheel verschillende methoden van sluiting toegepast. Het Zuiderdiep, een zelfstandige, zijdelings op het Haringvliet uitmondende geul, werd gedicht door het storten van steen, aangevoerd en in het werk gebracht door vrachtauto's. Het Noord-Pampus, gelegen tussen de bouwput van de schutsluis en de bouwput van de uitwateringssluizen, kon geheel worden gedicht

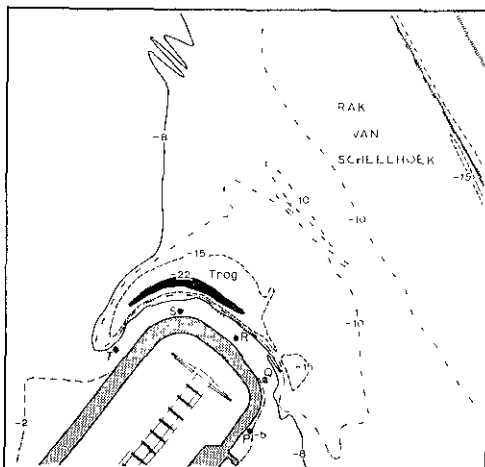
1 De bouwput voor de uitwateringssluizen

2 Ontwikkeling van een trog aan de noordwestzijde van de bouwput, tussen 1959 en 1964

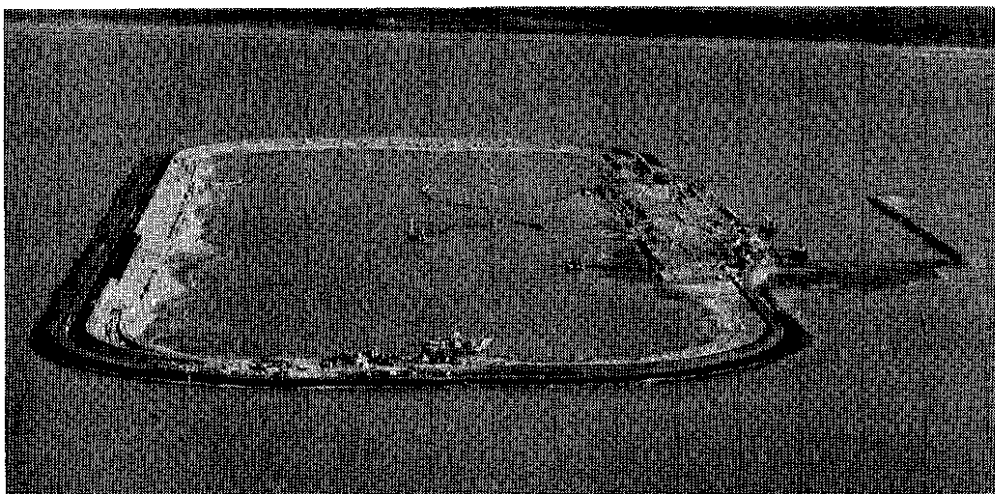
2



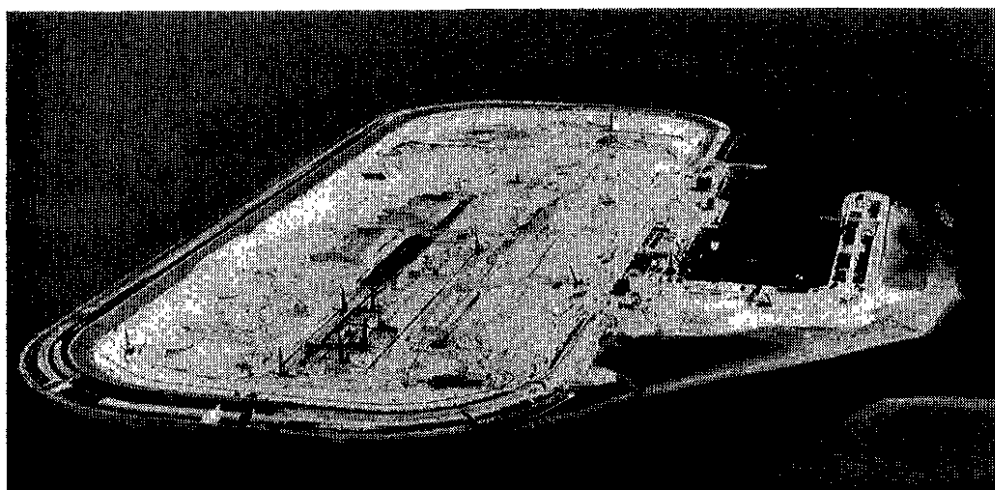
hoofdzakelijk klassieke zinkstukken gebruikt. Inmiddels zocht men echter naar nieuwe constructies ter vervanging van het klassieke stuk, deels omdat de natuurlijke materialen daarvoor te schaars leken te worden, deels om arbeidsuren te besparen. De samenstelling van het zinkstuk is in de loop van de onderzoeken geleidelijk aan verregaand gemodificeerd; thans vormen kunststofweefsels het hoofdbestanddeel van deze soort van bodembescherming, hetgeen niet alleen de beoogde besparingen heeft opgeleverd, maar bovendien heeft geleid tot een betere zanddichtheid van de zinkstukken. Tegelijkertijd heeft de techniek van het aan de grond brengen en ballasten der stukken zich sterk ontwikkeld. Beide onderdelen van het zinkwerk, vroeger geheel met de hand verricht, zijn thans volledig gemechaniseerd. De nauwkeurigheid van het zinkwerk is er aanzienlijk op vooruitgegaan door de toepassing van elektronische plaatsbepalingssystemen. De ruim één miljoen vierkante meter bodembescherming die in het Haringvliet is aangebracht, bestaat uit stukken van allerlei constructie en grootte, en vormt een ware



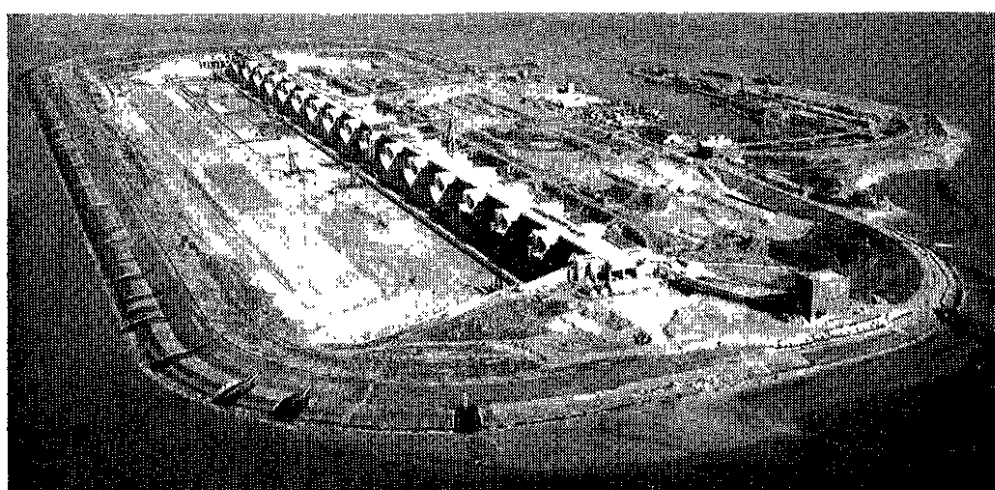
1

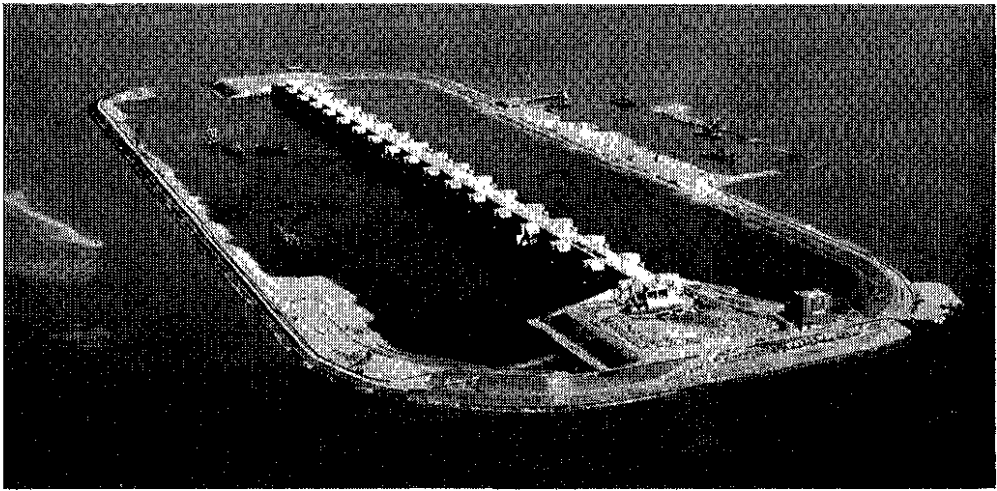


2

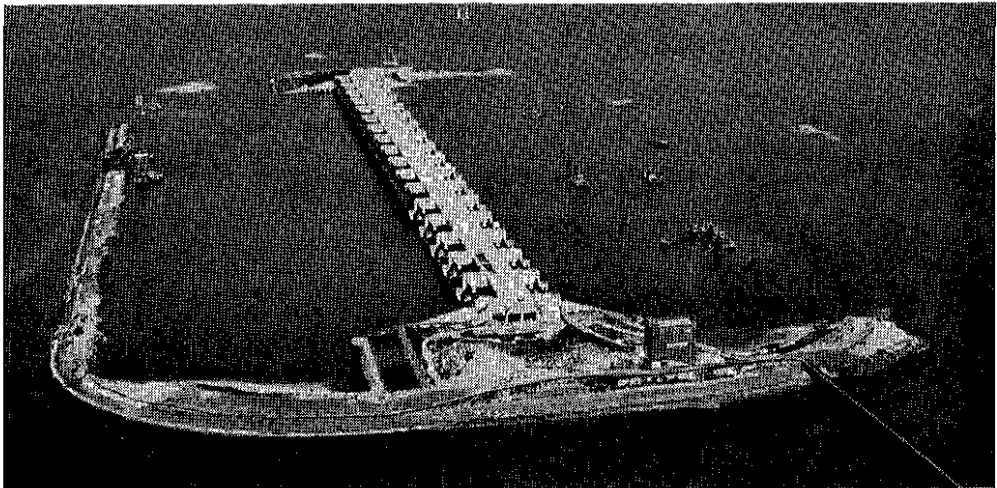


3





4



5

Fasen in de bouw van de uit-
wateringssluizen

- 1 2 november 1957
- 2 13 mei 1959
- 3 28 september 1964
- 4 31 juli 1967
- 5 30 mei 1968
- 6 2 april 1969

6



met zand, zonder andere hulpmiddelen, als steen of klei. Deze eenvoudige sluitingsmethode was gebaseerd op recentelijk ontwikkelde berekeningsmethodieken betreffende de zandtransportcapaciteit van stromend water; de grens kon worden berekend waarbij water in een geul tengevolge van de erin optredende getijverhanging zo krachtig stroomt dat het door zuigers erin gebrachte zand geheel wordt meegenomen. Zolang men beneden die grens werkte, kon men met een krachtig zandbedrijf winst behalen op de stroom, tot het sluitgat geblokkeerd was. Bij de sluiting van het Noord-Pampus volgens deze methode werd voortgebouwd op ervaringen die waren opgedaan bij het dichtspuiten van het Ventjagersgaatje, een onderdeel van de Volkerak-afsluiting, en van het Brielse Gat, een onderdeel van de werken voor de vor-

ming van een nieuwe havenmond bij Hoek van Holland. De sluiting van het Noord-Pampus heeft het inzicht in het vraagstuk hoever men in bepaalde gevallen met zand alleen kan komen, verder verdiept. Dank zij de zeer grote capaciteit die men tegenwoordig met moderne grote perszuigers kan bereiken, nemen ook de mogelijkheden toe om *getijgeulen uitsluitend met zand te bedwingen*. De afsluiting van het Rak van Scheelhoek had het karakter van een proefneming op ware grootte ten bate van de nog komende geulafsluitingen in het Brouwershavense Gat en de Oosterschelde. De ervaring met de kabelbaan werd uitgebreid, waarbij men voortbouwde op wat men eerder had geleerd bij de dichtung van de Grevelingen. Bij de sluiting van het Rak van Scheelhoek werd voor de eerste keer gewerkt met zware elementen van regelmatige vorm, namelijk betonblokken met een ribbe van 1 m en een gewicht van bijna 2,5 ton; dezelfde soort betonblokken zal zeker in het Brouwershavense Gat, en wellicht later ook in de Oosterschelde worden gebruikt. Men weet nu welke stapeling zulke blokken in een dergelijke dam zullen aannemen, en hoe poreus een zo gevormde dam zal zijn. Op de resultaten van deze proef, die mede diende ter controle van hetgeen terzake al in modelproeven was onderzocht, kan thans met vrucht worden voortgebouwd voor het bepalen van de techniek die bij de afdichting van de blokkendam in het Brouwershavense Gat zal worden gevolgd.

De bouw van de grote uitwateringssluizen was een zeer boeiend en spectaculair werk. De uitzonderlijk grote schaal van dit kunstwerk deed zich natuurlijk ook bij de bouw gelden en bepaalde zelfs in belangrijke mate het karakter en de sfeer van het gehele werk. Het vergde door zijn enorme afmetingen een geheel eigen aanpak en stelde hoge eisen aan uitvoeringstechniek en organisatie met name voor wat betreft de montage van de zeer grote bouwelementen, zoals delen van de nablaligger en van de stalen schuiven. Dit vereiste ook de inzet van bijzonder materieel, onder andere van een grote portaalkraan die door zijn afmetingen geheel aan de schaal van het bouwwerk was aangepast.

Aangezien zich echter de bouw van dit kunstwerk min of meer buiten de eigenlijke afsluitingsproblemen voltrok, de uitvoering ervan ook overigens geen verder verband houdt met de andere afsluitingswerken en daaruit dus voor de uitvoering van die werken geen lering kan worden getrokken, zal daarop bij deze nabeschuiving van de afsluiting in het Haringvliet niet worden ingegaan.



De hydrografische aanpassing van het noordelijk Deltabekken

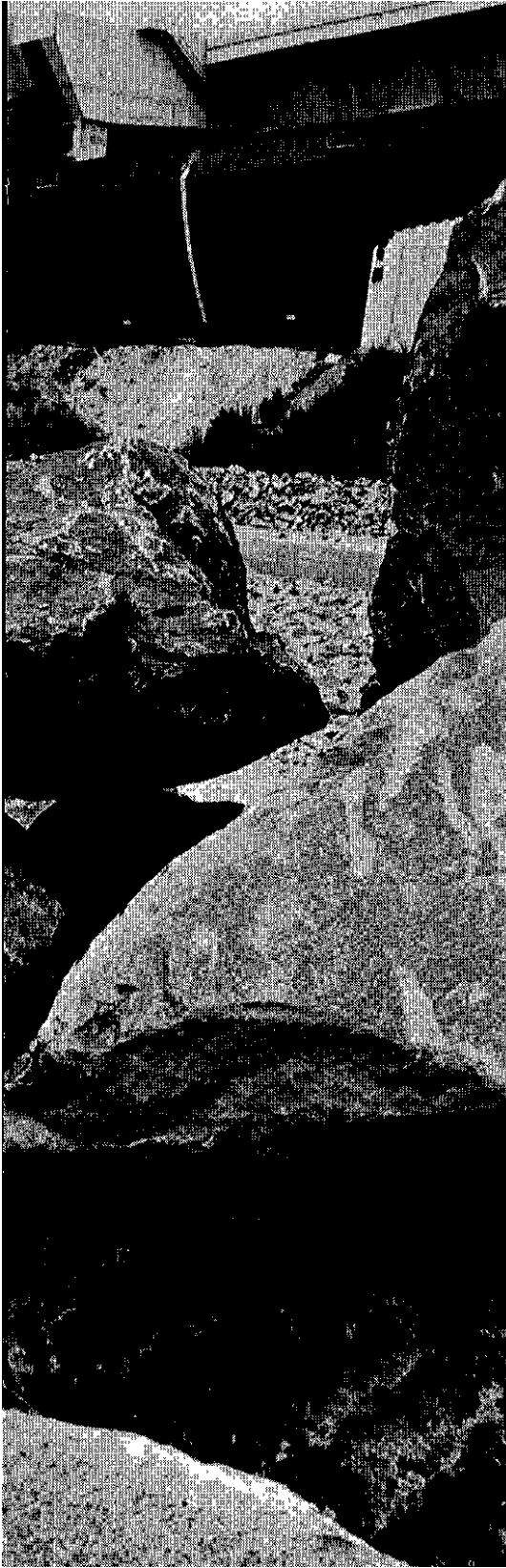
De bescherming die de afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet bieden aan het noordelijk Deltabekken, zowel tegen stormvloeden als tegen de penetratie van zout, overtreft verre de nuttige uitwerking die een vier- of vijf-eilandenplan voor het betrokken gebied zou kunnen hebben. Na de afsluiting van de Brielse Maas bestaat er dan ook geen reden, nog enig onderdeel van deze plannen ten uitvoer te leggen. De vraag is echter, of de waterstaatkundige basisstructuur van het noordelijk Deltabekken met de afsluiting van het Haringvliet thans zijn definitieve eindvorm heeft gekregen, dan wel of daar toch nog belangrijke mutaties in zullen moeten worden aangebracht.

De structuur-in-hoofddijnen van het systeem van waterlopen in het noordelijk Deltabekken heeft zijn huidige gestalte in hoofdzaak te danken aan de natuurlijke invloeden van de rivier- en getijstroom die er eeuwenlang op hebben ingewerkt. De mens heeft in de laatste honderd jaar weliswaar een aantal niet onbelangrijke ingrepen verricht, maar die hebben het natuurlijk gegroeide evenwicht geen geweld aangedaan. De tegenwoordige structuur draagt dan ook nog steeds duidelijk het stempel van het natuurlijk spel der stromen en getijden zoals zich dat tot voor kort tamelijk onbelemmerd kon afspelen. De afsluiting van het Volkerak en vooral ook van het Haringvliet heeft in die situatie thans drastische verandering gebracht. Het spel der getijden heeft zich door deze werken in belangrijke mate moeten wijzigen; het kan bovendien door manipulaties met de Haringvlietssluisen van ogenblik tot ogenblik worden beïnvloed. Voegt men daar nog de invloed aan toe die de kunstmatige verdieping van de

mond van de Nieuwe Waterweg en de aanleg van de nieuwe havenmond te Hoek van Holland hebben op de waterloopkundige toestand, dan dient men zich wel af te vragen of de oude structuur nog wel bij deze nieuwe toestand past, en of er misschien geen verdere belangrijke correcties en wijzigingen in het rivierenstelsel zouden moeten worden *aangebracht om een bevredigende evenwichtstoestand te bereiken.*

Dit probleem kwam uiteraard dadelijk naar voren toen de mogelijkheid van een afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet als onderdeel van de basisstudies voor het Deltaplan voor het eerst werd overwogen. In de eerste plaats rees de vraag hoe het stelsel van de benedenrivieren op deze ingrepen zou reageren indien het daartoe de vrijheid kreeg. Zouden sommige riviertakken tot ontoelaatbare diepten gaan uitschuren, zodat de oeverbelangen en de zoetwaterhuishouding van grote gebieden in het gedrang zouden komen; zouden andere riviertakken misschien sterk verzanden, tot schade van de scheepvaart; en moest misschien verwacht worden dat sommige riviertakken de neiging zouden vertonen, hun loop te verleggen? Om dit te kunnen beoordelen was het niet slechts vereist nauwkeurig te onderzoeken hoe het stromingsregime zich zou wijzigen, maar ook welke gevolgen zulke wijzigingen zouden hebben voor de fijne beweeglijke zandbodem van de riviertakken. Van tevoren diende men derhalve enigermate te kunnen aangeven waar erosie en waar sedimentatie tengevolge van deze veranderingen te verwachten zouden zijn. In beginsel hing daarmee natuurlijk de vraag samen, hoe dan met de Haringvlietssluisen zou kunnen en moeten worden gewerkt. De sluisen dienen immers als het ware als veiligheidsklep, ze zullen slechts dan moeten worden geopend, wanneer de rivierafvoer zo groot is, dat de Nieuwe Waterweg met zijn aantakkingen de stroom niet meer veilig kan verwerken. Daarbij wordt niet slechts gedacht aan de stabiliteit van de rivierbedding, maar ook aan de veiligheid van de scheepvaart. Gelukkig was voldoende kennis vergaard aangaande de invloed van de getijstroom op de zandbeweging in het noordelijk Deltabekken om op deze vragen een voldoende duidelijk antwoord te kunnen geven. De plaatsen waar onder invloed van de afsluitingen erosie dan wel sedimentatie moest worden verwacht, konden op grond van de berekeningen voldoende nauwkeurig worden bepaald, terwijl er ook globale prognoses konden worden opgesteld voor wat betreft de mate van de verdiepingen en verondiepingen. In het alge-





meen zullen ze van betrekkelijk beperkte aard zijn. Van te voren behoeften er dan ook nergens extra maatregelen te worden getroffen tegen erosie of aanzanding. Men meent het verloop van de reacties rustig te kunnen afwachten, en ze pas met maatregelen tegemoet te moeten treden wanneer ze zich aandienen.

Een belangrijk middel om ongewenst erosie te bestrijden is het vastleggen van een rivierbodem met behulp van een laag grind, dat veel meer weerstand biedt aan de sleepkracht van de getijstroom dan het fijne bodemzand. Een laag van enkele decimeters dikte volstaat al om het zand vast te houden. In dezen kan men profiteren van de ervaringen die met dit hulpmiddel zijn opgedaan bij de uitvoering der Deltawerken. Grind is als bodembescherming veel goedkoper dan welk zinkstuk ook, en heeft bovendien het voordeel dat er rustig in geankerd kan worden, zonder dat dit de bodembescherming aantast. Bodembeschermingen van grind zijn ook buiten de Deltawerken al uitgevoerd in het noordelijk Deltabekken, namelijk bij het vastleggen en verondiepen van de bodem van de Nieuwe Waterweg.

Een tweede vraagstuk vormde de ijsafvoer. Het ijs dat zich tijdens strenge vorstperioden vastzet op de grote rivieren, kan door kruien en barrièrevorming gevaar gaan opleveren voor de rivierdijken. Dit probleem betreft vooral de Waal, die het grootste deel van de Rijnafvoer verwerkt, en die dus als de dooi invalt zoveel mogelijk van belemmerend vastzittend ijs moet zijn bevrijd, om zijn taak te kunnen vervullen. Wil men het gevaar van doorbraak der rivierdijken bestrijden, dan zal men het ijs op de grote rivieren zo lang mogelijk

drijvende moeten houden, zodat het naar zee kan worden afgevoerd. De afvoer van drijfijs naar zee geschiedde voorheen voornamelijk langs het Volkerak. Aanvankelijk meende men dat het Haringvliet met zijn grote doorlaatwerk deze rol van het Volkerak zou kunnen overnemen, en daarmee het wegvallen van de oorspronkelijke afvoerweg van het ijs naar zee zou kunnen compenseren. Er werd zelfs een normalisatie van het Haringvliet overwogen, teneinde het ijs tot gemakkelijker afvloeiing te bewegen. Nadere studies en waarnemingen van de beweging van ijschotsen in de natuur en met name in het betreffende gebied hebben echter geleerd dat de overwogen maatregelen onvoldoende effect zouden sorteren. Naar het zich thans laat aanzien zal het ijs dat van de Waal komt het beste via de Beneden-Merwede en de Oude Maas tot afvloeiing naar zee kunnen worden gebracht. De temperatuurverhoging van het rivierwater die – hoewel thans nog in geringe mate – wordt veroorzaakt door lozing op de rivieren van industrieel koelwater, zal het gevaar voor ijsafzetting in de toekomst doen afnemen. Volgens de huidige inzichten lijkt het dan ook niet nodig thans tot bepaalde ingrijpende maatregelen in het noordelijk bekken over te gaan. Wel wordt bij de beoordeling van nieuwe werken langs de rivier, onder andere bij de plaatsing van brugpijlers en de wijziging van oeverbelopen, steeds rekening gehouden met de eisen van de ijsafvoer.

Ten behoeve van de scheepvaart moeten wel enkele min of meer omvangrijke voorzieningen worden getroffen, vooral in de omgeving van Dordrecht, waar het stromingspatroon aanzienlijke wijzigingen ondergaat onder invloed van de afsluitingen. Ingrijpende verbeteringen zijn al aangebracht in de bocht bij Papendrecht. Ook op het punt van samenwerking van Kil-Mallegat en Oude Maas voor Dordrecht moest een correctie worden aangebracht, als onderdeel van een veel verder strekkend plan tot verbetering van de loop van de Kil, ten behoeve van de sterk groeiende scheepvaart op deze riviertak. De verbetering van de mond van de Oude Maas aan de zijde van de Nieuwe Waterweg, waarbij het Kruiteiland werd weggebaggerd, kan gedeeltelijk worden gemotiveerd op grond van de gewijzigde stromingstoestand; overigens is ook deze maatregel in hoofdzaak genomen terwille van het groeiende scheepvaartverkeer. Al met al bleken dus maar een gering aantal correcties nodig om het noordelijk bekken wat zijn waterloopkundig regime betreft voldoende aan de nieuwe toestand

aan te passen, en de evenwichtstoestand wat betreft loop en diepte van het rivierenstelsel te handhaven.

Men heeft zich echter ook afgevraagd of het bestaande stelsel door verdere ingrepen wellicht nog geschikter zou kunnen worden gemaakt voor de waterverdeling en de scheepvaart. De Deltacommissie heeft destijds de afsluiting van de Oude Maas aanbevolen met daarin een beweegbare kering, teneinde bij geringe oppervlatafvoeren een betere verdeling van het water te kunnen bewerkstelligen. Latere studies hebben echter aangetoond dat dit hulpmiddel minder effect zal sorteren dan men aanvankelijk veronderstelde en dat er met name voor de scheepvaart aan een dergelijke afsluiting veel bezwaren verbonden zijn. Van dit plan heeft men derhalve voorlopig afgezien, temeer daar de afsluiting van de Oude Maas elders in het stelsel compenserende maatregelen noodzakelijk zou maken. Zo zou de afsluiting van de Oude Maas de verbetering eisen van het punt van samenvloeiing van Noord, Lek en Nieuwe Maas bij Krimpen.

Men beraadt zich nog op de rol van het Spui. Dit is een riviertak van geringe allure, die in de waterbeweging van het noordelijk Deltabekken een ondergeschikte rol speelt. In marginale situaties kan de rol van het Spui echter van doorslaggevende betekenis zijn, en de balans doen overslaan naar de ene of de andere zijde, met name voor wat betreft de waterhuishouding, die zich bij geringe bovenafvoeren in een delicaat evenwicht bevindt. Geheel onverschillig is het derhalve niet, wat men nog met het Spui gaat doen. Voorshands bestaan terzake nog geen bepaalde plannen, hoewel de invloed op het rivierenstelsel van een aan beide zijden afgesloten Spui al wel onderwerp van studie is geweest.

Op korte termijn zullen als gevolg van de Deltawerken dus geen ingrijpende maatregelen noodzakelijk zijn in het stelsel van het noordelijk Deltabekken. De structuur van dit gebied heeft door de afsluiting van het Volkerak en van het Haringvliet zijn voorlopige waterstaatkundige afronding gevonden. Andere ontwikkelingen, van niet waterstaatkundige aard, zouden evenwel oorzaak kunnen zijn van nieuwe werken in dit gebied.

De gevolgen van de afsluiting van het Haringvliet voor het mondingsgebied en de aansluitende kust

Door de afsluiting van het Haringvliet en door de manipulaties met de uitwateringssluizen daarna wordt niet alleen het regime van het noordelijk deltabekken in hoge mate kunstmatig – dat wil zeggen door mensenhand – beïnvloed, ook het mondingsgebied zeewaarts van de dam zal er de sterke uitwerking van ondergaan. Het getij had hier vroeger met zijn waaiervormig patroon van in- en uittrekkende stromen vrij spel; het getijregime was in hoofdzaak onderworpen aan de volgens een vrij regelmatig, cyclisch systeem verlopende astronomische krachten; meteorologische invloeden, grillig van aard, gaven er een afwisselend karakter aan, zonder het patroon in hoofdlijnen evenwel ingrijpend aan te tasten. Door de afsluiting verandert de invloed van het getij op het mondingsgebied. Op zee, vóór de monding, blijft het oude karakter van het getij nog wel behouden, doch in het mondingsgebied komt het nu sterk onder de invloed van nieuwe factoren. De getijstromen naar en van het binnengebied worden immers door de afsluitende dam geblokkeerd, zodat de snelheden belangrijk afnemen; bovendien laten de uitwateringssluizen op onregelmatige tijden een spui-stroom door. Het regime van deze spuistroom wordt in hoofdzaak bepaald door de afvoeren der rivieren, vooral van de Rijn. Ook voorheen bepaalde het feit dat het Haringvliet Rijn- en Maaswater naar zee afvoerde, mede het beeld van het waterloopkundige regime van zijn monding en waren er verschillen tussen tijden met grote rivierafvoeren en tijden waarin slechts weinig oppervlaktewater door het Haringvliet zijn weg naar zee vond. Nu wordt dit effect echter veel geprononceerder, mede omdat de sluizen slechts bij eb opengaan en

de vloedstroom nooit meer de gelegenheid krijgt naar binnen te trekken. Er zullen tijden zijn – soms enkele maanden achtereen – dat in het geheel geen rivierwater door de sluis wordt geloosd, andere tijden daarentegen, waarin juist zeer veel rivierwater moet worden gespuid. Het hydraulische regime van de mond van het Haringvliet wordt daardoor onregelmatiger dan voorheen en volgt veel geprononceerder de schommelingen van de Rijnafvoer. De uitersten: geen spuistroom bij gesloten sluizen en een aanzienlijke rivierafvoer bij geheel geopende sluizen liggen veel verder uiteen dan toen het zeegat nog open was. Er wordt als het ware een schok-effect geïntroduceerd.

De hydrografische situatie zal zich aan deze nieuwe toestand aanpassen, doch hoe dit precies zal gaan is nog niet geheel zeker; de uiterste situaties zullen ook wat dit betreft verder uiteen kunnen liggen. In een periode waarin veel gespuid wordt kan de uitschuring verwacht worden van een doorgaande geul naar zee, maar in een periode waarin de sluizen gesloten zijn, zal die geul weer gedeeltelijk dichtslibben. Deze onregelmatigheid zal zowel de scheepvaart als ook het biologisch milieu beïnvloeden. Mogelijk zullen dan ook in de toekomst bepaalde regulerende maatregelen of werken nodig blijken te zijn. In de eerste tijd na het in gebruik nemen van de Haringvlietssluizen zullen regelmatig uitgevoerde waarnemingen en uitgebreide studies de gegevens moeten leveren om te kunnen bepalen of er wellicht, en zo ja welke extra aanpassingsmaatregelen nodig zullen zijn.

Daarbij moet ook de invloed op de aangrenzende kustvakken worden bestudeerd en moet aandacht geschonken worden aan de samenhang die er bestaat tussen de afsluiting van het Haringvliet en de zeer nabij gelegen Europoortwerken en met name de nieuwe havenmond. De afsluitingswerken van het Brouwershavense Gat en de Oosterschelde zullen de situatie in de mond van het Haringvliet vermoedelijk slechts in geringe mate beïnvloeden. Intussen blijkt dat in de laatste jaren, dus al vóór de afsluiting, in het mondingsgebied tamelijk belangrijke veranderingen zijn opgetreden waardoor sommige prognoses enigszins veranderd moesten worden. Met name moet een meer zeewaartse ligging van de Hinderplaat worden verwacht dan nog in 1968 werd aangenomen.

Natuurlijke ontwikkelingen vóór de afsluiting van het Haringvliet

Sinds 1957 heeft het punt waar het Rak van

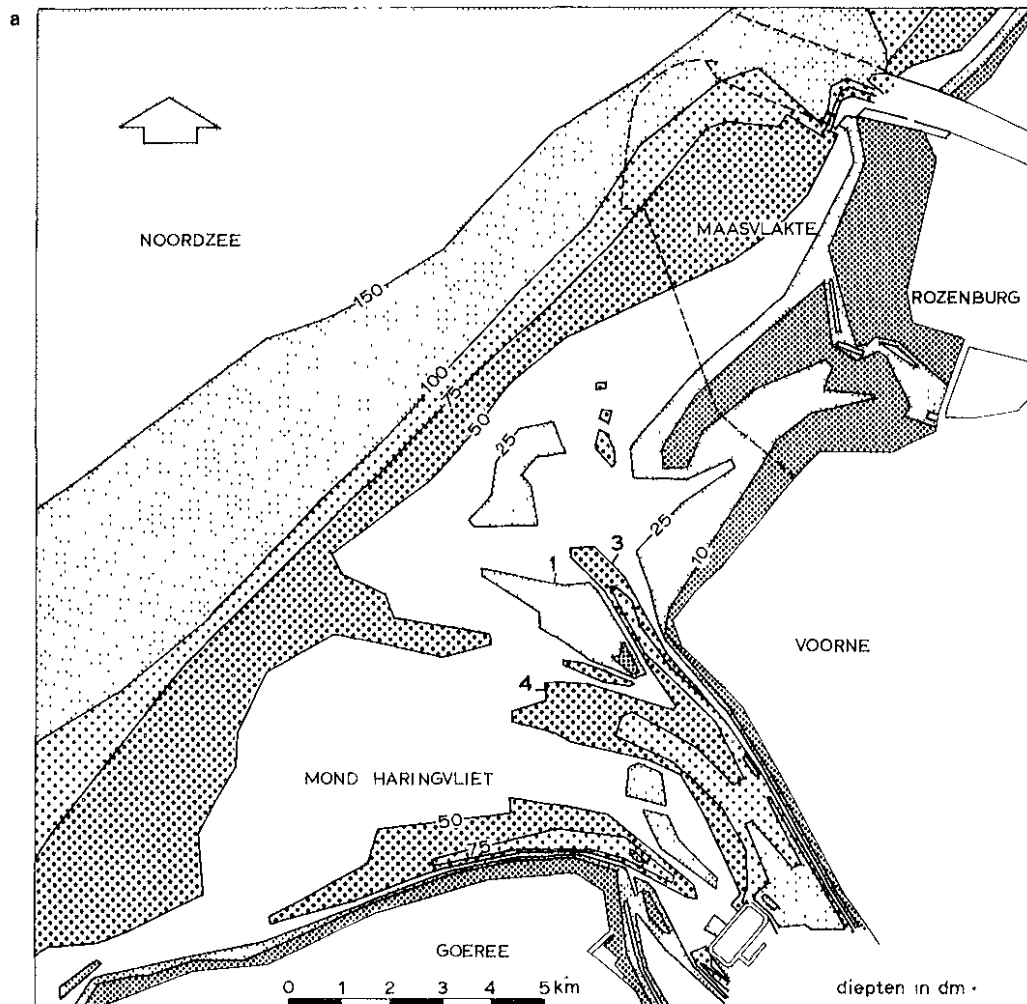
Scheelhoek zich splitst in het Gat van de Hawk en het Bokkegat, zich verplaatst in zeewaartse richting. Tussen 1965 en 1968 nam de snelheid van deze verplaatsing voortdurend toe, maar in 1969 kwam ze vrijwel tot stilstand. Het splitsingspunt was toen ten opzichte van 1957 2 tot 3 km verplaatst.

Tegelijkertijd draaiden het Gat van de Hawk en het Bokkegat geleidelijk uit elkaar totdat de hoek tussen deze geulen tenslotte met 75° was toegenomen.

Intussen vond in het gebied van de Hinderplaat een verondieping plaats, in een aantal jaren zelfs met een halve meter per jaar.

Tussen begin 1964 en medio 1968 is in het bebouwde gebied 6 miljoen m^3 zand en slib afgezet. De dieptelijn van N.A.P. - 5 m, zee- waarts van de Hinderplaat, ligt al vanaf 1956 op nagenoeg dezelfde plaats.

De ontwikkeling van geulen en platen in het mondingsgebied tussen 1958 (a) en 1969 (b)

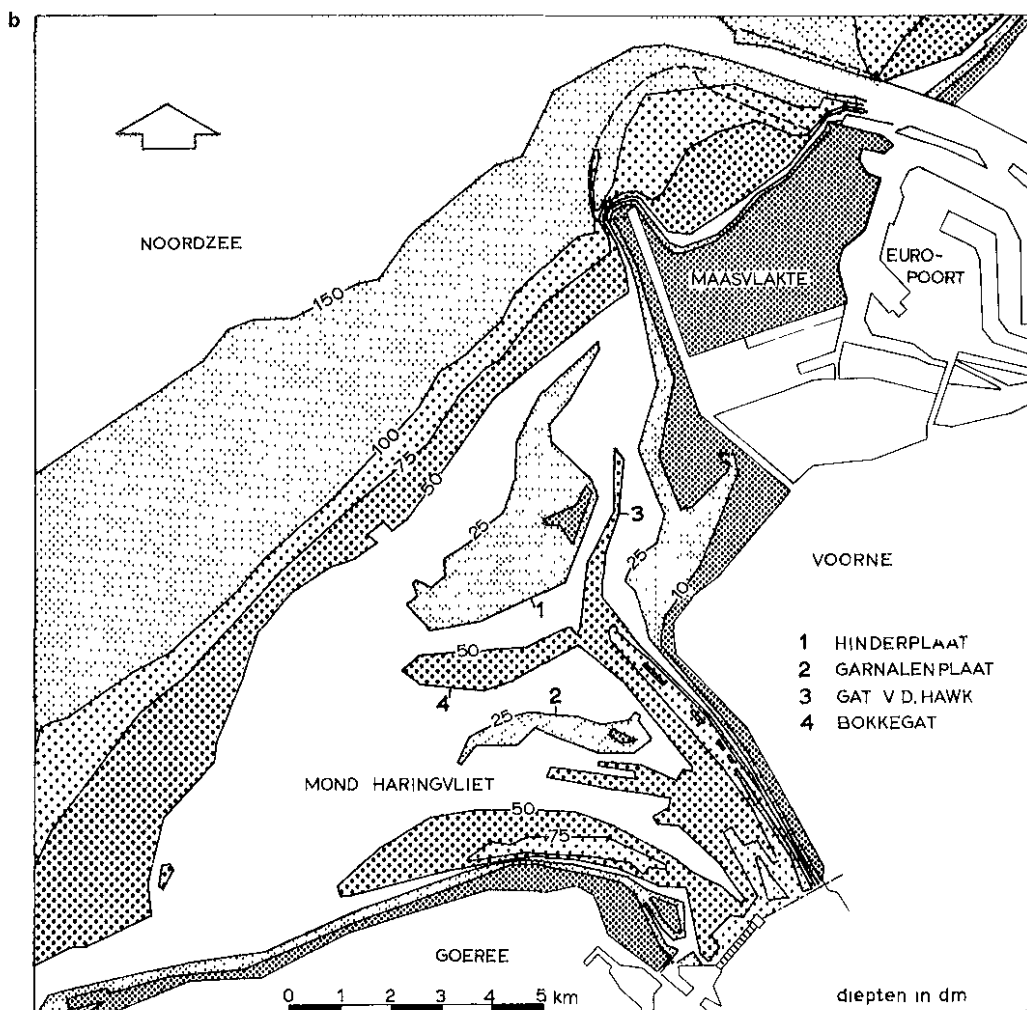


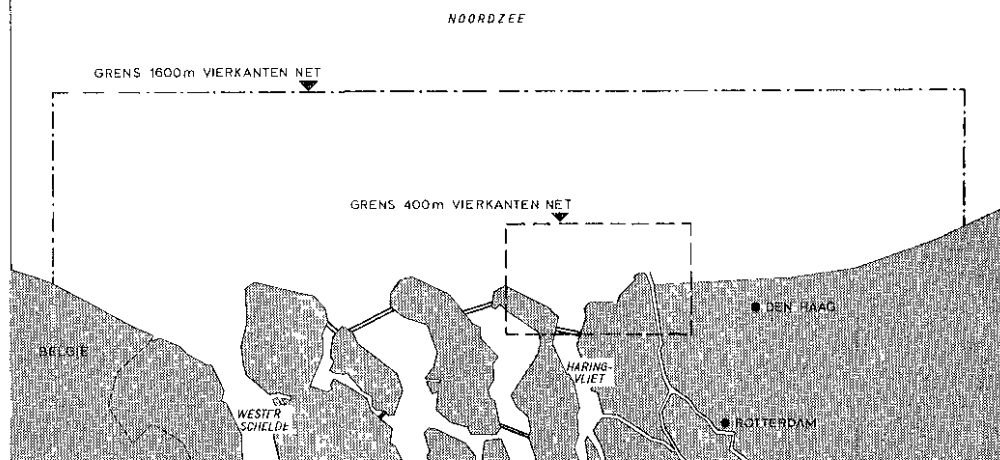
Ten zuiden van het Bokkegat is de situatie aan minder grote veranderingen onderhevig geweest. Het Slijkgat bleef in grote lijnen onveranderd. Wel verplaatste zich met het Bokkegat een ondiepte naar buiten, die wel als Garnalenplaat wordt aangeduid en die geleidelijk in omvang toenam; aan de zuidkant van de Garnalenplaat kwam langzamerhand een nieuwe geul tot ontwikkeling. In het hele mondingsgebied landwaarts van de dieptelijn van N.A.P. - 10 m heeft een geleidelijke sedimentatie plaatsgevonden. De gemiddelde diepte nam tussen 1956 en 1969 af met een halve meter. Dit komt overeen met een totale sedimentatie van ongeveer 80 miljoen m³. In het mondingsgebied zijn dus al vóór de afsluiting grote veranderingen opgetreden, die nu nog in belangrijke mate zullen worden

versneld. Om deze morfologische ontwikkelingen enigszins te kunnen voorspellen is het van belang om na te gaan op welke wijze het mogelijk is tot een prognose te komen.

De morfologische ontwikkeling van een kustgebied

De ontwikkeling van een kustgebied wordt bepaald door de erosie, het transport en de sedimentatie van het bodemmateriaal: zand en slib. Het transport vindt voornamelijk in suspensie plaats, waarbij de zandkorrels dus door het water van de bodem zijn opgetild. Het zogenaamde bodemtransport, waarbij de korrels zich over de bodem voortbewegen, kan ten opzichte van het transport in suspensie kwantitatief verwaarloosd worden. De fysische processen die bij de genoemde





verschijnselen een rol spelen, zijn onderwerp van veel studie geweest, zodat een beter inzicht is ontstaan in de invloed van stroom en golven op de bodemontwikkeling. De opgestelde hypothesen zijn echter dikwijls nog onvoldoende in de praktijk getoetst, terwijl sommige van de bestudeerde processen zich niet lenen voor onderzoek in hydraulische modellen. Bovendien beïnvloeden de in de natuur voorkomende bodemgesteldheid en de stroom- en golfcondities elkaar wederzijds, terwijl ze van plaats tot plaats en in de loop van de tijd aan voortdurende veranderingen onderhevig zijn.

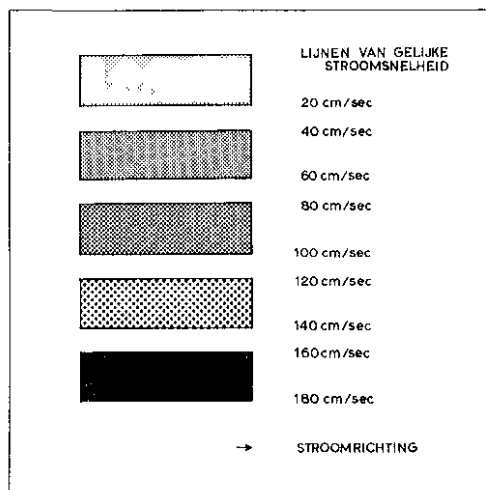
Voor berekeningen ten behoeve van de praktijk is het dan ook noodzakelijk om aanzienlijke vereenvoudigingen aan te brengen en om vervolgens door metingen in de natuur te controleren of de gekozen schematiseringen verantwoord zijn. Het belang van dergelijke natuurmetingen is buiten kijf, maar de uitvoering ervan levert nog veel technische problemen op. Meting van het zandgehalte van het water, waaruit men de grootte van het zandtransport kan afleiden, is bijvoorbeeld alleen mogelijk bij gunstige weersomstandigheden. Metingen met behulp van radio-actieve tracers geven wel inzicht in richting en grootte van het gemiddelde zandtransport over een enigszins lange periode, maar nauwkeurige bepaling van het resulterende zandtransport of van de grootte van het transport in relatie tot de stroomsnelheid is nog steeds niet mogelijk. Het belangrijkste hulpmiddel om het resulterende zandtransport te bepalen wordt nog altijd gevormd door regelmatig uitgevoerde lodingen, waarvan de resultaten kunnen worden vergeleken en beoordeeld aan de hand van gelijktijdig uitgevoerde getij-

en golfmetingen. Langs de kust van het Delta-gebied worden zulke lodingen iedere drie maanden uitgevoerd, en in sommige gebieden met een grote zandbeweging nog frequenter. Intussen zijn er wel enkele methodes ontwikkeld om een toekomstige morfologische ontwikkeling te kunnen voorspellen. Eén hiervan maakt gebruik van de empirische relatie tussen het profiel in de mond van een estuarium en het getijvolume, ervan uitgaande dat de aard van het sediment ongeveer gelijk blijft; bij sedimentatie van slib in plaats van zand zou een beter tegen erosie bestendige bodem ontstaan, die dan bij hetzelfde getijvolume een minder ruim profiel zou opleveren. Door gebruik te maken van de ervaringen van vroegere afsluitingen en van de resultaten van getijberekeningen is het mogelijk een globale schatting te maken van het uiteindelijke profielloppervlak in een raai westelijk van de Haringvlietdam, evenals van de snelheid waarmee de ontwikkeling zich zal voltrekken. Een tweede berekeningsmethode maakt gebruik van de zandtransportformule van Kalinske, die door Nederlandse deskundigen is getoetst voor berekeningen in een getijgebied. Met deze methode is het mogelijk om indicaties te vinden voor de veranderingen in het resulterende zandtransport ten gevolge van wijzigingen in de getijstromen.

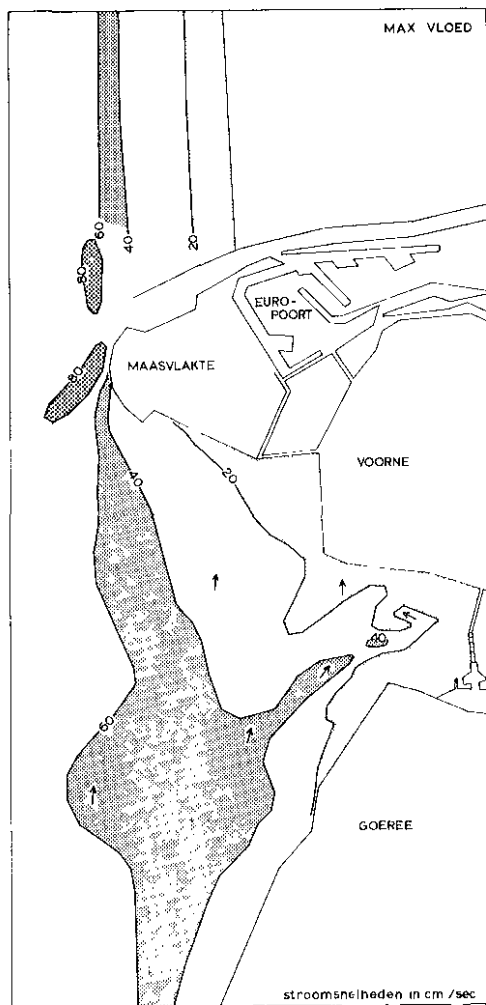
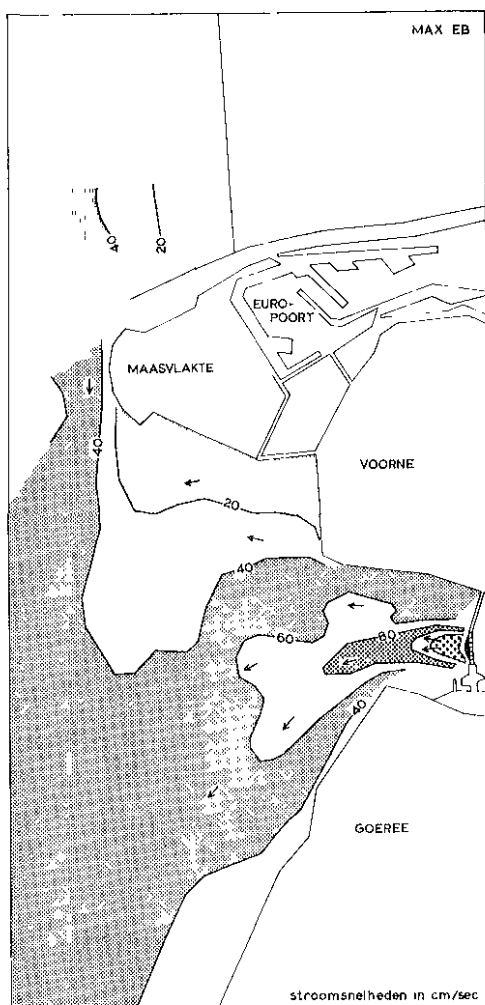
De berekening van zandtransport door golven levert echter grotere problemen. Voor de berekening van het transport langs een kust bij scheef invallende golven is weliswaar een goede benadering gevonden, maar het is twijfelachtig of deze methode evenzeer toepasbaar is voor een bankengebied, zoals in de mond van het Haringvliet. Een verdere complicatie wordt daarbij gevormd door de

1 Begrenzing van het RD- en het Ha-model voor twee-dimensionale getijberekeningen

2 Stroomsnelheden en stroom-richtingen in het mondings-gebied wanneer met de sluizen wordt gespuid



2



wisselwerking tussen golf en getij: het door de golven vooral in de brekerzone opgewoelde zand kan door de getijstroom worden meegevoerd. In het gebied waar deze wisselwerking zich voordoet, is het dan ook alleen mogelijk om op grond van vroegere ervaringen en gesteund door algemene inzichten tot globale prognoses te komen. Sinds kort is aan de bovenstaande rekenmethodes een belangrijk hulpmiddel toegevoegd, namelijk het resultaat van de twee-dimensionale getijberekeningen volgens de methode-Leendertse.

Twee-dimensionale getijberekeningen

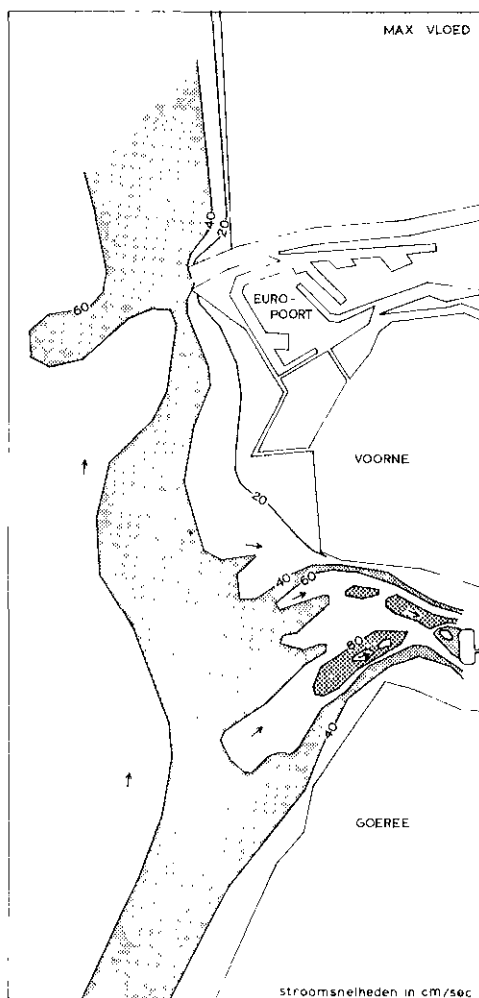
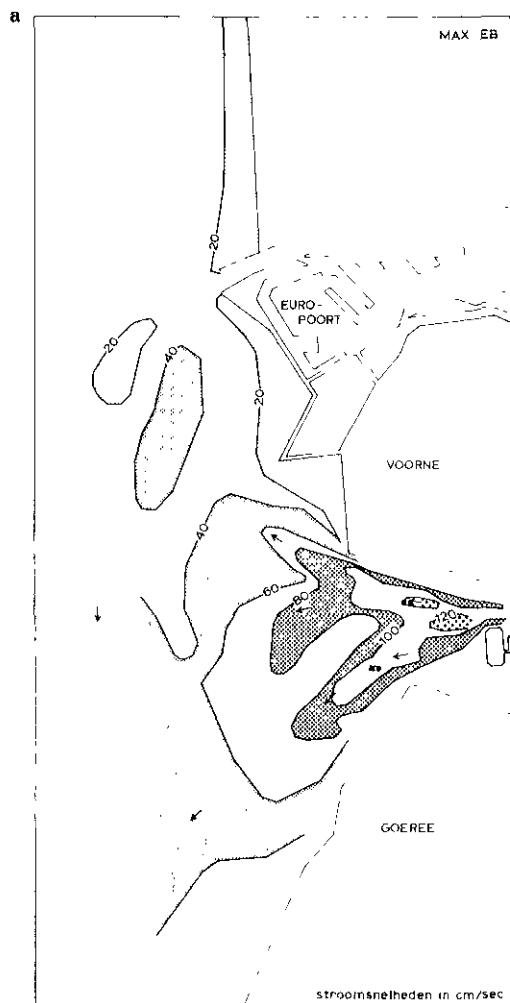
Bij deze twee-dimensionale getijberekeningen wordt een gebied geschematiseerd door verdeling in een groot aantal vierkante gebiedjes met een constante bodemdiepte en een

Stroomsnelheden en stroomrichtingen in het mondingsgebied

a vóór de afsluiting

b na de afsluiting

Voor de legenda van deze figuur zie pag. 207

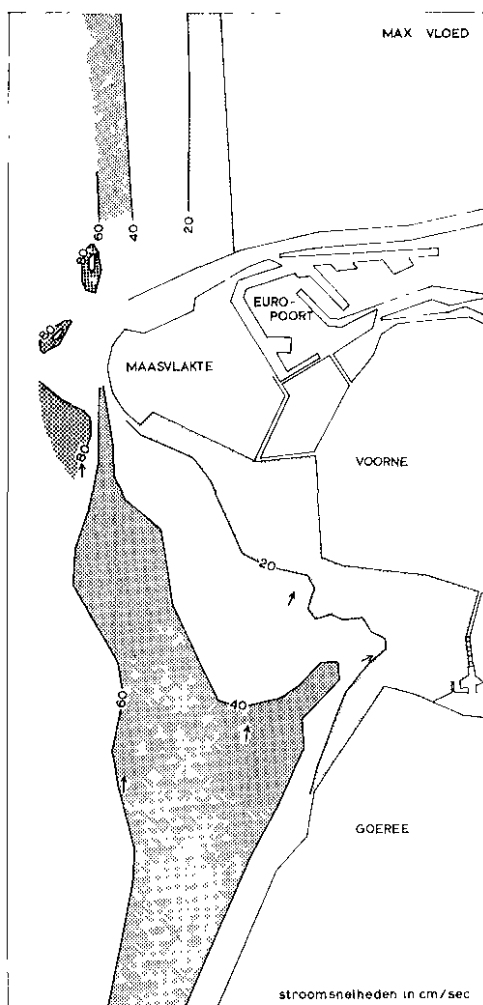
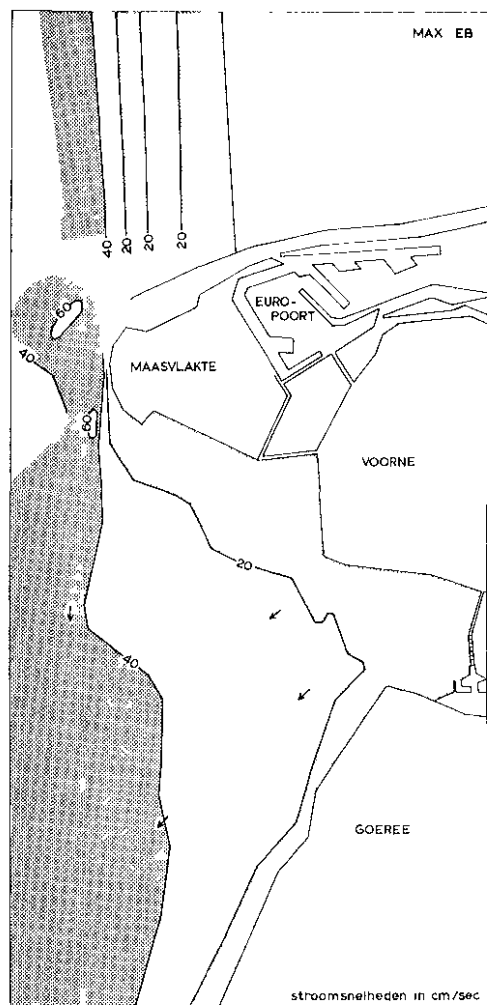


hydraulische weerstand langs de bodem, die hetzij constant is hetzij afhankelijk van de waterdiepte. In verband met de capaciteit van de gebruikte rekenmachine kunnen in een berekening maximaal 3000 vierkantjes voorkomen. De voor ons onderwerp relevante getijberekeningen zijn daarom in twee fasen uitgevoerd. Begonnen is met een 1600 m-vierkanten-net in het zogenaamde Rand Delta model, kortweg RD-model genoemd. De zee-grenzen van dit model zijn zodanig dat de invloed van de afsluitingswerken in het Delta-gebied daar verwaarloosd mag worden. Met behulp van deze RD-berekeningen zijn vervolgens de waterstanden en snelheden bepaald langs de rand van het een kleiner gebied bestrijken Haringvlietmodel (Ha-model), dat een 400 meter-vierkanten-net bezit. In het Ha-model is het dan mogelijk om

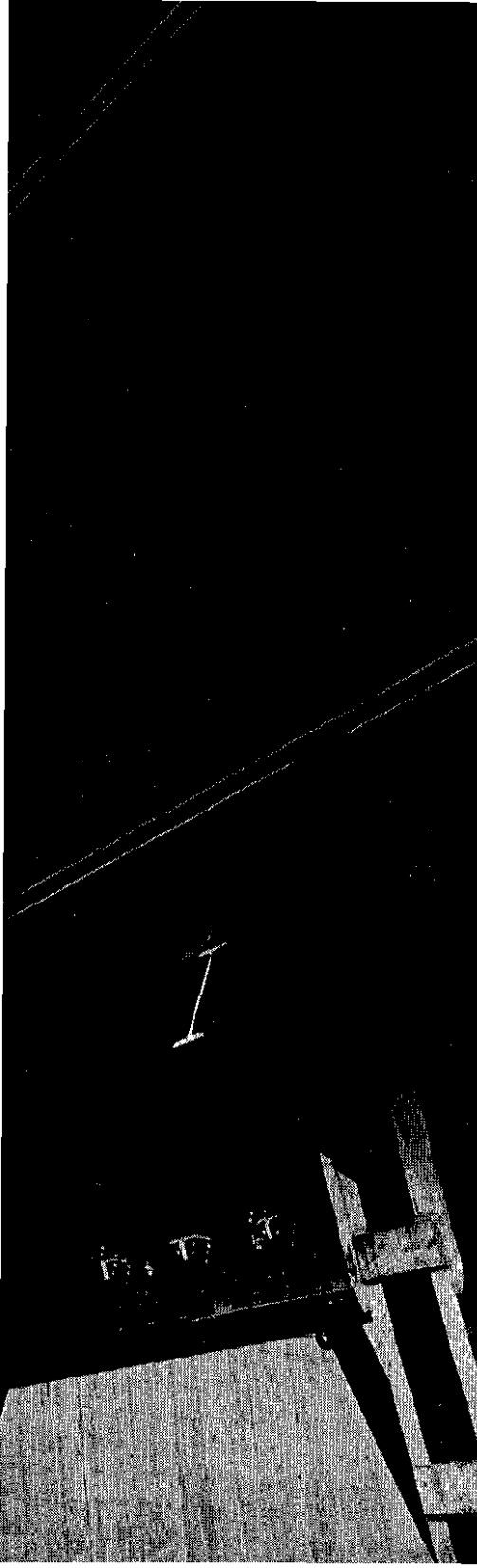
meer gedetailleerd de invloed na te gaan van de veranderingen die zich in de mond van het Haringvliet voordoen. Voor elke toestand worden dus twee berekeningen uitgevoerd, een RD- en een Ha-berekening. Het blijkt, dat na de afsluiting van het Haringvliet het binnen-gebied voornamelijk een kombergings-gebied wordt. De snelheden dalen hier zo zeer dat er geen zandtransport door stroom meer plaats vindt. Het tijdens vloed van buiten aangevoerde sediment slaat grotendeels neer. Dit sediment zal nabij de Haringvlietssluzen voornamelijk uit slib bestaan, dat zich het eerst in de diepere delen van de geulen zal afzetten.

Ook in het kustgebied nemen de snelheden af, zodat zowel in het Slijkgat als in het Rak van Scheelhoek en het Gat van de Hawk aan-zanding zal optreden. In het gehele mondings-

b







gebied tot ongeveer 6 à 8 km uit de uitwateringssluizen worden de snelheden kleiner dan thans. In dit gebied is dan ook sedimentatie te verwachten, vooral onder invloed van de golfwerking.

Aan de zeezijde, waar de invloed van golven de afzetting van sliblagen verhindert, zal de bodem worden opgebouwd uit zand. Meer naar binnen, waar de golfwerking geringer is, kunnen spekkoeklagen ontstaan.

De in dit gebied reeds bestaande ondiepe gedeelten zullen door de vermindering van de stroomsnelheden onder invloed van de golven worden opgebouwd tot een hoger liggend platengebied, de Hinderplaat.

Uit de bestaande getijberekeningen volgt dat de stroomsnelheden langs de kust van Goeree tussen het Flaauwe Werk en de Kwade Hoek bij gesloten uitwateringssluizen afnemen. Op korte termijn is ten gevolge van stroming dan ook geen afname van deze kust te verwachten. Het is echter de vraag in hoeverre zich zand van de vooroever naar de geul zal verplaatsen onder invloed van de golfwerking. Als gevolg van een dergelijk proces zou enige achteruitgang van de kust optreden, tot een nieuw evenwicht ontstaat. Langs het gehele kustgebied van Voorne zal de golf invloed zolang de sluisen gesloten zijn de invloed van de stroom overheersen. Bij maximale eb en vloed zijn de stroomsnelheden bij de Groene Punt tijdens een gemiddeld getij vrijwel nihil. Het binnengebied wordt dan gevuld en gelegeerd vanuit het Slijk-gat en het Bokkegat, en het kustgebied ten noordoosten van de Groene Punt via het Gat van de Hawk en het gebied van de noordelijke Hinderplaat.

De snelheden in het Rak van Scheelhoek nemen zodanig af, dat er zich, vooral bij de Haringvlietdam, slib in zal gaan afzetten. Omdat het kusttalud tussen de Haringvlietdam en de Groene Punt beneden N.A.P. - 2 à - 3 m steil is, kan zich ook bij het afvlakken van dit talud onder invloed van de golfwerking plaatselijk een geringe achteruitgang van de kustlijn voordoen. De golfwerking langs dit deel van de kust van Voorne zal echter minder worden naarmate de mond van het Haringvliet verondiept. Vooral de hogere golven zullen dan op de ondiepten in de mond gaan breken.

Hoewel de beschreven ontwikkelingen zich geleidelijk - in de loop van enkele jaren - zullen voltrekken, blijkt wel, dat het noodzakelijk is om ze voortdurend te volgen. Hier-voor is dan ook een uitgebreid meetprogramma opgesteld, dat het mogelijk maakt om bij ongewenste ontwikkelingen tijdig in te grijpen.

Vorderingen

A. De werken van het Deltaplan

Harlingvliet

Sluiting van het Rak van Scheelhoek

De blokkendam door het Rak van Scheelhoek was eind juli geheel met zandasfalt afgedicht. In totaal werd daarbij 29 000 ton zandasfalt verwerkt. Na het gereedkomen van deze bekleding werd getracht zo snel mogelijk zand voor de dam te spuiten. Vanuit het zuiden was het zandpersen al zover gevorderd dat de zuiger 'Enkhuizen' half juli kon worden afgevoerd. Door tijdens de bouwvakvakantie door te persen had men half augustus langs de gehele blokkendam tot een hoogte van N.A.P. + 4 m zand aangebracht met een minimum breedte van 50 m.

Hierna was het niet meer noodzakelijk met zo'n hoge capaciteit te spuiten, zodat ook de zuiger 'Haringvliet' kon worden afgevoerd. De zuiger 'Gouda' zette het werk verder alleen voort. In deze periode werd ca. 3 300 000 m³ zand in de dam en de duinverzwaring gebracht. Aan de zeezijde werd verder gewerkt aan de opbouw van de glooiing. Eind augustus was de onderbouw zover gevorderd dat

met het schikken van de zware steen kon worden begonnen. Aan de constructie van deze glooiing is in het vorig nummer van deze Berichten in een afzonderlijk artikel aandacht besteed.

De steen wordt per auto uit de werkhaven aangevoerd en geschikt met behulp van hydraulische kraantjes. Eind september moest van de onderbouw van mijnsteen en kraagstukken nog 200 m worden aangelegd.

In augustus ontstond door slecht weer enige vertraging die echter later gedeeltelijk weer kon worden ingelopen. In de laatste drie maanden werden 100 000 ton mijnsteen, 34 000 ton stortsteen en 20 000 m² kraagstuk verwerkt.

In september werd begonnen met het demonteren van de kabelbaan. Geleidelijk werd de kabel ontspannen door het wegnemen van de ballast. Hierna werd de kabel uit de draagconstructies verwijderd. Inmiddels werd op het zuidelijk plateau een begin gemaakt met het demonteren van de vaste railconstructie en de draaischijf. Het afkomend materiaal wordt meteen afgevoerd en op een terrein bij de werkhaven Scheiphoek aan de zuidoever van Schouwen opgeslagen.

Werken bij de havenmond van Dirksland

De werkzaamheden aan het dijkvak op de Westplaat zijn in de verslagperiode voortgezet met

het onder profiel brengen van het zandlichaam. Het binnenbeloop werd bekleed met teelaarde terwijl het buitenbeloop en de kruin afgedekt werden met een laag klei. Tevens is de haven van Dirksland nu definitief in verbinding gebracht met het Zuiderdiep. De noordelijke oever van deze verbinding is van N.A.P. + 0,50 m tot N.A.P. - 0,50 m bekleed met een laag grind.

Op 18 september zijn deze werken voor de eerste maal opgeleverd.

Volkerak

De afsluitdam in het Volkerak en de uitbreiding van het Hellegatsplein

De wegen over de afsluitdam en op het Hellegatsplein zijn thans alle geasfalteerd. In de bermen van de wegen op de afsluitdam werden over een lengte van 7 km vangrails aangebracht, terwijl in de middenberm lichtmasten werden geplaatst. Voortgegaan werd met de aanleg van een weg voor langzaam verkeer. Op 17 augustus werden de asfaltwegen als B-weg voor het verkeer opengesteld. Het grondwerk van de dam en op het Hellegatsplein kon in de verslagperiode worden beëindigd. Op 5 oktober is het werk voor de eerste maal opgeleverd.

Brouwershavense Gat

Portaalkranen

De kraanbanen werden op beide werkterreinen op de juiste hoogte en richting afgewerkt terwijl de ballastbedden ervan onder profiel werden gebracht. De portaalkranen die tijdens de sluiting betonblokken uit de depots op auto's zullen laden, kunnen van nu af op de banen rijden. Het is de bedoeling dat op elk van beide werkterreinen twee kranen zullen werken. De eerste kraan is nagenoeg bedrijfsklaar; hij staat opgesteld op het opslagterrein Schouwen. De overige drie kranen worden thans gemonteerd; met tussenpozen van drie weken zullen ze in bedrijf komen.

Voor de elektrische voeding van de portaalkranen is op de Middelpaats een dieselcentrale opgesteld die tevens de elektrische energie zal leveren voor de aandrijving van de draaischijf van de kabelbaan. Op het terrein op Schouwen is ten behoeve van de energie-voorziening een transformatorstation geplaatst.

Kabelbaan

De gehele montage van de kabelbaan is opgedragen aan de firma de Groot te Zwijndrecht. Het vaste railgedeelte op Schouwen is nagenoeg gereed. Aan het einde van deze verslagperiode is een begin gemaakt met de montagewerkzaamheden op het damvak Middelpaats. Voor de montage van de pyloonkoppen op het landgedeelte en de zeer zware constructiedelen van het vaste-railgedeelte van de kabelbaan heeft de aannemer een 165 tons rupskraan ingezet. De koppen van de rivierpylonen werden met een drijvende bok geplaatst. De beide draagkabels werden aangevoerd en in het afwikkel-frame boven de balansenbak geplaatst. Het ligt in de bedoeling medio oktober te beginnen met het overtrekken van de beide kabels over het sluitgat.

Vervaardiging van betonblokken

De betonblokkenfabrikant kampte aanvankelijk nog met bedrijfsstoringen, vanaf midden augustus is daar verbetering in opgetreden. De aanvoer van blokken is nu op gang gekomen; de geplande hoeveelheden worden echter nog niet bereikt.

Aanvankelijk werden alleen op het opslagterrein Schouwen blokken opgestapeld. De blokken voor dit terrein worden van het fabrieksterrein te Dintelmond met schepen aangevoerd naar de werkhaven Schelphoek, waar ze met een kraan worden overgeslagen op vrachtauto's met aanhanger; elke combinatie vervoert per rit ongeveer twaalf blokken via de Dammenweg naar het opslagterrein. Hydraulische kranen stapelen de blokken in depot. Vanaf half september wordt ook een depot op het terrein op de Middenpaats bevoorrad.

De blokken die daarvoor bestemd zijn, worden eveneens per schip aangevoerd en met auto's naar het opslagterrein gereden; de vervoersafstand

over de weg is hier slechts kort, zodat met 3 vrachtauto's, elk met 4 blokken beladen, kan worden volstaan.

In deze verslagperiode werden totaal 35 000 blokken in de depots gestapeld.

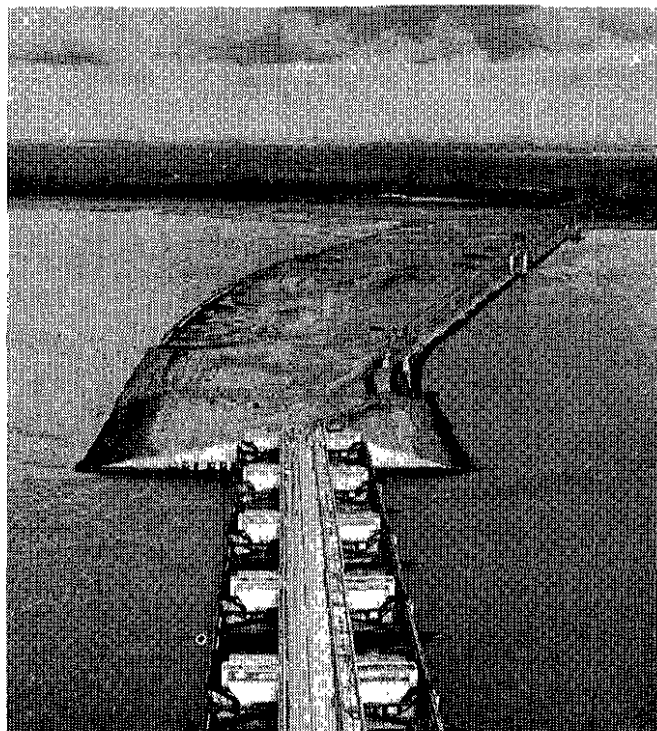
Verlenging van het damvak Kabbelaarsbank

Nog voor de bouwvakvakantie werd het meest aangevallen, westelijke gedeelte van het dijk-talud van het damvak Kabbelaarsbank voltooid, althans voor zover het glooiingswerken betrof. Onmiddellijk na de vakantie werd het overige werk aan de glooiingen afgemaakt.

Thans rest nog de verharding door zand-cementstabilisatie van het kopplateau en de asfaltverharding van de taluds naar de kruin op N.A.P. + 11 m. De bezinking van het onderwaterbeloop van het damvak is

Profilering en taludopbouw van de zanddam door het Rak van Scheelhoek.

Foto van 23 oktober 1970



gereedgekomen, ze bestaat uit klassieke zinkstukken; de twee stukken aan weerszijden van het landhoofd zijn voorzien van een zoolconstructie

Noordelijk Sluitgat

In de verslagperiode kwam het asfaltchip 'Jan Heijmans' gereed met het leggen van dat deel van de bodembescherming dat in asfaltmestiek moest worden uitgevoerd. Zoveel mogelijk werd de met stortsteen verzwaarde rand snel met asfaltmestiek gepenetreerd. De laatste werkzaamheden bestonden uit het penetreren van de aansluiting der zoolstukken, die het asfalt overlappen. Na afloop der werkzaamheden is het schip afgevoerd naar de thuishaven Numansdorp voor onderhoud en reparatie.

Het met zoolstukken te beschermen gedeelte van de geulbodem is nog niet geheel gereed.

Om ongewenst omklappen door de stroom onmogelijk te maken werden de einden van de zoolstukken met betonbalken verzwaard.

Wederom werd veel hinder ondervonden van aanzandingen aan beide oevers van het sluitgat, hetgeen de uitvoering van het zinkwerk vertraagde. In het tussenliggende gedeelte van de drempel traden echter uitschuringen op, welke zoveel mogelijk werden beperkt door het storten van fijn grind.

In de maand september werd in hoog tempo gewerkt aan het storten van de lagen fijn en grof grind voor de opbouw van een filterconstructie in de drempel; gestort werd van noord naar zuid.

Alvorens de deklaag van de caissondrempel, bestaande uit stortsteen 10-300 kg stukgewicht, kan worden aangebracht moet de laag grind worden vlakgebaggerd. Om de waterstand tijdens de baggerwerken en in de toekomst tijdens de sluiting nauwkeurig te kunnen aflezen, zijn aan weerszijden van het sluitgat verlichte elektrische peilschalen aangebracht. De bestortingen van de zinkstukken en de laag asfaltmestiek worden zo snel als mogelijk uitgevoerd met steenstorters, die door drijvende kranen beladen worden

met materiaal uit de bestaande stortsteendepots dan wel direct uit de aanvoerschepen.

Om de werkhaven Middelpaalt geschikt te maken voor de opslag van materialen voor de afsluiting van de betonblokkenkade in het voorjaar van 1971, moet hij worden uitgediept. Voor dat werk en ook om de aanzandingen in het sluitgat snel te kunnen opruimen, werd op 10 september een tweede baggermolen, de 'Maasmond', ingezet, met een emmerinhoud van 800 l. De Hompelgeul, die een gedeelte vormen moet van de vaarroute van de doorlaatcaissons door de zandplaat ten oosten van het noordelijk sluitgat, werd verder op diepte gebracht. Reeds werd 840 000 m³ zand gewonnen en gespoten in de depots op het eiland Goeree.

Zuidelijk Sluitgat

De 50 000 betonblokken die overgeschoten zijn van de voorspoedige kabelbaansluiting van het Haringvliet, zijn naar het Brouwershavense Gat overgebracht, en worden daar verwerkt in een 4 m hoge blokken-deken over de drempel in het zuidelijk sluitgat, als basis voor de in 1971 te storten sluitkade van betonblokken.

De blokken worden per elevatorbak aangevoerd en door een verankerde drijvende kraan met drie tegelijk in de drempel gestort.

Alle 50 000 blokken moeten vóór het spannen van de draagkabels van de kabelbaan een aanvang neemt, verwerkt zijn.

Caissonbouw

Midden september zijn de twaalf doorlaatcaissons en de twee landhoofdcassons voor de afsluiting van de Kous geheel gereed gekomen. Ook de elektrische uitrusting voor de lierwerken en de verlichting is aangebracht.

Men wilde met één caisson een proefzinkmanoeuvre verrichten op een verdiept stuk terrein, ter plaatse van de voormalige parkeerplaats. Daartoe werden gedurende de eerste helft van september grondboringen en sonderingen verricht, en water-spanningsmeters geplaatst. Er werd een drainage-bed aange-

legd, om tijdens het proefzinken gebruik te kunnen maken van de bodemafluiters. Op 16 september werd een begin gemaakt met de inundatie van de bouwput tot N.A.P. - 50 cm. De caissons konden daarna drijvend gemaakt worden en aan proeven onderworpen.

Het werk ligt 2½ maand voor op het geplande tijdschema.

Eenhedscassons voor de afsluitingswerken in het Brouwershavense Gat en de Oosterschelde

Op 10 maart 1970 werd de bouw aanbesteed van 29 gewapend-betonnen eenheidscassons met bijbehorende opzetstukken. De laagste inschrijver, de combinatie Amsterdamse Ballast Maatschappij en Van Hattum en Blankevoort, had al tweemaal eerder dergelijke opdrachten uitgevoerd op het werkterrein bij de voormalige veerhaven bij Kats (Noord-Beveland).

Alle bekistingmallen waren daar nog aanwezig, zodat onmiddellijk na de gunning kon worden begonnen met de productie.

Thans zijn 23 eenheidscassons gereed. Acht stuks werden rechtstreeks afgevoerd van het werkterrein naar de werkhaven op de Neeltje Jansplaat, om daar te worden samengevoegd tot loswallen. Tien andere werden overgebracht naar de opslagplaats in het Veerse Meer.

Hergebruik van een gesloten caisson

Een gesloten, geheel van beton vervaardigde caisson die tijdens de herstelwerkzaamheden na de ramp van 1953 tijdelijk dienst heeft gedaan bij de sluiting van de veerhaven van Kruiningen, wordt opnieuw bedrijfsklaar gemaakt om te kunnen dienen als reserve-caisson bij de sluiting van de Kous in het Brouwershavense Gat. De caisson werd weer drijvend gemaakt en uit het Veerse Meer, waar hij aan de grond was gezet, versleept naar Vlissingen; daar wordt hij in een dok van de N.V. Koninklijke Maatschappij De Schelde weer voor gebruik gereed gemaakt. Men maakt de afsluiters gangbaar, bevestigt diverse staalconstructies aan de bodem en verricht onderhoudswerkzaamheden aan de caisson.

Oosterschelde

Werkhaven 'Sophiapolder'

Volgend jaar zal de werkhaven 'Sophiapolder' gaan dienst doen bij de aanleg van het werkeiland 'Noordland'; de materialen voor de opbouw van dit eiland zullen vanuit deze werkhaven naar het werk worden overgebracht. In verband daarmee werd in de verslagperiode alvast een aanvang gemaakt met het aanvoeren en opschelven van rijshout.

Werkhaven 'Schelphoek'

In deze periode werden de volgende materialen aangevoerd en/of in depot opgeslagen dan wel rechtstreeks naar het in aanleg zijnde werkeiland 'Neeltje Jans' afgevoerd: 106 000 ton mijnsteen, 20 000 ton stortsteen 10-60 kg en 180 000 bossen rijshout.

Bovendien werd een gedeelte van het haventerrein ingericht voor de opslag van gedemonsterde onderdelen van de kabelbaan over het Haringvliet.

Werkeland 'Neeltje Jans'

De opbouw van het eiland maakt goede voortgang. Ten behoeve van de oostelijke uitbreiding van het eiland werd de hoeveelheid aan te brengen zand met 1,6 miljoen m³ vergroot.

In de verslagperiode werd 2 900 000 m³ zand verwerkt: in totaal is nu ruim 4 100 000 m³ zand rechtstreeks in het werk geperst; voorts 120 000 ton mijnsteen dat in perskaden werd gebracht, en 45 000 m² zinken en kraagstukken.

Met het oog op bovengenoemde uitbreiding werd in zandwin-gebied I ten westen van het te maken werk gelegen een derde winzuiger ingezet, de 'Haringvliet'.

Een gezonken leiding van 750 m lengte werd tussen een nieuw aangebrachte prop bij het win-gebied en het eiland gelegd. De produktie van de drie winzuigers gezamenlijk is gemiddeld 300 000 m³ per week. Het ziet er dan ook naar uit dat, indien de weersomstandigheden

gunstig blijven, al het zand vóór eind oktober in het werk zal zijn gebracht.

Daar de in het vorige nummer van de Berichten genoemde proef met een zelfdrijvende rubberen leiding goed voldaan heeft, besloot de aannemer de tweede zuiger ook met een dergelijke leiding uit te rusten. Daartoe werd 400 m rubberen leiding aangeschaft.

De betonnen damwand aan de zeezijde van het eiland kwam gereed. Ook de kraagstukken aan zeezijde werden voor een groot gedeelte aangebracht. Verder werd een aanvang gemaakt met de taludverdediging, die bestaat uit een met gietasfalt gepenetreerde stortsteenlaag vanaf N.A.P. + 1 m tot N.A.P. + 6,50 m.

De taludverdediging van de noordelijke kop, bestaande uit betonblokken vanaf N.A.P. tot N.A.P. + 3 m en daarboven een asfaltbetonlaag van 20 cm tot N.A.P. + 6,50 m, kwam gereed. De stroomgeleidingsdam aan zeezijde opgebouwd met zware stortsteen 300-1000 kg is bijna voltooid. Bij wijze van proef werden over een lengte van 250 m in plaats van zware stortsteen grote betonblokken met een stukgewicht van 2,5 ton geplaatst. De werkzaamheden aan de beide havendammen aan de oostzijde van het eiland vorderen gestaag.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

De vaargeulen naar Zoutkamp en naar Dokkumer Nieuwe Zijlen, respectievelijk de Zoutkamperri en het Dokkumer Diep, zijn thans geheel op diepte gebaggerd. De uitbreiding van de toekomstige vissershaven vordert goed.

De weg tussen de uitwateringsluizen en de schutsluis is gereed, compleet met baanver-dubbeling en aansluiting op de parkeerterreinen van de veerdienst van en naar Schiermonnikoog. De weg vanaf de schutsluis in oostelijke richting naar de Marnewaard is vrijwel voltooid. Met de aanleg van parkeerterreinen ten behoeve

van de veerdienst is een aanvang gemaakt. Een gedeelte voor 400 auto's is al klaar gekomen. Met de aannemer zijn overeenkomsten gesloten voor de uitvoering van werken ten behoeve van de veerdienst, het heien van steigers en de aanleg van 300 m loswal in de vissershaven.

Een gedeelte van de zandplaat De Rug werd weggezogen, ten einde de watertoevoer naar de uitwateringsluizen en de vaargeul naar de schutsluis te verbeteren. Het uitkomende zand is gebruikt voor het dichten van oude stroomgeulen en voor het opheven van terreinen ter plaatse van de toekomstige woonkern; het overblijvende werd opgeslagen in depots, en zal later bij de inrichtingswerken worden gebruikt.

In een gedeelte van de Marnewaard werd een proefpolder ingericht, om onderzoek te doen naar toe te passen soorten drainage, begreppeling en afvoertochten.

De aanpassingswerken aan de Friese sluis te Zoutkamp zijn voltooid. Met de aanpassingswerken aan de oude zeesluizen te Dokkumer Nieuwe Zijlen werd een aanvang gemaakt. De sluisen daar zullen voorzien worden van verticaal bewegende stalen schuiven; de bewegingswerken zullen in kelders worden ondergebracht. Deze sluisen doen in de toekomst nog alleen dienst als stroomsluizen. De beweegbare brug kan daardoor komen te vervallen en worden vervangen door een betonnen plaatbrug. Het complex zal geheel worden drooggezet en gerestaureerd. Tot het gereedkomen van de betonnen plaatbrug en de aansluitende wegen zal het verkeer worden geleid over een tijdelijke en aan de buitenzijde van de sluis gelegde treadway-brug met aansluitende wegen.

Men is begonnen de kistdammen op te ruimen die in 1962 waren aangebracht ter verhoging van enkele gedeelten van de zeeverende dijk rondom de Lauwerszee.

