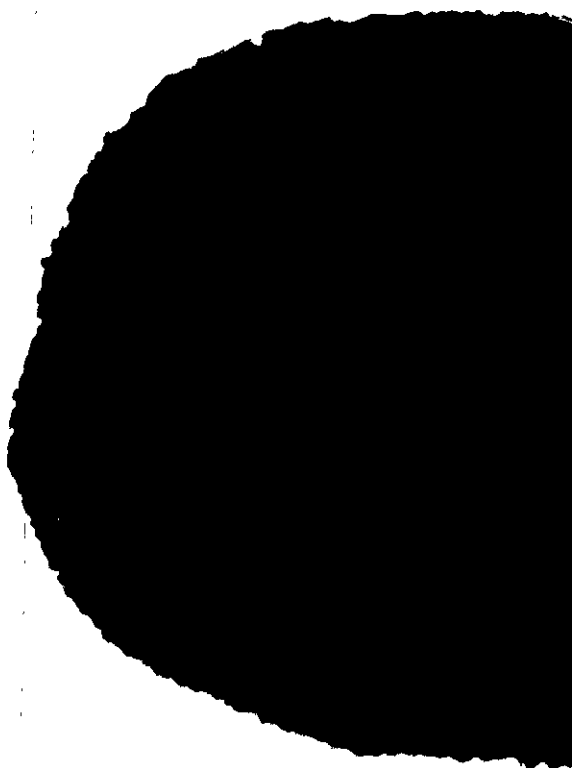
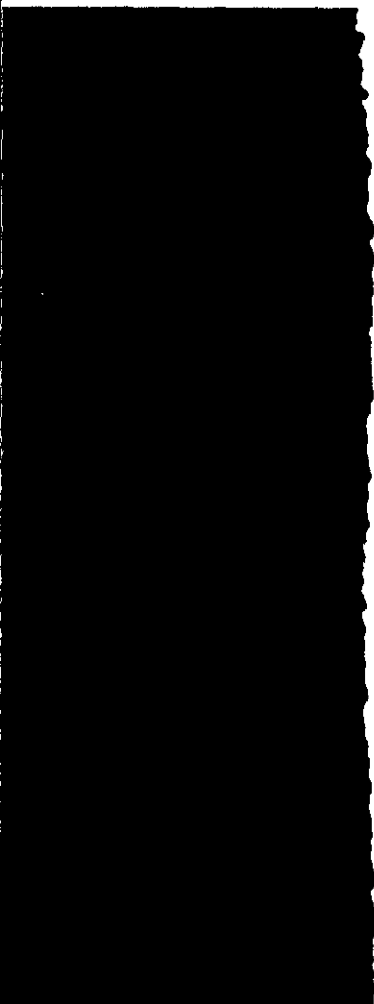


Driemaandelijks Bericht
nummer 63, februari 1973

Standaard

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemade laan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1,
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 13,20 per jaar
of f 3,60 per nummer

Inhoud

Natuurbouw op de drooggevalen gronden
in het Grevelingenbekken 115

A. De werken van het Deltaplan

Wateroverspanningen onder caissons 124

De toren van de kabelbanen over de drie
sluitgaten in de Oosterschelde 134

Verloop van de waterstanden en golven
gedurende de storm van 12 en 15 november
1972 141

Veranderingen in de mond van het Haring-
vliet sedert de afsluiting 146

Vorderingen 164



Natuurbouw op de drooggevallen gronden in het Grevelingenmeer

Op de in 1967 verschenen 'Inrichtingsschets Grevelingenbekken' – zie daarover ook Bericht 45 (augustus 1968) – wordt de mogelijkheid open gehouden grote delen van de droogvallende gronden in het Grevelingenmeer tot natuurgebied te bestemmen. Aan de ontwikkeling van deze gebieden tot natuurterrein wordt thans grote aandacht besteed, en wel om de volgende redenen. De ontwikkelingsmogelijkheden van een natuurgebied worden ten dele reeds in de beginfase bepaald; wanneer men hierbij kansen mist, komen die nimmer terug. Bovendien kan men een natuurgebied makkelijk geschikt maken voor bepaalde vormen van recreatie, terwijl het omgekeerde tal van problemen geeft.

Begin 1971 werd de 'Natuurwetenschappelijke Adviesgroep Grevelingen' ingesteld om de werkzaamheden in het gebied na de afsluiting te begeleiden, opdat enerzijds de natuurlijke potenties van het gebied niet geschaad zouden worden, en anderzijds de mogelijkheden benut zouden worden om deze potenties in de beginfase te verruimen. Naast het geven van algemene richtlijnen heeft de adviesgroep zich vooral gericht op de mogelijkheden tot ontwikkeling als natuurgebied van de centrale platen Hompelvoet, Veermansplaat en Stampersplaat, waarvoor een globaal inrichtingsplan werd ontworpen. Men dient dit plan te beschouwen als een programma van eisen ten aanzien van het natuurbehoud. De mogelijkheden voor 'natuurbouw' in dit gebied kunnen daarom het beste aan de hand van dit plan besproken worden.

Het gebied ontleende vóór de afsluiting zijn betekenis aan het getij en de aanvoer van organische en anorganische stoffen, die de basis legden voor een voedselrijk milieu

waarvan de hogere dieren – vooral steltlopers – in belangrijke mate konden profiteren. Het uitvallen van het getij is onherroepelijk, en daardoor is het karakter van het gebied totaal veranderd, ook als het *Grevelingenmeer op de lange duur* zout blijft. Handhaven van de oorspronkelijke biologische waarde is dan ook niet mogelijk. Bij zorgvuldige planning en goed beheer kunnen echter nieuwe waarden tot ontwikkeling komen. De doelstelling bij het ontwerp van het inrichtingsplan voor de drie platen was daarom: Het maken van een gedifferentieerd gebied, waarin zeer verschillende levensgemeenschappen in samenhang tot ontwikkeling komen.

Op botanisch, zoölogisch en hydrobiologisch gebied kan hier enige compensatie worden gevonden voor het verdwijnen van lage vochtige duingebieden elders in het land. Met betrekking tot de vogels zijn er enkele speciale wensen. Er is hier namelijk een mooie gelegenheid om voor vogelgroepen die elders in Nederland en in Europa bedreigd worden, gunstige biotopen te creëren. Met name wordt gedacht aan broedgebieden voor de grote stern, de visdief, de dwergstern, de strand- en bontbekplevier, de lepelaar, de aalscholver, de reiger en ook voor raaichachten, en een paar soorten weidevogels. Behalve als broedgebieden kunnen deze eilanden een belangrijke functie vervullen als voedsel-, rui- en rustgebieden voor ganzen en eenden. Op grond van bovenstaande overwegingen werden de volgende uitgangspunten geformuleerd: De bestaande differentiatie in grondsoort en reliëf moet gehandhaafd of zelfs geaccentueerd worden, daarnaast mag het visueel open karakter van het



terrein niet worden aangetast, terwijl een goede wisselwerking tussen de verschillende elementen mogelijk moet zijn. Door het plaatsen van rijshoutscheren is inmiddels reeds meer reliëf ontstaan. De stuifdijken zijn dan ook waardevolle structurele elementen. De inzaai op grote schaal van de tussenliggende vlakten, in 1971, heeft echter de mogelijkheid tot verdere natuurlijke differentiatie vermindert.

Milieubouw en natuurbeheer

Bij de inrichting en het beheer van natuurterreinen heeft men in de loop der jaren diverse principes ontwikkeld en getoetst en daarbij kennis verworven, die kan worden samengevat onder de term natuurtechniek. Binnen deze techniek worden hoofdzakelijk twee richtingen onderscheiden: milieubouw en natuurbeheer.

Bij de milieubouw gaat het om eenmalige ingrepen zoals grondverzet, wijziging in waterbeheer of het instellen of veranderen van een beheersmethode.

Over het algemeen moeten deze maatregelen in aansluiting op de schok van de afsluiting worden uitgevoerd. In sommige gevallen dient men echter eerst bepaalde ontwikkelingen af te wachten, zoals de ontzilting van de bodem of de opslag van struiken en bomen. Laat men het juiste moment voorbij gaan dan nemen de kansen op een optimale ontwikkeling af.

Het natuurbeheer omvat de regelmatig weerkerende activiteiten, zoals beweiden, maaien en afbranden. De ervaring heeft geleerd dat voor een ongestoorde natuurlijke ontwikkeling een grote regelmaat in het beheer gewenst is. Elke verandering, hoe goed ook bedoeld, heeft negatieve bijeffecten. Een eenmaal

In dit relatief grootschalige en dynamische gebied doen zich plaatselijk kleinschalige ontwikkelingen voor

gekozen beheersvorm moet daarom zo lang mogelijk worden voortgezet en mag hoogstens geleidelijk in intensiteit afnemen.

In het Grevelingenbekken nu behoren diverse vormen van milieubouw tot de mogelijkheden. De eerste vorm bestaat in niets doen. Dit houdt in dat we bodem en reliëf de gelegenheid geven zich op natuurlijke wijze aan de gewijzigde omstandigheden aan te passen. Bij de heersende omstandigheden en afhankelijk van het beheer zal daardoor een relatief grootschalig en dynamisch gebied ontstaan. Plaatselijk zullen zich echter kleinschalige ontwikkelingen voordoen. Op plaatsen waar een ander milieu gewenst is kan men één of meer ingrepen verrichten die het milieu blijvend veranderen. Daaronder valt bijvoorbeeld het aanbrengen van grenzen. Voor een optimale differentiatie is het gewenst nieuwe

Tussen de aangeplante helm op de stuifruggen vindt reeds spontane vestiging van planten plaats



grenzen, bijvoorbeeld afrasteringen, niet te laten samenvallen met reeds bestaande grenzen, zoals bijvoorbeeld de stuifdijken. Bij voorkeur richt men ze hier dwars op en zoveel mogelijk parallel aan bestaande gradiënten, dus bijvoorbeeld dwars op de hoogtelijnen. Het verloop van de grenzen moet verder zo gevarieerd mogelijk zijn. Ook kan de ingreep bestaan in het aanbrengen van reliëf. Een soortenrijke vegetatie is alleen te verwachten in terreinen met veel ruimtelijke variatie. Hierbij speelt het reliëf een grote rol. De stuifdijken zijn daarom, mede door hun relatief natuurlijke opbouw, uiterst waardevol. Zij vormen echter slechts een grof netwerk, terwijl de ingezaaide percelen weinig variatie vertonen. Derhalve is het van groot belang op enkele plaatsen kunstmatig een kleinschalig reliëf aan te brengen, dat dan door de wind toch weer een natuurlijk karakter krijgt. Hierbij wordt gedacht aan het opschuiven van zandruggen van ongeveer 1 meter hoog en het maken van laagtes tot 0,5 à 1,5 meter onder het maaiveld.

Bij het ontwerpen van de verhogingen gaat men uit van een maximale schuifafstand van 50 m. De ontwerpen van de complexen kunstmatige duintjes die voor de verschillende platen zijn voorzien, zullen later verder moeten worden uitgewerkt. Enkele principiële verschillen zijn echter reeds in de figuren 1 en 3 aangegeven. Op de Hompelvoet zien wij in grote lijnen een structuur van bogen met de bolle zijde naar het zuidwesten. Het karakter van deze duintjes is hierdoor relatief besloten en stabiel. Op de Veermansplaat ligt de holle zijde op het zuid-westen. Het geheel zal hierdoor een wat dynamischer karakter krijgen. Een heel ander beeld vertonen de ruggen die worden opgeworpen met de vrijkomende grond uit de te graven plassen. Door het vóórkomen van slibblenzen in de ondergrond zal dit materiaal wat rijker zijn, hetgeen een sterke groei van enkele plantensoorten tot gevolg kan hebben. Om hier toch een gevarieerde plantengroei te verkrijgen moeten de milieugradiënten wat sterker zijn. Iets meer reliëf is dus gewenst. De ruggen zouden daarom 2 tot 3 meter hoog moeten worden. De grootste verschillen in begroeiing zijn te verwachten tussen noord- en zuidhellingen. De ruggen zijn daarom in de richting oost-west ontworpen. Nog weer een andere milieubouwtechnische ingreep is het ontgraven van zoetwaterplassen. Kleine zoetwaterplassen zijn in de hele streek zeldzaam. Zij zullen daarom zelfs wanneer het hele Grevelingenmeer zoet zou worden van grote waarde zijn; maar vooral

als het meer zout blijft, zullen zij voor de vogelwereld van onschatbare waarde zijn. Ook botanisch en hydrobiologisch liggen hier echter interessante perspectieven. Deze plassen moeten zo groot en diep zijn dat dichtvloeien door erosie niet waarschijnlijk is. Anderzijds is het gewenst een flinke ondiepe oeverzone te creëren waar zich een rijke plantenwereld kan vestigen. Er is een drietal plassen ontworpen met ieder een ander karakter. De geografische spreiding is zo groot mogelijk

De veranderde omstandigheden maken ook de aanleg van grindbanken noodzakelijk. De ervaring in het IJsselmeer en het Veerse meer heeft geleerd dat het moeilijk is om het karakter van een schelpenbank te handhaven als de getij- of golfwerking wegvalt. Er is dan weinig of geen aanvoer van nieuwe schelpen

schelpen, tenslotte, is een derde manier om de broedbiotoop in stand te houden.

Bespreken we tenslotte kort de visie van de milieubouwer op de ingrepen oeververdediging, inzaai en inplant en ontwatering en ontzilting.

In principe is het gunstig als de oevers zich langs natuurlijke weg ontwikkelen. Teneinde teveel afslag te voorkomen zal echter langs een groot deel van de eilanden een verdediging noodzakelijk zijn in de vorm van grindbanken op enige afstand van de oevers. Er kunnen hierdoor interessante lagunes ontstaan. Ten behoeve van de vastlegging der buitendijkse gronden is op grote schaal een mengsel van rogge en gras ingezaaid – zie Bericht 61, augustus 1972 –, echter voornamelijk op plaatsen waar dit uit natuurtechnisch oogpunt onnodig of zelfs ongewenst



meer, de aanwezige schelpen verpulveren, het gebied stuift vol en de schelpenbank raakt begroeid. Voor sommige sterns en plevieren is een onbegroeide schelpenbank een essentiële broedbiotoop. Een gelijkwaardige vervanging kan echter op verschillende manieren kunstmatig worden aangebracht. Men kan grindbanken van ongeveer 2 meter dik in een plaat of schor ingraven, daarvoor gebruikt men grind van een diameter van 2 tot 8 cm. Door de dikte van de grindlaag en de grootte van de stenen wordt instuiven door uitspoelen gecompenseerd. Het kale grind blijft als broedbiotoop geschikt voor sterns en plevieren, die elders in de wereld ook tussen grind nestelen. Op een niet doorlatende ondergrond, zoals beton of plastic, kan men volstaan met een dunnere laag grind of schelpen. Regelmatig nieuwe aanvoer van

was. Het deel van de Hompelvoet dat door aard en ligging van groot belang kan zijn als voedselbiotoop voor ganzen was daarentegen niet ingezaaid. Daar het hier gewenst was snel een grasmat te creëren, is een belangrijk deel alsnog ingezaaid.

De wind heeft in dit vlakke gebied een sterk nivellerend effect. De ruggen langs de stuifschermen en de opgeschoven duintjes zullen, zo lang er geen vegetatie op groeit, gevaar lopen weer af te vlakken. Het is daarom gewenst op een deel ervan helmgras aan te planten, dat zich handhaaft zo lang er opstuiving plaats vindt. Komt het gebied na enkele jaren tot rust, dan verdwijnt de helm langzamerhand.

Om de voor de vogels zo belangrijke biezen-velden snel van de grond te krijgen zouden enkele stukken moeten worden ingeplant.



Boven: Op open plekken in het schor op de Hombelvoet broedt een groot aantal grote sterns. Dit is nu een der grootste kolonies in ons land.

Links: Door middel van extensieve beweiding kan in een eentonig gebied wat meer variatie ontstaan

Dit zal kunnen zodra op die plekken het zoutgehalte in de bodem door afstromend zout water voldoende gedaald is, hetgeen waarschijnlijk pas over enkele jaren het geval zal zijn. Deze velden kunnen bovendien voor de visstand van groot belang zijn door hun functie als paaiplaats.

Nergens op de inrichtingsschets staat bosaanplant aangegeven. Het is namelijk veel beter de eerste tien jaar af te wachten hoe en waar de natuurlijke ontwikkeling tot struweel en laag bos zal plaats vinden, om daar dan met het beheer op aan te sluiten. Uit onderzoek in het Veerse Meer is duidelijk gebleken dat zich, biologisch gezien, de meest interessante ontwikkelingen voordoen op plaatsen waar de ontzilting relatief langzaam verloopt, waardoor ook de successie in de begroeiing langzaam gaat. Versnelde

ontzilting door verbeterde ontwatering is daarom beslist ongewenst.

Natuurbeheer

De gekozen inrichting via de milieubouw dient direct samen te gaan met een passend beheer. Hiervoor zijn weer tal van mogelijkheden denkbaar.

Een belangrijke beheersvorm is niet doen. Op plaatsen waar de mens niet ingrijpt zal na de nivellering ten gevolge van het plotseling droogvallen en eventueel afstuiven een natuurlijk differentiatie-proces optreden, waardoor de bestaande verschillen versterkt worden. Deze beheersvorm is dan ook vooral geschikt voor de plaatsen waar de meeste variatie in bodemsoort en reliëf aanwezig was of waar die is aangebracht.

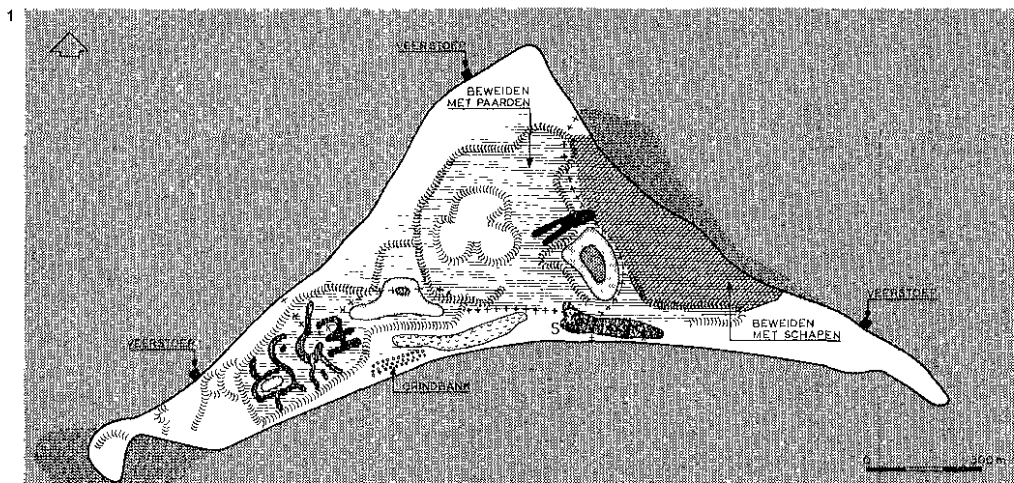
In dit grootschalige en dynamische gebied ligt het voorlopig minder voor de hand te gaan maaien. Later zal wellicht op enkele plaatsen door maaien de diversiteit verder vergroot kunnen worden. Bij wijze van experiment worden echter op de Veermansplaat enkele hectaren van de ingezaaide oppervlakte wel reeds, in de zomer, gemaaid. Beweiden is echter een ideale beheersvorm voor terreinen met een relatief grootschalig en dynamisch karakter. Bij extensieve beweiding treedt differentiatie op doordat de begrazings-intensiteit en de bemesting van plaats tot plaats variëren. Ook kan men de dichtheid van de begroeiing door beweiding regelen. Hoe meer dieren, hoe meer het terrein open blijft. Er moeten echter nooit meer dieren worden ingezet dan er nodig zijn om op de lange duur de jaarlijkse groei van het gewas af te grazen. Dit moet dan bovendien niet in korte tijd, maar liefst in de loop van het gehele jaar gebeuren. In de herfst moet er nog zoveel gewas aanwezig zijn, dat dit als voedsel voor wilde ganzen kan dienen. Deze vogels maken thans reeds intensief van de geboden mogelijkheden gebruik. Op den duur is gemengde beweiding denkbaar. Voorlopig is het echter wenselijk dit niet te doen. De ervaring leert namelijk dat de dieren bij gemengde beweiding onrustiger zijn, wat schadelijk is voor de vogelstand. Om een goed inzicht te krijgen in het effect dat verschillende diersoorten teweeg brengen is scheiding eveneens gewenst. Er zijn daarom aparte eenheden geprojecteerd met respectievelijk paarden, schapen en rundvee. Voor koeien en paarden wordt hierbij aan een dichtheid van één beest per 2 hectaren gedacht. Bij schapen kan de verhouding 1 : 1 zijn. Van belang is juist bij deze beheersvorm dat hij zo snel mogelijk wordt ingesteld, omdat

het differentierend effect de eerste jaren het grootste zal zijn. Wacht men te lang, dan stabiliseren de eentonige gedeelten zich en gaat er een zekere natuurlijke potentie verloren. Het is dan ook verheugend dat het mogelijk bleek reeds in april 1972 met beweiding door ossen en schapen te beginnen op respectievelijk de Veermansplaat en de Stampersplaat. Deze beweiding zal in dit voorjaar worden voortgezet. Bovendien zal dan ook op de Hompelvoet een begin worden gemaakt met beweiding door schapen en paarden.

Het Inrichtingsplan

Als wij nu het inrichtingsplan nader bezien en er enkele details van bespreken, dan dient vooraf in het algemeen te worden opgemerkt dat bij het ontwerp getracht is zoveel mogelijk

hogere duin dat gevormd wordt door de specie uit een te graven plas. Een gedeelte van deze plas wordt ondiep zodat zich een rijke vegetatie kan ontwikkelen. Het diepe gedeelte kan in droge tijden een wijkplaats voor waterorganismen zijn. Het beste kan met het graven van dit duinmeer worden gewacht tot zich een zoetwaterlens van voldoende dikte gevormd heeft. Dit zal mogelijk na 1973 het geval zijn. Wanneer de schelpenbank in dit gedeelte van de Hompelvoet begroeid raakt, zou een grindbank als alternatieve broedbiotoop voor sterns en plevieren kunnen gaan functioneren. Het deel dat begroeid is met een schorrenvegetatie zal niet worden beweid, aangezien hier thans de grote stern broedt. Het met paarden te beweiden gedeelte van de Hompelvoet is een breed en grootschalig ge-

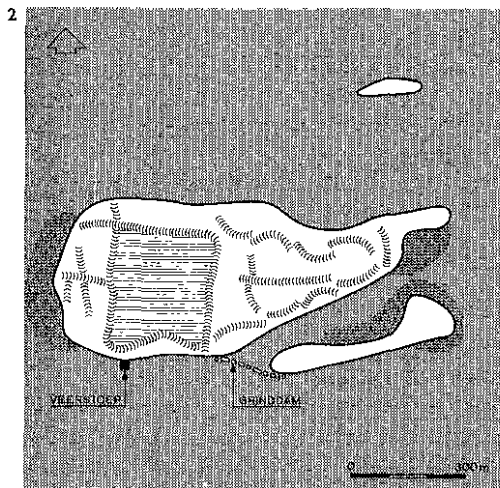


aan te sluiten op de terreingesteldheid. Bovendien zijn de verschillende onderdelen zodanig gesitueerd dat ook planten en dieren die juist een overgang tussen of combinatie van milieutypen prefereren, aan hun trekken komen. Dit komt zowel uit in de plannen voor de Hompelvoet als in die voor de Veermansplaat en de Stampersplaat.

Het onbeweide gedeelte van de Hompelvoet, de zone die van nature reeds de meeste variatie vertoont, bevat verschillende elementen. Allereerst een open strandvlakte aan de westpunt, die slechts zeer langzaam begroeid zal raken; dan is er een complex lage duintjes. Het meest westelijk deel is door aanstuiven tegen schermen ontstaan. De kunstmatige duintjes sluiten daarbij aan. In verband hiermee is het van belang dit gedeelte zo snel mogelijk te realiseren. Sluitstuk vormt het

bied, dat zich op den duur tot een open landschap met struwelen en verspreide bosjes kan ontwikkelen. De volgende elementen zijn er in te onderscheiden: enerzijds enkele duinruggen, die aansluiten bij het onbeweide duincomplex, zodat een geleidelijke overgang ontstaat; en anderzijds een stuifvlakte, waarin de door uitstuiwen blootgekomen schelpen deze winter tot een paar lage heuveltjes zijn geconcentreerd, zodat dit terrein steeds een ander karakter zal behouden dan de ingezaaide vlakte, en een grote diepe plas met aansluitend een hoge rug, gevormd met de vanuit de plas vrijgekomen grond, en gedeeltelijk gelegen in de schapenweide. Deze plas hier krijgt een heel ander karakter dan het duinmeer.

Vooraf voor de vogels wordt deze plas van groot belang geacht. Hij moet dan ook in

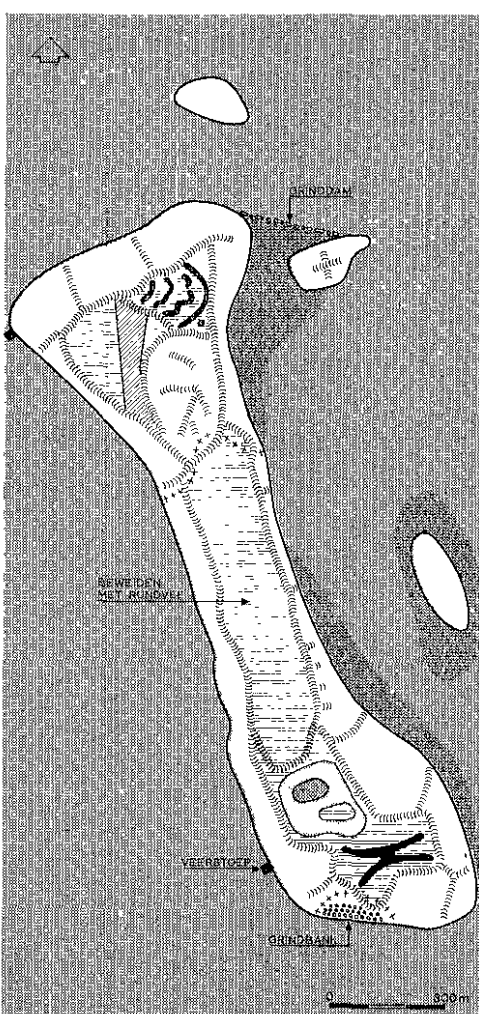


- ~~~~~ STUIFRUGGEN
- ▨ INGEZAAD MET ROGGE EN GRAS
- ▨ IDEM, 2 x PER JAAR MAAIEN
- ▨ INGEZAAD MET GRAS, KLAVER EN GERST
- ▨ SCHORVEGETATIE
- ▨ LAGE ZANDRUG
- ▨ HOGE ZANDRUG
- ▨ SCHELPENBANK
- ▨ ONDIEP WATER
- ▨ DIEPER WATER
- ▨ ONDIEPE OEVERZONE
- S GROTE STERN-KOLONIE
- +++++ AFRASTERING

Fig. 1 Inrichtingsschets van de Hompelvoet

Fig. 2 Inrichtingsschets van de Stampersplaat

Fig. 3 Inrichtingsschets van de Veermansplaat



relatie gezien worden met de ganzenweide. In verband met de kans op leverbot kan hij echter niet in het door schapen te beweiden gedeelte liggen. Waarschijnlijk kan deze plas gelijk met het duinmeer gegraven worden. Het brakke water ervan zal wellicht geschikt zijn voor allerlei brakwaterorganismen, waar de vogels weer van profiteren. Het met schapen te beweiden gedeelte van de Hompelvoet is vooral bedoeld als voedselgebied voor ganzen. Daarom juist is voor beweiding door schapen gekozen. Hierdoor kan zich een korte stevige grasmat ontwikkelen, vooral in het lage slibrijke deel. Er zijn in dit gedeelte vier zones te onderscheiden: Ten eerste het schelpenrijke zuidelijke deel. Hier zal zich vermoedelijk een struweelrijke vegetatie ontwikkelen. Ook het bestaande schor valt grotendeels in dit te

beweiden deel. Voor een geleidelijke ontwikkeling van deze zoutplantenvegetatie is dit zeer gewenst. Ten tweede vindt men hier een tegen verstuiwing met rogge en gras ingezaaid gedeelte; ten derde een laag slibrijk deel. Vooral dit deel zal voor weidevogels en ganzen van belang zijn. Het is daarom in het voorjaar 1972 grotendeels ingezaaid met gras en klaver, onder gerst als dekvrucht. Deze begroeiing is thans zover ontwikkeld dat de beweiding met schapen kan beginnen. Tenslotte is er een ondiepe oeverzone waar zich riet- en biezenvelden kunnen gaan ontwikkelen. Deze zone is eveneens van groot ornithologisch belang, vooral als ruigebied voor eenden en als voedselgebied voor grauwe ganzen. Nog waardevoller zou hier echter een zilte oeverzone zijn, in een zout bekken, daar de vogel-

achter een beschutte baai ontstaat, die van belang zal zijn voor ruiende, rustende en voedsel zoekende steltlopers, ganzen en eenden en voor paaiende vissen. Aan de noordpunt van de eigenlijke Veermansplaat vindt men in het onbeweide gedeelte achtereenvolgens een strandvlakte die langzaam begroeid zal raken, en een gebied met kunstmatige duintjes, bewust geprojecteerd tussen de strandvlakte, de lagune, de stuifvlakte en het ingezaaide stuk, zodat in alle richtingen een overgang van kleinschalig naar grootschalig gebied ontstaat. Daarop sluit aan een ingezaaide vlakte, waar zal blijken hoe zich zo'n gebied van nature ontwikkelt en waarvan bij wijze van experiment een gedeelte 2x per jaar wordt gemaaid. Tenslotte ligt er een stuifvlakte, waar door verstuiwing een interessant microreliëf is ont-



soorten die hier op aangewezen zijn het meest bedreigd worden.

Ten aanzien van de Veermansplaat en de ervoor gelegen kleine eilanden stelt de schets in grote trekken het volgende voor:

Op geen van de drie kleine eilanden zal voorlopig iets worden gedaan. Wanneer de bodem voldoende zoet water bevat, zou er opgaand bos kunnen komen. Voor verschillende in kolonies broedende watervogels zoals aalscholvers, reigers en lepelaars kan dit een aantrekkelijke broedbiotoop worden. Aan de oostkant van de plaat is het water over grote oppervlakte ondiep, met een slibrijke bodem. Hier zal zich afhankelijk van de verzoeting een riet- en biezenvegetatie ontwikkelen. Het verdient aanbeveling de doorgang tussen de plaat en het middelste eiland met een grinddam af te schermen zodat daar-

staan. Ook liggen er verscheidene hoge stuifruggen.

Interessante botanische ontwikkelingen zijn hier zeker te verwachten.

Door beweiding met rundvee zal in de thans zeer eentonige begroeiing van het midden-gedeelte van de Veermansplaat weer wat variatie ontstaan. Op den duur kan er een open landschap ontstaan met hier en daar wat bosjes, geschikt voor allerlei weidevogels en wellicht ganzen. Aan de oostzijde vinden wij de eilandplas, van groot belang voor de vogelwereld. Een of meer eilanden er in zijn door de rust geschikt voor koloniebroeders zoals kapmeeuwen, visdieven en grote sterns. Deze plas, die nog lang brak of zelfs zout zal blijven, moet liefst zo snel mogelijk worden gerealiseerd. Dit is zowel voor het beweidingsexperiment als voor de vogelstand



Boven: Op de Stampersplaat zal beweiding met schapen een gunstige invloed hebben op de vegetatie-ontwikkeling

Links: In de stuifvlakte op de Veermansplaat ontstonden hoge zandruggen

en de vegetatie-ontwikkeling van belang. Naast de plas komt weer een hoge rug, gevormd met de vrijkomende grond uit de plas. Daar deze grond relatief rijk aan slib zal zijn is de hele rug in het beweide gebied geprojecteerd. Hierdoor wordt een al te snelle vegetatieontwikkeling wat afgeremd. Een tweede grindbank naast die op de Hompelvoet is op deze plaats zeker gewenst. Het is de bedoeling zowel de Stampersplaat als het kleine plaatje ernaast vrijwel geheel aan de natuurlijke ontwikkeling over te laten. Er kan echter op eenvoudige wijze extensieve beweiding met schapen plaats vinden, hetgeen, vooral de eerste jaren, een positieve invloed zal hebben. Overigens is het zeer gewenst de doorgang tussen de grote en de kleine plaat af te sluiten met een lage dam van zand of grind. Hierdoor wordt een kleine

maar vrij diepe baai gevormd. Dit biedt meer perspectieven dan een open doorgang waar wind, stroom en scheepvaart vrij spel hebben. De oever zal onder invloed van het dammetje sneller begroeid raken. Om te voorkomen dat de thans nog steile oever te veel afkalft, moet dit snel gebeuren. Ook de ondiepten ten noorden van de plaat zullen met een grinddam tegen verdere afslag moeten worden beschermd.

Mogelijkheden voor recreatie

De natuurwetenschappelijke belangen worden niet geschaad door bepaalde vormen van recreatie op de eilanden. Er kan zelfs een mogelijkheid worden geopend om in deze gebieden natuurbeschermingseducatie te geven in combinatie met natuurrecreatie. Een klein aantal aanlegplaatsen, die aansluiting geven op enkele natuurspaden, kunnen mogelijkheden bieden voor excursies al dan niet onder deskundige leiding. Dat laatste zal zeker het geval moeten zijn in de broedtijd wanneer broedkolonies worden bezocht. Deze aanlegplaatsen zullen tevens steunpunten zijn voor de watersport en ze moeten dus zorgvuldig geprojecteerd worden, om schade te voorkomen. Zonering is daarom gewenst. Op de Hompelvoet is de noordwestzijde het minst kwetsbaar. De oostelijke helft, maar ook de uiterste westpunt, zullen in het belang van de vogels strikte rustgebieden moeten zijn. Op de Veermansplaat komt vooral de oostzijde met de ondiepe baai als rustgebied in aanmerking. Op de Stampersplaat zou met name het kleine eiland ontoegankelijk moeten blijven.

Wij hebben getracht duidelijk te maken op welke manier het mogelijk is door zorgvuldig gekozen begeleidende maatregelen de natuurlijke ontwikkeling in de Grevelingen in positieve zin te beïnvloeden. Hierdoor zal een natuurgebied van zeer grote betekenis kunnen ontstaan. Deze ontwikkeling is reeds begonnen, en ze gaat door. De gewenste ingrepen en het noodzakelijke beheer mogen daarbij niet achterblijven. Aan de andere kant dienen we steeds het resultaat van de ontwikkelingen af te wachten aangezien dit mede bepalend zal zijn voor verdere maatregelen. Deze combinatie van tijdig ingrijpen enerzijds en geduldig afwachten anderzijds is kenmerkend voor de werkwijze in de natuurtechniek.

Bijdrage verzorgd door het Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Dit is R.I.N.-mededeling nr. 69.

A. De werken van het Deltaplan.

De toenemende omvang van de Deltawerken die achtereenvolgens tot uitvoering kwamen, bracht de noodzaak met zich om naast de uitvoeringstechnische kundigheden ook de theoretische kennis van hydraulische en grondmechanische problemen in een snel tempo te verruimen. Elke afsluiting is dan ook meteen gebruikt als studieobject met het oog op latere ontwikkelingen, dus als een soort modelproef op ware grootte. De uitvoering van zulke proeven brengt vaak allerlei onverwachte moeilijkheden mee. In onderstaand artikel komt dit ook duidelijk aan het licht.

Wanneer een doorlaatcaisson op de drempel van een sluitgat wordt afgezonken neemt de druk die hij uitoefent op de ondergrond even snel toe als wanneer er ter plaatse in vijf minuten tijds een flatgebouw van vijf verdiepingen zou worden gebouwd.

Om de snelle toeneming van de belasting te kunnen opnemen moet de bodem in een bijzonder korte tijd sterk worden samengedrukt. Dat kan alleen door uitpersing van grondwater. Kan het grondwater niet snel genoeg ontsnappen, dan ontstaan er onder de zojuist geplaatste caisson wateroverspanningen.

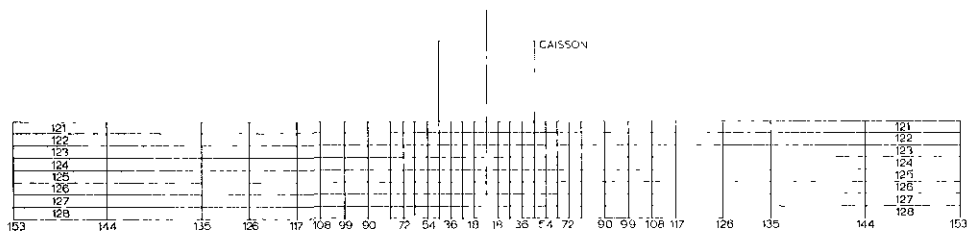
Deze wateroverspanningen kunnen de stabiliteit van de caisson in gevaar brengen. Ook golfklappen op caissons kunnen wateroverspanningen veroorzaken en de stabiliteit in gevaar brengen, vooral als de geul- of zeebodem uit losgepakt zand bestaat. Om meer inzicht te verkrijgen in deze verschijnselen zijn er metingen verricht onder de doorlaatcaissons, die in april 1971 bij de afsluiting van het Brouwershavense Gat werden geplaatst in het sluitgat 'Kous'.

Gevaar voor wateroverspanningen is in de bouwwereld bekend genoeg wanneer het gaat om het maken van bouwwerken op kleiige ondergrond, *klei immers is zo ondoorlatend*, dat zelfs de langzame toeneming van de druk die gepaard gaat met een normale bouw-snelheid, soms nog te vlug verloopt om wateroverspanningen in kleigrond te voorkomen. Bij caissons die op een redelijk doorlatende zandbodem worden neergezet, lijkt er minder reden te bestaan voor de vrees dat er wateroverspanningen zullen optreden, vooral als er een filterconstructie op de geulbodem is gebouwd, waardoor het grondwater nabij de oppervlakte gelegenheid krijgt om extra snel

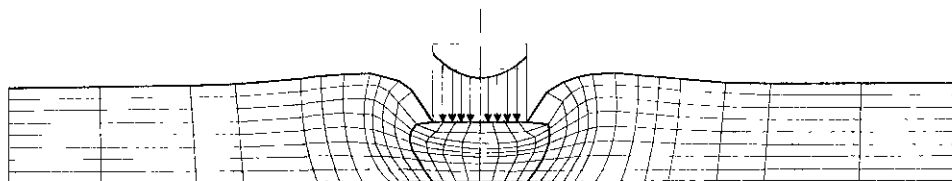
Wateroverspanningen onder caissons

af te stromen, en waardoor de belasting bovendien over een grotere oppervlakte gespreid wordt. Toch kan de grote belastings-snelheid tijdens het afzinken ook bij zandige ondergrond wateroverspanningen veroorzaken, vooral bij brede caissons. De caissons voor het sluitgat 'Kous' waren 20 m breed. Voor een eventuele caissonsluiting van de Oosterschelde voorzag men al caissons met een breedte van 30 m. De caissons die in de toekomst deel zullen uitmaken van de fundering van radartorens in volle zee, zullen nog wel breder worden uitgevoerd. Omdat de breedte van deze caissons zo groot is en omdat de bodem van onze geulen en van de Noordzee wel uit zand bestaat, maar zand dat vaak zo fijn is of dermate met slib verontreinigd dat de doorlatendheid naar verhouding gering is, werd een meting van de

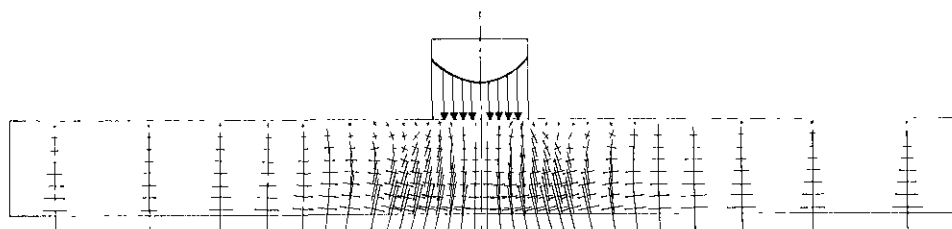
Fig. 1 Spanningen en vervormingen in de bodem onder een zeer snel afgezonken caisson, berekend met het computerprogramma CONSOL



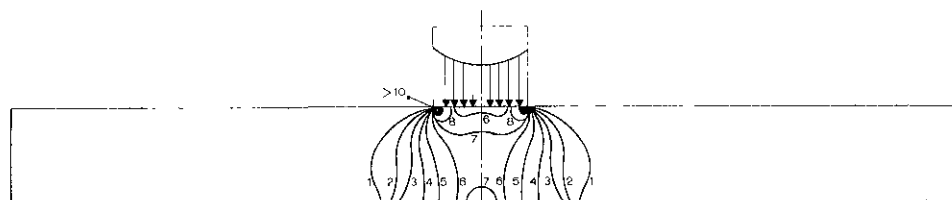
VOORSTELLING VAN HET PROBLEEM t.b.v. CONSO



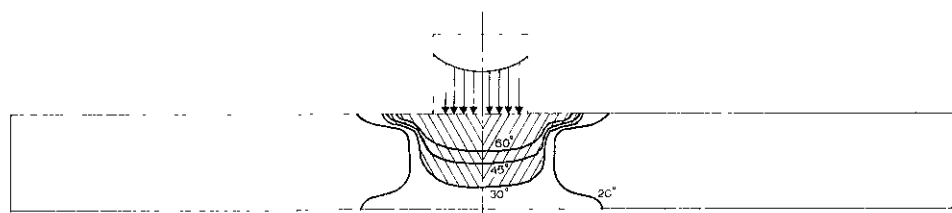
DRUKVERDELING EN VERPLAATSINGEN



SPANNINGSLIJNEN IN HET KORREL SKELET



WATEROVERSPANNINGEN



PLASTISCHE ZONES EN MINIMAAL BENODIGDE SCHUIFWEERSTAND

Fig. 2. Situatie van het sluitgat Kous en van het bouwdoek te Zonnemaire

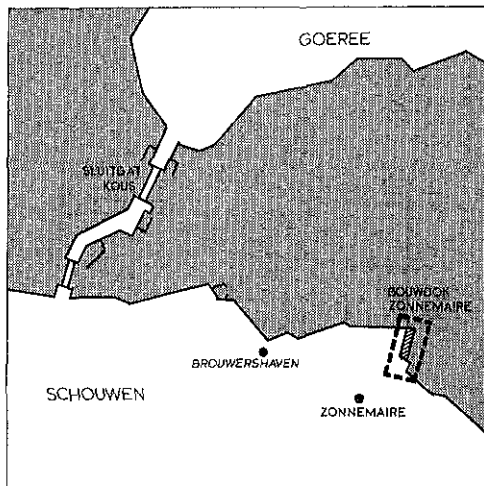
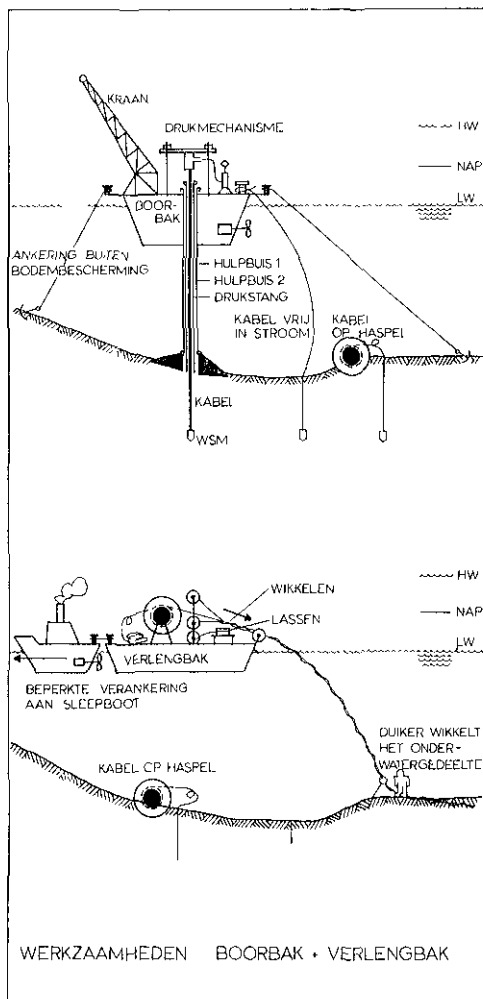


Fig. 3. Werkwijze bij het plaatsen van waterspanningsmeters in het sluitgat Kous



wateroverspanningen onder de caissons in de 'Kous' van groot belang geacht.

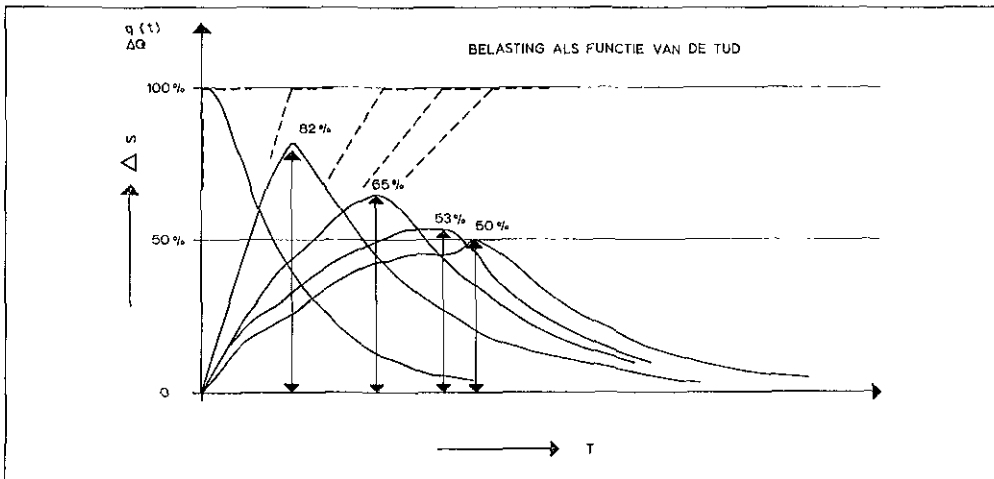
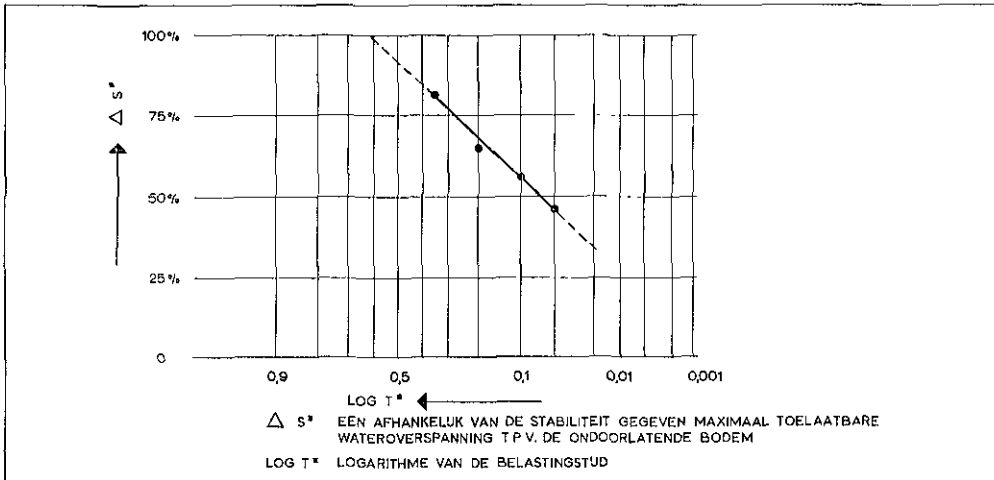
Het gevaar van wateroverspanningen is in de bouwwereld minder bekend wanneer het gaat om bouwwerken die aan trillingen blootstaan en op onder het grondwater gelegen zandlagen worden gefundeerd. Een flatgebouw in Niigata in Japan is tijdens de aardbeving van 1964 scheefgezakt, omdat de trillingen dermate grote wateroverspanningen veroorzaakten dat stabiliteitsverlies niet achterwege kon blijven. De wateroverspanningen ontstonden omdat de zanddeeltjes vanwege de trillingen in een relatief korte tijd een kleiner poriëngehalte of een dichtere pakking wilden gaan aannemen, wat niet kon omdat het grondwater niet zo snel weg kon stromen. Golfklappen op caissons kunnen ook trillingen in de fundering opwekken en op dezelfde wijze tot wateroverspanningen en stabiliteitsverlies leiden. Metingen van wateroverspanningen tijdens een eventuele storm direct na het plaatsen der caissons werden daarom eveneens van belang geacht.

Behalve de grote belastingssnelheid geeft juist de breedte van de caisson aanleiding om extra waakzaam te zijn. Plaatst men een caisson op een relatief dunne en ondoorlatende laag, dan hebben we te doen met één-dimensionale consolidatie en is de snelheid waarmee de wateroverspanningen verdwijnen alleen afhankelijk van de laagdikte en onafhankelijk van de caissonbreedte. De snelheid neemt kwadratisch af als de laagdikte groter wordt. Dit effect staat bekend als het laagdikte-effect. Plaatst men dezelfde caisson evenwel op een relatief dikke tevens ondoorlatende laag dan hebben we te doen met twee- of drie-dimensionale consolidatie,

en treden wateroverspanningen alleen op over de laagdikte waarin de caissonbreedte zich door haar belastingsspreiding doet voelen. Naarmate een constructie breder wordt, neemt ook de dikte van de laag waarover de belastingsspreiding zich doet gevoelen toe, met als gevolg dat de afstromingstijd kwadratisch evenredig toeneemt. Men zou dit het 'breedte-effect' kunnen noemen.

Bij grote laagdikte is de snelheid waarmee de wateroverspanningen verdwijnen dus niet meer afhankelijk van de laagdikte, maar juist alleen van de caissonbreedte. Toch wil dit nog niet zeggen dat een bredere caisson altijd ongunstiger is. Een extra grote breedte geeft bij eenzelfde caisson-gewicht meer spreiding van de belasting en dus ook kleinere waterspanningstoename. Ondanks de kleinere snelheid van afstromen, kan deze

Fig. 4. Afnemende van de maximale wateroverspanning bij afnemende zinksnelheid, in de vorm van een grafiek (boven) en van een diagram.



kleinere toeneming van de waterspanningen toch een kleinere eindspanning geven dan bij een smallere caisson. Het breedte-effect dient daarom steeds in samenhang met het belastingsspreidingseffect gezien te worden

Metingen in het sluitgat 'Kous' stuitten op grote uitvoeringstechnische bezwaren. De waterspanningsmeters die de gegevens voor de meting zouden moeten aandragen, zou men bijvoorbeeld al tijdens de opbouw van de drempelconstructie in het sluitgat moeten aanbrengen. In die periode wordt er echter in een klein gebied druk gevaren, geankerd, steen gestort en bodembescherming afgezonken, zodat de vrij tere kabels die de waterspanningsmeters met het vasteland moeten verbinden, weinig kans maken de periode tot aan de plaatsing der caissons te

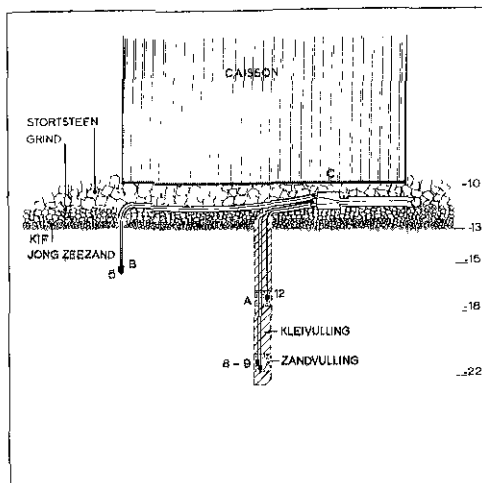


Fig. 5 (boven). De in werking gebleven instrumentatie onder het noordelijk draagvlak van caisson K1 in de Kous.

A – in een boorgat geplaatste
waterspanningsmeter

B – via een sondering geplaatste waterspanningsmeter

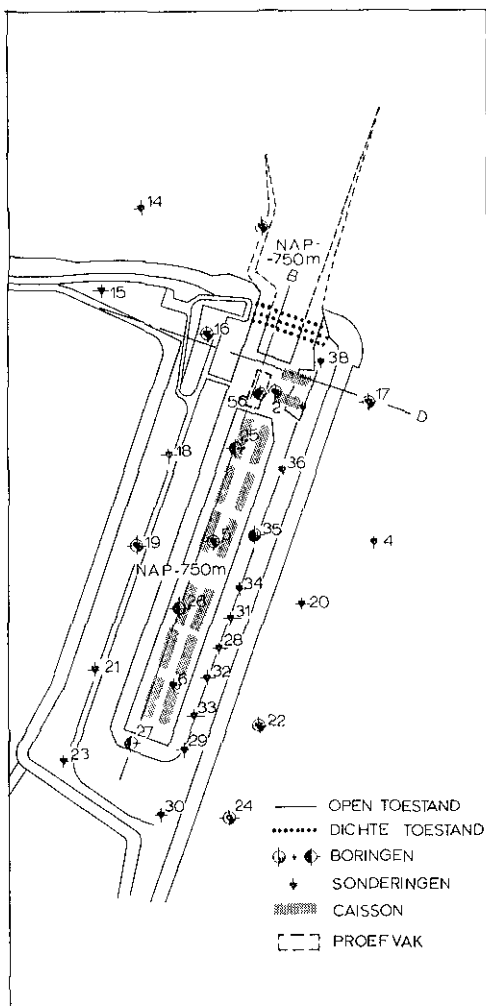
C - laskist

Fig. 6. Geologische profielen en grondslagen

links: situatie bouwdok Zonne-
maire.

rechtsboven: langsprofiel
Zonnemaire;

rechtsbeneden: langspriet
sluitgat Kous



overleven. Daarbij kwam dat dit weergevoelige bedrijf zou moeten worden uitgevoerd in de wintermaanden, dus onder de slechtst denkbare omstandigheden. Bovendien zag men tegen zo'n onderneming op, omdat zij nogal kostbaar is. Men hield haar aanvankelijk liever nog wat in beraad. Later, na enkele minder geslaagde pogingen, is toch besloten tot het aanbrengen van instrumentatie in de 'Kous', zij het in beperkte mate.

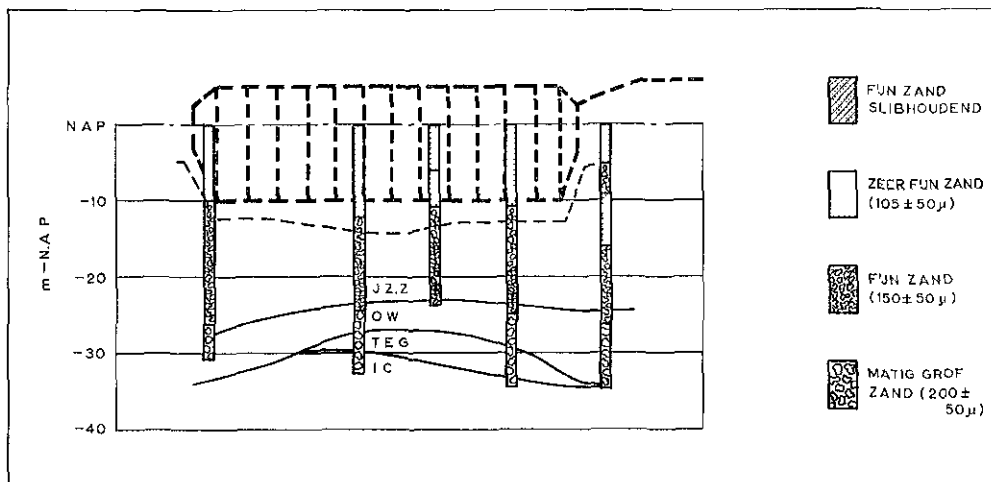
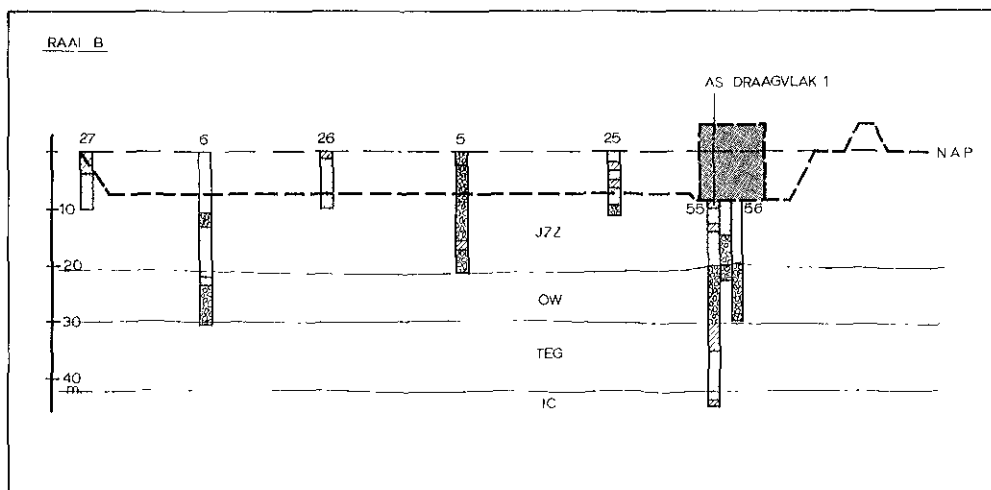
Ondertussen kon wel een proef van een wat rustiger aard worden uitgevoerd in het bouw-dok van de doorlaatcaissons te Zonnemaire. De 'parkeerplaats' in het bouw-dok kon ideaal geschikt gemaakt worden als proefvak voor het afzinken van caissons. Men zou de proef enkele malen kunnen herhalen door de caisson na het afzinken weer te laten opdrijven. Ook kon men een deel van de bodem in het proefvak voorzien van een filtercon-

structie zoals de drempel er in werkelijkheid ook een bevat, en een ander deel niet, zodat het reëel effect van zo'n filter nauwkeurig kon worden vastgesteld.

De bodemgesteldheid in het bouwdok kwam bovendien goed overeen met die in de 'Kous'. Dit is van belang, wil men de resultaten van de metingen in het bouwdok goed kunnen extrapoleren naar het sluitgat 'Kous'. In feite zou het een modelproef zijn, al was de schaal dan ook op ware grootte ingebouwd.

Toch waren er ook bij de proef in het bouwdok enige praktische moeilijkheden te overwinnen. De waterdiepte en derhalve ook de zinkweg van de caisson was er bijvoorbeeld minder dan in de werkelijkheid. Bovendien, van de twaalf aanwezige afsluiters mocht men de acht bodemafsluiters eigenlijk niet gebruiken om niet de kans te lopen dat ze dicht

zouden zanden. Daardoor werd het moeilijk in het bouwdok een even grote belastingssnelheid op te wekken als in het sluitgat. Men moest, om dat te bereiken, in feite alle afsluiters zo snel opdraaien, dat ze alle geheel geopend waren op het moment dat de caisson de bodem raakte, twee minuten na het begin van het afzinken. Een compromis werd gevonden door de aanleg van een stortsteenbed onder de vier bodemafsluiters in het midden van de caisson. Met de vier kopafsluiters erbij mochten er dan in totaal acht afsluiters open. Omdat de proef in het bouwdok een unieke gelegenheid bood om de verschillende berekeningsmethoden te vergelijken die in ontwikkeling zijn ten aanzien van de consolidatie van grondmassa's, is gestreefd naar een instrumentatie die uitgebreid genoeg was om de verschillen tussen de methoden te



kunnen vastleggen. Dat op zichzelf gaf nogal wat moeilijkheden. Dit soort instrumenten en de voor de registratie benodigde hoeveelheid kabels zijn zelden in de hier benodigde hoeveelheden en op zo korte termijn leverbaar. Bovendien werd er een nieuw type elektrische kabel toegepast om de kans op lekkage en daardoor veroorzaakte kortsluiting tegen te gaan. Ook werden enige reservemeters aangebracht voor het geval dat er toch nog kortsluiting zou optreden.

Eenmaal geplaatst, begonnen de waterspanningsmeters een voor een uit te vallen. Uit een uitgebreid onderzoek bleek dat de kabels toch waren gaan lekken omdat zij te vroeg in de afkoelingsfase van het fabricage-proces waren opgerold en daardoor na het uitrollen openscheurden. Het zag er echter naar uit dat er op de voor-

genomen proefdatum, medio november 1970, nog genoeg meters in bedrijf zouden zijn. Een tweede tegenslag deed zich voor toen bleek dat de drijfschotten der caissons teveel lekten om de caissons drijvend te kunnen maken. Nadat zulke drijfschotten gemaakt zijn dient het hout enigszins te zwellen om ze waterdicht te krijgen. Omdat dit zwelingsproces bij vorige caissonsluitingen nogal veel tijd vergde, had men een speciale voegvulling aangebracht. Evenals het nieuwe type kabel bleek het nieuwe type voegvulling, ondanks alle voorzorgen, niet direct te functioneren. De proef moest daardoor worden uitgesteld met het gevolg dat er steeds meer waterspanningsmeters uitvielen. Men bepaalde een uiterste datum waarop de proef nog kans van slagen kon hebben, en bestelde extra pompen om het leegpompen van de proefcaisson te

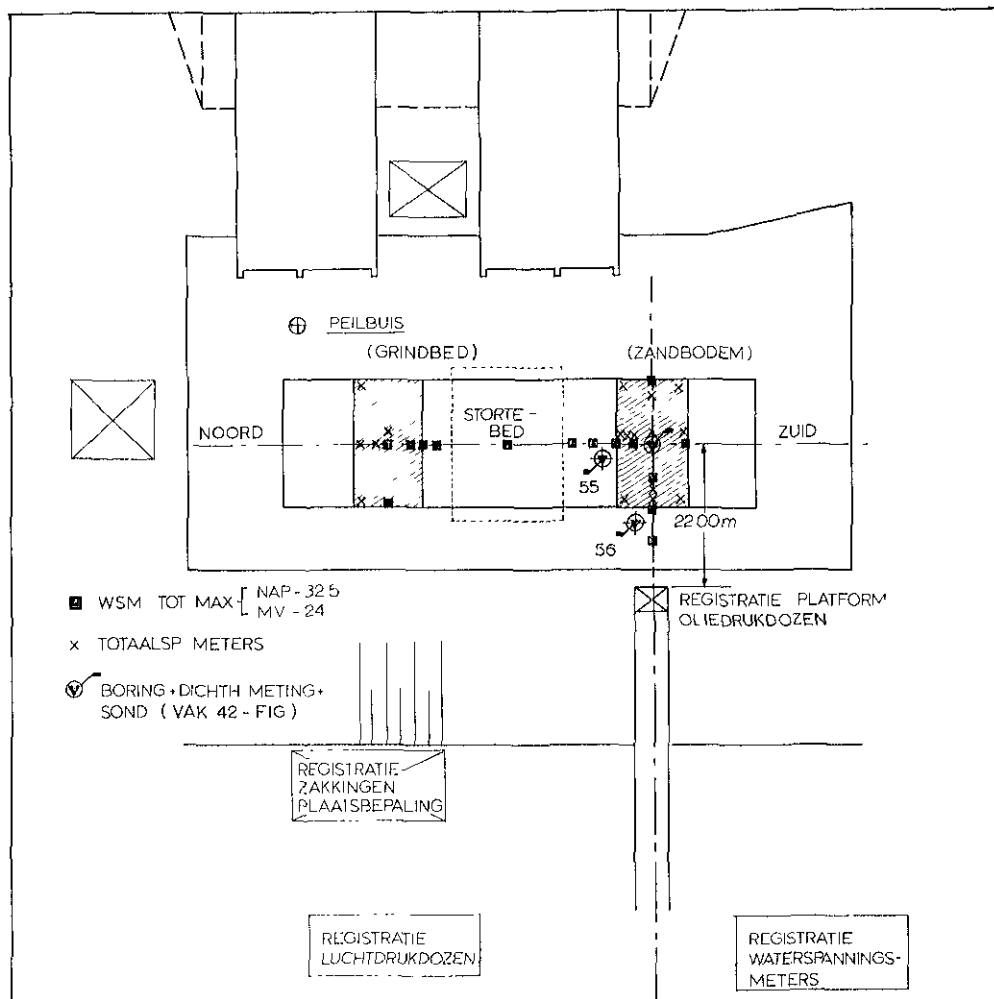


Fig. 7 (links). Overzicht van de instrumentatie en van de meetopstellingen in het bouw-dok te Zonnemaire

De meetopstelling in het bouw-dok te Zonnemaire in beeld



versnellen. Op de ochtend van de dag voor de proef lekten de drijfschotten echter nog zo erg, dat besloten werd het hele bouw-dok leeg te pompen, en eerst die drijfschotten waterdicht te maken.

Omdat het bouw-dok tóch leeggepompt werd, kon men de hele instrumentatie herzien. Begin januari 1971 waren ook de drijfschotten klaar en kon de put weer worden geïnundeerd. Op 27 en 28 januari werden vervolgens met succes vier proeven uitgevoerd.

Intussen was men ook in het sluitgat 'Kous' van het Brouwershavense Gat begonnen meetinstrumenten aan te brengen. De meetinstrumenten zouden verdeeld over 5 raaien onder 3 caissons worden geplaatst en via kabels met registratieapparatuur op de wal verbonden worden. Omdat de drempeldikte nogal varieerde kon door het instrumenteren van verscheidene raaien de invloed van de drempeldikte op de belastingsspreiding nagegaan worden. Om de kans op beschadiging der kabels zo klein mogelijk te houden werd aanvankelijk besloten de meters te plaatsen voordat met de drempelopbouw begonnen zou worden. Dit had het voordeel dat de eerste laag fijn grind die ten behoeve van de drempel aangebracht moest worden, tevens als bescherming der kabels zou kunnen dienen. Een nadeel was echter dat de kabels en de meters over een lange periode, minimaal een half jaar, zouden moeten blijven functioneren. Of dit mogelijk zou zijn viel, de ervaring in aanmerking genomen, nog te bezien.

De meetinstrumenten werden vanaf een boorbak geplaatst op een wijze zoals in figuur 3 staat uitgebeeld. Aanvankelijk werden ze met behulp van sondeerstangen hydraulisch in de bodem gedrukt.

De sondeerstangen vonden steun in een boorbuis die met een zwaar boorblok overeind gehouden werd, onafhankelijk van de bewegingen van het schip.

Na de plaatsing van elk instrument moest de elektrische kabel door een duiker onder het boorblok doorgehaald worden en het boorblok verplaatst worden. Aangezien dit alleen tijdens de kentering kon gebeuren en er dus veel tijd verloren ging, is men er later toe overgegaan waar mogelijk enige meters tegelijk te plaatsen door ze in één boorgat te hangen, en het boorgat daarna weer zorgvuldig op te vullen. Na het plaatsen werden de kabels overgebracht naar een zogenaamde verlengbak waar ze aan op haspels gerolde verlengkabels gelast werden. Nadat alle meters in een bepaalde raai waren geplaatst, werden de kabels met plastic betonbinders

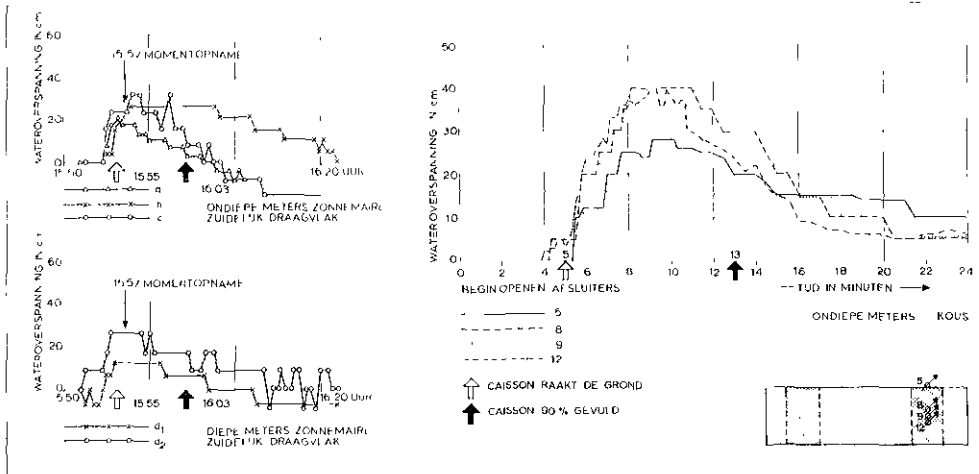


Fig 8. Meetresultaten van wateroverspanningen: het verloop met de tijd van enkele parameters in de proef te Zonnemaire, op 28 januari en in de Kous op 15 april 1971

aan een zware staalkabel bevestigd en al varend op de bodem gevlijd. De staalkabel zelf was met een scheepsanker aan de geulbodem verankerd. Helaas konden de kabels niet helemaal naar de wal gebracht worden omdat er vlakbij de wal nog gebaggerd moest worden. De haspels waarop de kabels gewikkeld waren zijn daarom tijdelijk opgeborgen in een ton en overboord gezet. Na het baggeren zou men ze weer kunnen ophalen en definitief naar de wal brengen. De eerste poging in oktober is geheel mislukt, omdat het weer in de kritieke fase van het leggen der kabels omsloeg. Er was bij deze poging teveel tijd verloren gegaan omdat de kabels met veel moeite onder de ankerdraden van een in het sluitgat geparkeerde zinkponton doorgehaald moesten worden. Bij deze poging gingen alle installaties geheel verloren. Een plotseling opkomende storm dwong het schip waarmee de kabels werden gelegd, uit de koers. De ton waarin de haspels opgeborgen waren kwam in de bezinkingsvelden buiten de drempel terecht. Toen daar enige dagen later de bezinking aangebracht werd, werden de kabels gespannen als snaren en braken. De ton zelf is nimmer teruggevonden. Bij de tweede poging verliep alles vlot, ook het weer terugvinden van de ton. Toch bleken de naakte kabels op de zeebodem zo kwetsbaar te zijn dat ze plaatselijk waren gaan lekken. Besloten is toen de volgende poging tot een latere fase van het bouwen van de drempel uit te stellen en de kabels zodanig te wapenen dat zelfs een steenbestorting er geen schade meer aan kon toebrengen.

Bovendien is besloten de kabels buiten het nog te baggeren gedeelte om naar de wal te

Fig. 9. Momentopnamen met contour-interpretaties van de wateroverspanningsmeting in het bouwdok te Zonnemaire, 28 januari 1971

brengen. Deze beslissingen maakten het mogelijk dat de meters aanzienlijk korter voor de meting geplaatst werden. De kans op uitval na het plaatsen werd daardoor kleiner. Tenslotte is besloten het aantal meetinstrumenten te beperken tot 12 en ze alle onder de eerste caisson te plaatsen. Daarmee werd afgezien van het meten van het effect van de drempeldikte op de belastingsverspreiding en op de wateroverspanningen.

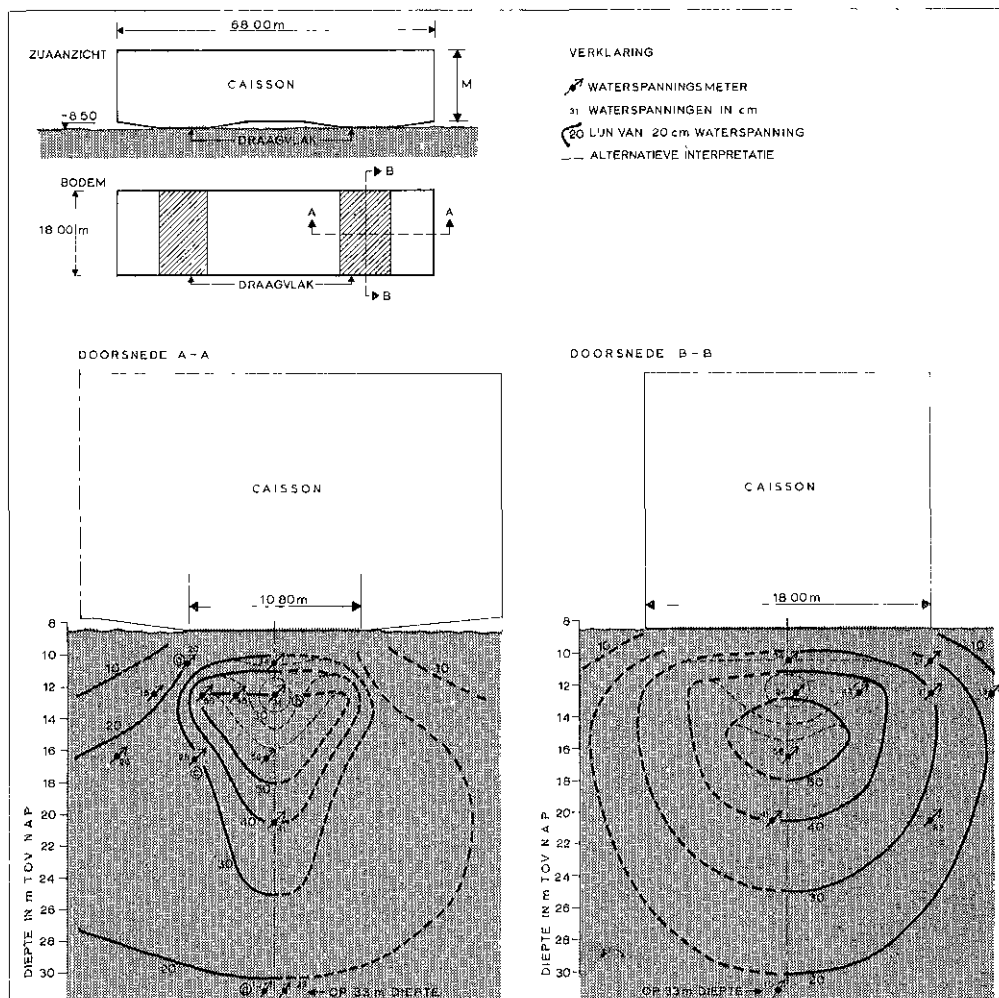
Zoals bij een proef in de stroomgoot bij de stuw in Lith was gebleken, vormde een bekleding der kabels met plastic slangen een afdoende bescherming tegen een zelfs zware steenbestorting. In januari 1971 konden tijdens een 10 dagen durende windstille periode twaalf meters in de drempel van de 'Kous' worden geplaatst. Drie maanden later, in april, kort voor het baggeren ten behoeve van de plaat-

sing van de landhoofdcassons, werkten er nog zes meters. Enkele dagen daarna, tijdens de eigenlijke meting bij de plaatsing van de eerste doorlaatcaisson, waren er nog vier in bedrijf. Ondanks de voorzorgen en de controle tijdens het baggeren waren er toch nog twee meters door onklaar geraakt. Twee dagen na de meting werkte er nog maar één meter. De kabels waren waarschijnlijk een voor een langzaam afgeknepen door het gewicht der caissons.

De meting tijdens het afzinken van de eerste doorlaatcaisson was een succes. De resul-

taten kwamen overeen met die van de proef in het bouwdok. De wateroverspanningen bleken zo laag dat men niet behoefde over te gaan tot het vertraagd afzinken der caissons.

De meting van wateroverspanningen onder invloed van golfklappen kon door het uitvallen der meters daarna niet meer verwezenlijkt worden. Trouwens het weer was eigenlijk te rustig. Voordat de eerste golfklap van belang de caissons had kunnen treffen, waren ze al ingebed in zand.



Ingevolge een in 1971 genomen besluit zullen de sluitgaten in de dam door de Oosterschelde worden afgedicht met behulp van kabelbanen. De afsluiting zal een gezamenlijke inspanning zijn van verschillende diensten van de Rijkswaterstaat, namelijk de Deltadienst, de directie Bruggen en de directie Sluizen en Stuwen. De Deltadienst heeft te zorgen voor de bouw van de afsluitdam en de bescherming van de bodem. De taak van de directie Sluizen en Stuwen bestaat in de bouw van twaalf kabeltorens en van de betonnen walinstallaties, en in de vervaardiging van betonblokken. De directie Bruggen realiseert de pyloonkoppen, de vaste rails, de kabels en het mechanische gedeelte en de gondels.

De drie sluitgaten waarover de kabelbanen zullen lopen, zijn: de Hammen, tussen het vasteland van Schouwen en het werkeiland Roggenplaat; de Schaar van Roggenplaat, gelegen tussen de werkeilanden Roggenplaat en Neeltje Jans; en de Roompot, die ligt tussen het werkeiland Noordland en het vasteland van Noord-Beveland. Zoals de lezer bekend zal zijn, werd reeds eerder, in 1972, een damgedeelte aangelegd tussen de werkeilanden Neeltje Jans en Noordland, waarmee de stroomgeul Geul werd afgesloten. Over elk der drie overgebleven sluitgaten zal een afzonderlijke, op zichzelf staande kabelbaan worden gebouwd.

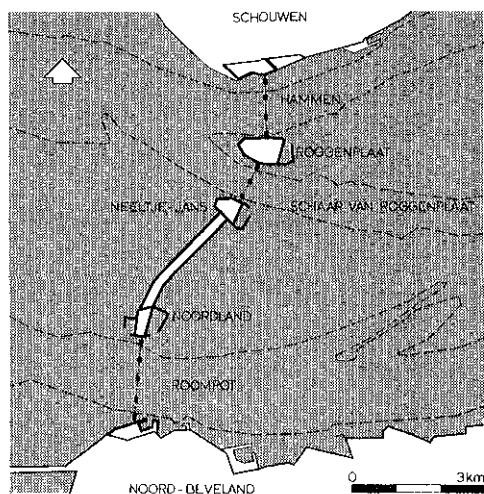
De ontwerpen van de kabelbanen over de Hammen en de Schaar van Roggenplaat wijken in opzet weinig af van het ontwerp dat is uitgevoerd voor de kabelbanen over het Brouwershavense Gat. Wederom is uitgegaan van een evenwichtssysteem, waarbij de spanning in de kabels bij verschillende belasting steeds nagenoeg dezelfde blijft, en waarbij gebruikt wordt gemaakt van een vaste verankering aan de ene zijde en een beweegbaar contragewicht aan de andere zijde van elk der twee kabels die samen een kabelbaan vormen. De twee kabels van de kabelbaan over de Roompot bestaan daarentegen elk uit twee gedeelten. Deze twee kabelgedeelten komen bij toren 4, en hebben daar hun vaste verankering, terwijl de kabeleinden aan contragewichten zijn verbonden. Opnieuw zullen aan iedere zijde van elke kabelbaan vaste railgedeelten worden gemonteerd waarin draaischijven zijn opgenomen om de gondels van de ene op de andere kabel te brengen.

In het hiernavolgende zal verder worden in-

De torens van de kabelbanen over de drie sluitgaten in de Oosterschelde

gegaan op het tot stand komen van het ontwerp voor de draagtorens in de Oosterschelde, die qua constructie aanmerkelijk zullen afwijken van de ontwerpen die eerder werden toegepast bij de afsluitingswerkzaamheden in het Deltagebied.

Aangezien het mogelijk is de torens op verschillende wijzen te bouwen, waarbij men zich de constructie zowel kan denken in beton als in staal of in een combinatie van beide, leek het uit een oogpunt van prijsbepaling niet verstandig, één ontwerp van de Rijkswaterstaat bij voorbaat aan de gegadigde aannemers voor te schrijven, zonder kennis te hebben genomen van andere mogelijkheden, die wellicht in de ogen van de aannemers de voorkeur verdienden. Bij deze uitzonderlijke constructies hangt het ontwerp mede sterk af van het bij de uitvoering te



gebruiken materieel, terwijl ook de voorgestelde werkwijze er een integrerend deel van uitmaakt.

Het is om deze reden dat aan een zestal aannemersbedrijven werd gevraagd om een ontwerp aan te bieden op basis van duidelijk gestelde randvoorwaarden en andere noodzakelijke gegevens.

Het is duidelijk dat bij deze wijze van aanbesteding niet alleen de kosten maatgevend mogen zijn voor de keuze van het ontwerp dat gerealiseerd zal worden, maar dat ook de kwaliteit van het ontwerp en de voorgestelde uitvoeringswijze bepalend zijn voor de keuzevorming.

De afsluiting van de Oosterschelde is het moeilijkste Deltawerk. De ver vooruitgeschoven ligging maakt dat de omstandigheden voor de uitvoering bijzonder zwaar zijn. Zoals gebruikelijk bij werken buitengaats zal getracht moeten worden de torenconstructies zeer snel te plaatsen, terwijl het mogelijk moet zijn om het werk bij eventuele onderbreking door storm veilig achter te laten, zonder grote kans op schade. Over het algemeen kan men zeggen dat in zulke gevallen een eenvoudige opzet van de constructie leidt tot de snelste en veiligste bouwmethode.

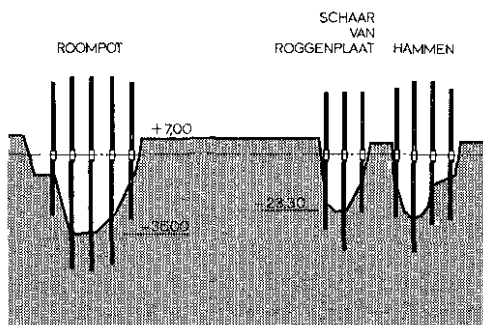
De uitvoering zal voorts gebaat zijn bij toepassing van zeer zwaar materieel, dat zo weinig mogelijk hinder ondervindt van deining en windgolven uit zee.

Randvoorwaarden

Uitvoerige studies in de jaren die vooraf gingen hebben geleid tot opstelling van de randvoorwaarden waaraan de constructies moeten voldoen. Vooral vanwege de grote diepte van de geulen en de zeewaartse ligging van het werkterrein moesten extreem hoge belastingomstandigheden worden berekend. Aan de uitgenodigde aannemersbedrijven werden de noodzakelijke gegevens en randvoorwaarden verstrekt, zoals de plaats waar de torens moesten worden ongericht; de hoogteligging van de draagkabels ter plaatse van de torens; de maximaal toegestane afmetingen van de torens; de plaats van de funderingspalen ten opzichte van elkaar en de toelaatbare helling ervan. Ook werden grondgegevens verschaft, die waren verkregen uit grondboringen en dieptesonderingen; de waterstanden met bijbehorende frequenties en gegevens omtrent golfhoogten en stroomsnelheden; de bodemligging ter plaatse van de torens, en de aldaar te verwachten uitschuringen.

Dan werd gedefinieerd aan welke belastingen

de torens onderhevig zullen zijn of zullen kunnen zijn: krachten die de kabels erop uitoefenen, windbelasting, de golfbelasting, de belasting die kan ontstaan ten gevolge van niet gelijkmatig storten van betonblokken aan weerszijden van een toren, het eigen gewicht van de op de torens te plaatsen pyloonkoppen, en de bij een eventuele aanvaring op te nemen energie ten gevolge van een scheepsstoot. Tenslotte werd meegedeeld welke bewegingen der torens toelaatbaar werden geacht ter plaatse van de kabelophangingen, welke spanningen er in de toe te passen materialen mochten optreden, en in welke materialen de torens moesten worden uitgevoerd: staal, beton of beton en staal. Als resultaat van het aan zes aannemers gericht verzoek om een aanbieding te doen, kwamen negen ontwerpen binnen, ieder vergezeld van een prijsopgave. Bij de beoor-



Boven: Geschematiseerd lengteprofiel van de Oosterschelde-afsluiting met de torens van de kabelbanen

Links: Situatie van de werkeilanden en sluitgaten in de Oosterschelde

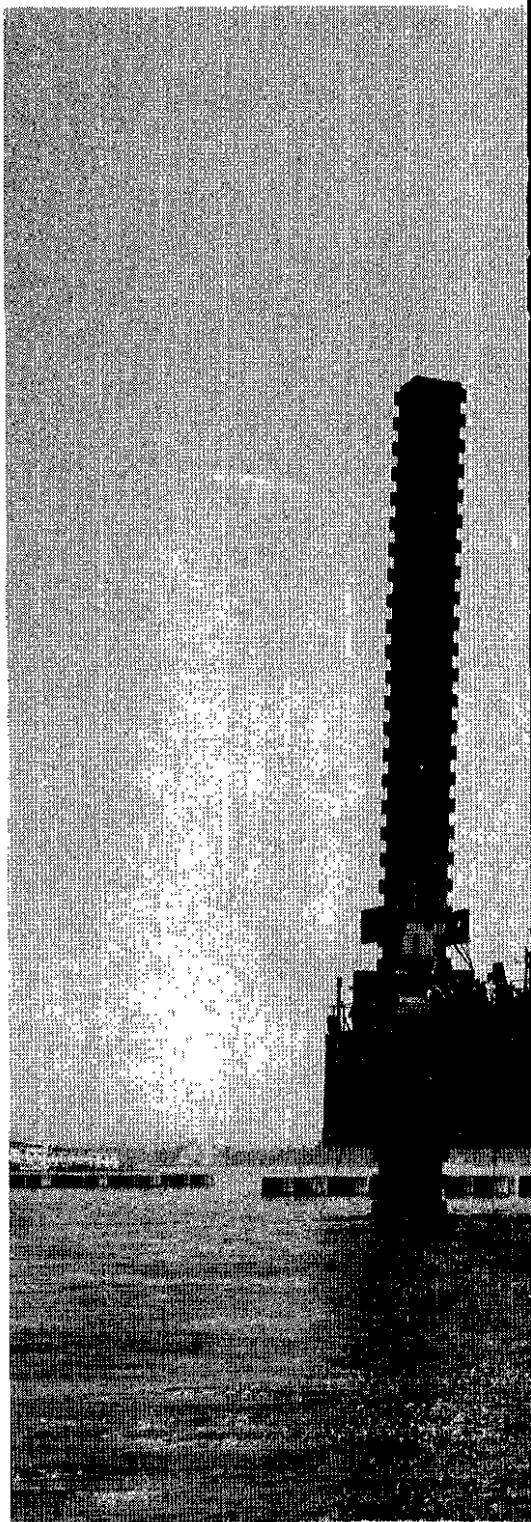
Kraaneiland dat zal worden gebruikt bij de plaatsing van de draagtorens in de Oosterschelde

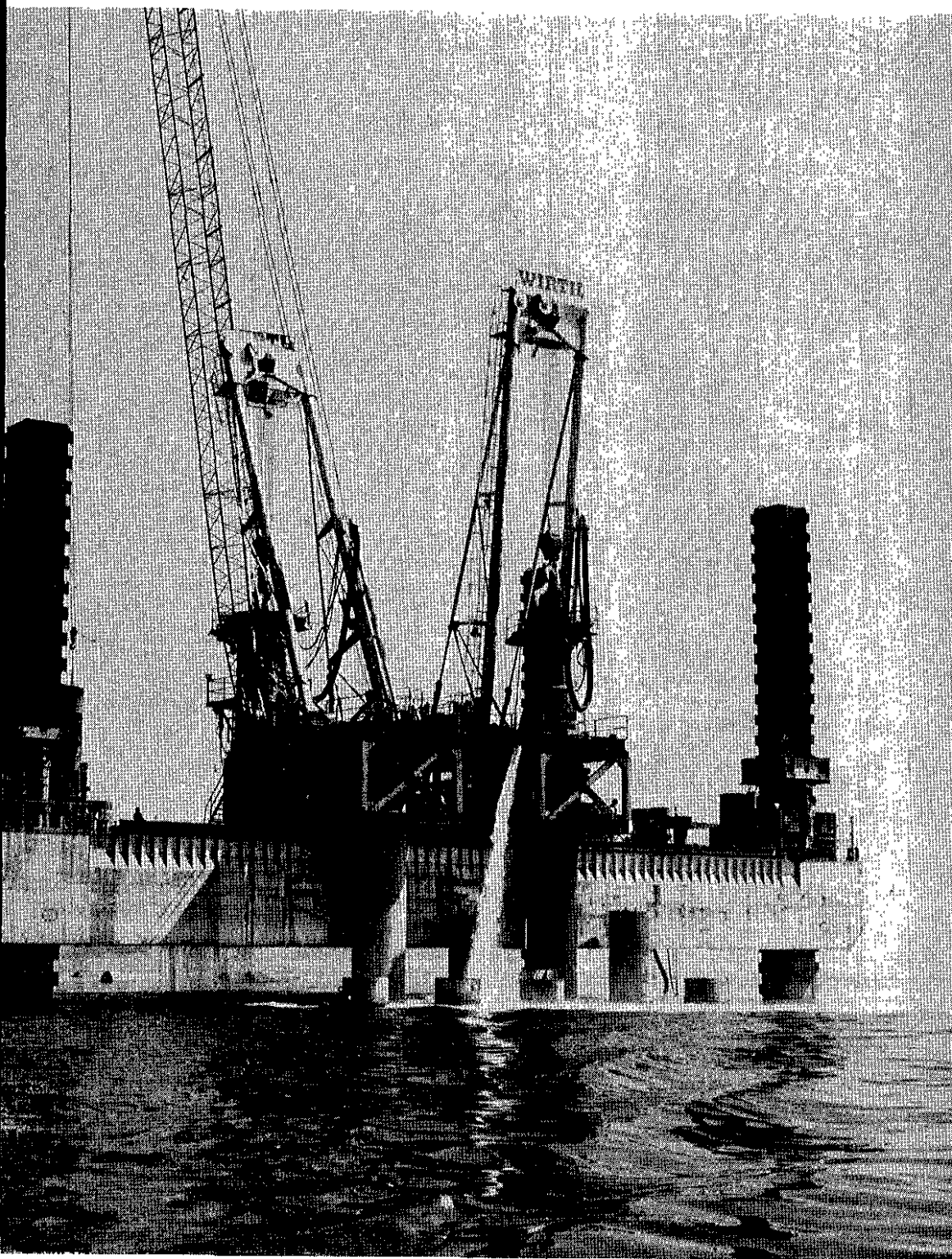
deling van deze ontwerpen speelden drie criteria de belangrijkste rol. Ten eerste diende te worden gecontroleerd of de ontwerpen voldeden aan de gestelde randvoorwaarden. Daarna dienden de voorgestelde constructies en hun wijze van uitvoering te worden bekeken; en vooral deze laatste bijzonderheid vormde bij de vaststelling van de keuze een belangrijke overweging. Tenslotte werden dan de kosten van de totale uitvoering der verschillende ontwerpen in ogenschouw genomen

Op kleine details na voldeden alle ingediende ontwerpen aan de gestelde randvoorwaarden. Onder de negen ontwerpen was één betonontwerp, zes staalontwerpen en twee ontwerpen waarin staal en beton beide werden gebruikt. Vanwege de zware randvoorwaarden met betrekking tot de in de pyloonkoppen toelaatbare bewegingen zijn de staalconstructies in het algemeen zwaarder ontworpen dan in verband met de toelaatbare staalspanningen noodzakelijk zou zijn geweest. Hierdoor komt het dat de staalconstructies een grotere reserve aan opneembare belasting hebben dan de betonconstructies, waarvan de afmetingen niet zozeer worden bepaald door de toelaatbare bewegingen als wel door de toelaatbare spanningen.

Doordat de torens maar gedurende een betrekkelijk korte tijd in het zoute water behoeven te staan, speelt de corrosie van het staal slechts een onbelangrijke rol.

Zoals reeds werd uiteengezet, is het bij werk buitengaats zaak de handelingen op de bouwplaats tot een minimum te beperken. Uitgaande van dit ervaringsgegeven is de voorkeur gegeven aan een ontwerp waarbij de torens slechts uit één stalen paal bestaan.





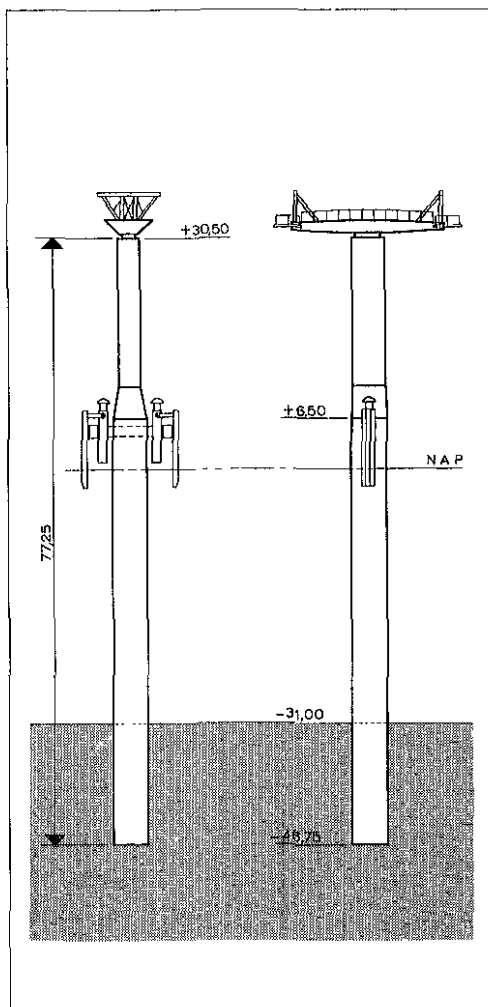
Naast de constructieve beoordeling was tevens het voor de plaatsing te bezigen materieel van belang. Uitvoering met behulp van een kraaneiland, dat met palen op de zeebodem staat en zich boven de zeespiegel en de golven verheft, heeft dan ook grote voordelen boven een drijvende bok, omdat bij uitvoering van het werk met een kraaneiland weinig nadelige invloed wordt ondervonden van deining en windgolven.

Bij werken vanaf een kraaneiland kan bovendien de plaatsingsnauwkeurigheid groter zijn dan bij gebruik van een drijvende bok. De lange staalkabels die voor de verankering van een bok nodig zijn, kunnen bij plaatsing van een kraaneiland worden gemist, en aldus wordt aan het varend bedrijf in de Oosterschelde, dat werkzaamheden verricht ten behoeve van de dammenbouw door de Delta-dienst, meer vrijheid van beweging gegeven, terwijl men niet de kans loopt met de ankers het zinkwerk te beschadigen. Om al deze redenen is gekozen voor een ontwerp in staal van Mannesmann Nederland BV, mede omdat de aangeboden prijs een van de laagste was.

Het gekozen ontwerp

Bij het gekozen ontwerp worden de torens gevormd door één enkele paalconstructie; alleen toren 4 van de kabelbaan over de Roompot, die immers meteen moet dienen als vaste verankering van twee kabelbanen, bestaat uit twee palen, die aan de bovenzijde, onder de pyloonkop, star met elkaar worden verbonden.

Bij de enkelvoudige torens onderscheidt men drie elementen: funderingspaal, pyloon en verloopstuk. De funderingspaal is het gedeelte tussen de torenpunt en N.A.P. $+ 4,00$ m; hij bestaat uit een ronde stalen buis met een over de gehele hoogte gelijkblijvende diameter en wanddikte. Diameter en wanddikte verschillen van paal tot paal en zijn daarin aangepast aan de op de betreffende toren werkende belastingen en de toelaatbaar gestelde bewegingen. De pyloon zelf loopt van N.A.P. $+ 10,50$ m tot de onderzijde van de pyloonkop; hij bestaat uit een platte stalen buis waarvan de afmeting in de richting van de draagkabels gelijk is aan de diameter van de funderingspaal en die loodrecht op de richting van de kabels $2,50$ m meet. Deze laatste afmeting kon niet groter worden gekozen in verband met de voor de passage der gondels benodigde ruimte. Het verloopstuk, dat de beide hiervoor omschreven delen met elkaar verbindt en de overgang van ronde naar platte buis vormt, wordt eveneens uitgevoerd in staal.

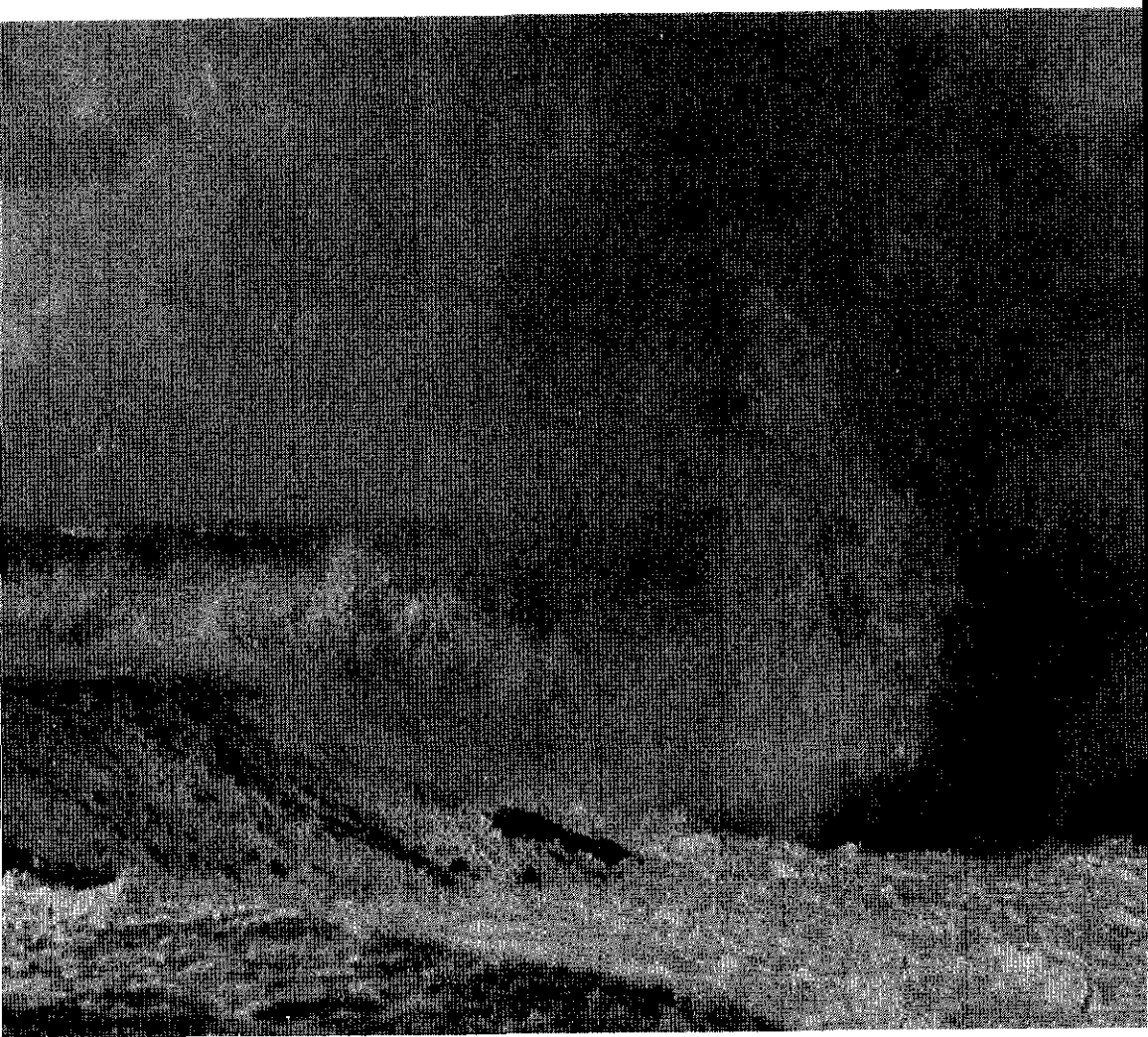


Zij- en vooraanzicht van een draagtoren volgens het ontwerp-Mannesmann

De torens worden geplaatst met behulp van het op de foto afgebeelde kraaneiland. Eerst wordt de funderingspaal door de kraan in verticale stand gebracht en in een aan het eiland bevestigd verstelbaar hef-frame geplaatst. Met behulp van dit hef-frame is het mogelijk de paal met grote nauwkeurigheid op de juiste plaats te houden. Men maakt bij de plaatsbepaling onder meer gebruik van laserstralen. Staat de paal in de juiste positie, dan wordt hij door heien op diepte gebracht. Wanneer het op een gegeven moment niet meer mogelijk zou blijken de paal verder te heien, bijvoorbeeld omdat zich een prop onder de paal had gevormd, of omdat de wrijving langs de paal de heikrachten te boven zou gaan, dan wordt er tijdelijk binnen de paal gecutterd, waarbij er zorg voor wordt gedragen dat de grondslag rondom de paal en bij de paalpunt niet wordt verstoord. Nadat de paal op diepte is gekomen, wordt hij aan de bovenzijde afgebrand op N.A.P. + 4,00 m. Het verloopstuk en de pyloon, die aan land als één geheel zijn geprefabriceerd, worden dan met behulp van het kraaneiland op de funderingspaal geplaatst en met tijdelijke bevestigingen vastgezet. Wanneer is gecontroleerd of de pyloon de juiste afstand heeft, wordt de naad tussen funderingspaal en verloopstuk afgelast. Om de top van de toren precies op de vereiste plaats te krijgen kan men, bij wijze van laatste correctie, de pyloon met verloopstuk een kleine hellingshoek geven ten opzichte van de funderingspaal. Na de definitieve bevestiging van de pyloon wordt tenslotte de pyloonkop met de kraan bovenop de toren geplaatst en in de juiste stand gesteld en vervolgens met voorspanstaven op de pyloon gespannen. Ook deze verbindingsconstructie is zo ontworpen dat kleine plaatsafwijkingen nog kunnen worden gecorrigeerd.

De torens worden aan twee zijden voorzien van verende constructies om een eventuele scheepsstoot loodrecht op de kabelrichting af te zwakken en daardoor te garanderen dat de beweging van de pyloonkop het toegestane maximum ook bij een aanvaring niet overschrijdt. Daarbij is er van uitgegaan, dat zo'n scheepsstoot aangrijpt tussen N.A.P. - 2,00 m en N.A.P. + 2,00 m. De verende constructie bestaat uit een Azobéhouten schot dat reikt van N.A.P. - 2,00 m tot N.A.P. + 7,50 m en dat aan de bovenkant scharnierend en op N.A.P. + 5,00 m verend is verbonden met een verticale stalen buis, die op zijn beurt middels een horizontale buis aan de toren is bevestigd. Tussen het houten schot en de verticale buis is voor de verende oplegging

een rubberblok aangebracht. Om deze beschermende constructie te beschermen tegen vallende betonblokken is ook op de verticale buis een rubberen stootblok geplaatst. Het maximaal optredende moment bedraagt, uitgaande van de gestelde randvoorwaarden, ongeveer 13 000 t.m. bij de laagste torens. De totale kosten van het omschreven werk belopen 17,5 miljoen gulden.



Verloop van waterstanden en golven gedurende de storm van 12 en 13 november 1972



In de nacht van 12 op 13 november werd ons land geteisterd door een korte maar hevige storm. In de loop van de avond van 12 november stak hij vanuit het zuiden op, terwijl de wind ruimde naar het westen. De storm bereikte zijn hoogtepunt in de vroege ochtend van 13 november. Daarbij werden gemiddelde windsnelheden van ongeveer 25 m/sec gemeten, met windvlagen tot boven de 40 m/sec. Tegen de avond van 13 november was de wind weer afgezwakt tot snelheden van ongeveer 8 m/sec.

Deze storm werd veroorzaakt door een actieve depressie, waarvan de kern ten noorden van het Waddengebied in oostelijke richting trok. Hij ging gepaard met aanzienlijke waterstandsverhogingen en hevige golfbeweging. In de afgesloten waterbekkens in het Delta-gebied veroorzaakte hij waterstandsverschillen van soms wel enkele decimeters. Op 13 november zou onder normale omstandigheden een getij zijn opgetreden, enigszins lager dan het gemiddelde getij. De storm heeft echter ondanks zijn vrij korte duur de waterstanden langs onze kust hoog opgejaagd. Bij IJmuiden steeg het water zelfs tot 30 cm boven het grenspeil, dat is het peil dat gemiddeld eenmaal per 2 jaar wordt overschreden. De hoogste gemeten waterstanden in Hoek van Holland bedroegen 2,3 m boven N.A.P. Zeewaarts van de Haringvliet-sluizen werd een peil van 2,8 m boven N.A.P. bereikt, terwijl bij Burghsluis een waterstand van 2,4 m boven N.A.P. werd geconstateerd. De verhogingen ten opzichte van de voor spelde waterstanden bedroegen hier respectievelijk 1,6, 2,0 en 1,3 m. Zouden deze waterstandsverhogingen tijdens springtij opgetreden zijn, dan zou zowel bij Hoek van Holland als zeewaarts van de Haringvliet-

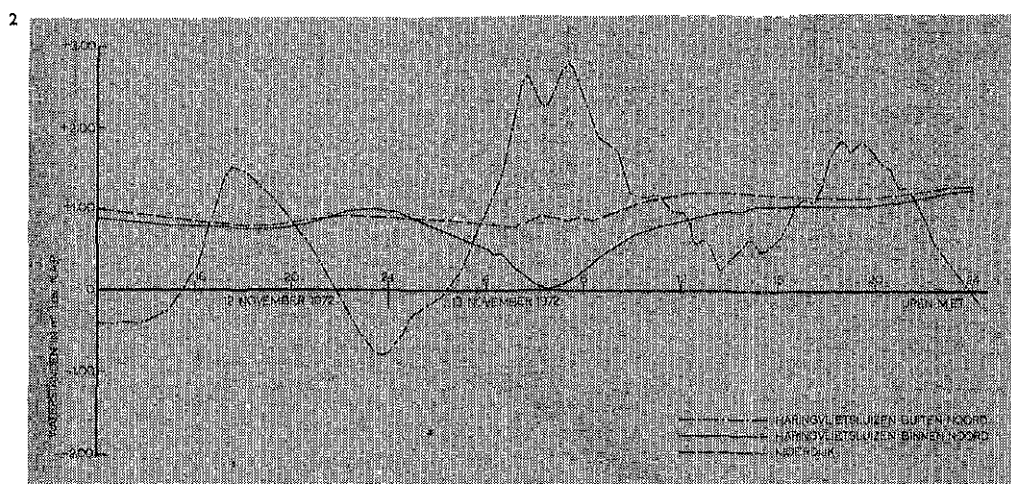
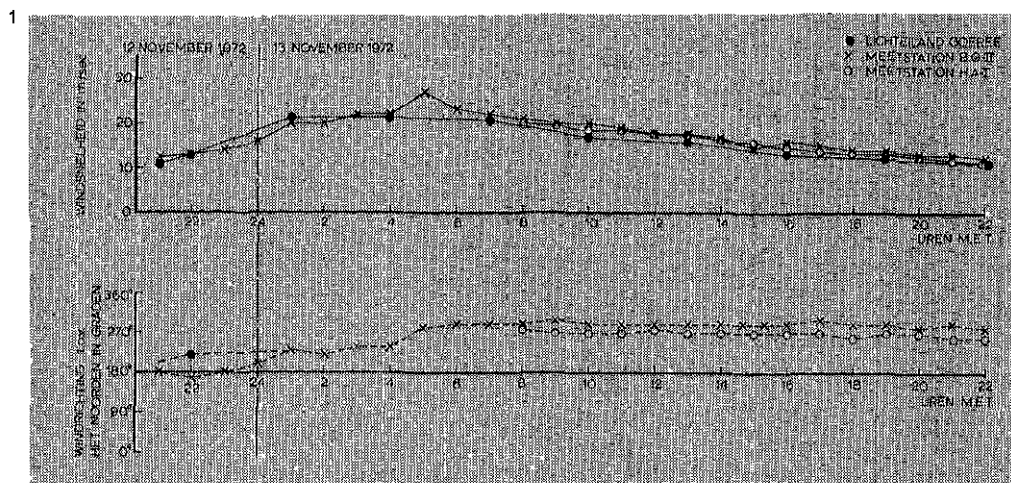
sluizen het grensperil met enkele decimeters zijn overschreden. De vermelde waterstanden zijn, volgens de voor stormvloedën geldende classificatie, echter nog altijd betrekkelijk laag te noemen.

Uit de waterstandsgegevens van Hoek van Holland en van de Haringvlietssluis valt af te leiden dat de opwaaiing in de mond van het Haringvliet een extra verhoging van 30 à 40 cm heeft veroorzaakt. Aan de riviervlakte vond een afwaaiing plaats van 75 cm, terwijl de waterstand bij Willemstad als gevolg van opwaaiing weer 15 cm hoger werd. Het maximale verval tussen beide plaatsen bedroeg dan ook 90 cm. Zo grote vervallen als gevolg van het windeffect werden nog niet eerder waargenomen.

In het Grevelingenmeer traden analoge effecten op: in het westen van het bekken, bij de

Brouwersdam, een verlaging van de waterstand als gevolg van afwaaiing, en oostwaarts, bij de Grevelingendam, een verhoging als gevolg van opwaaiing. De verlaging en verhoging bedroegen 20 en 25 cm, hetgeen resulteerde in een verval van maximaal 45 cm. De grootste waargenomen stroomsnelheid bedroeg onder deze omstandigheden 0,3 m/sec.

In het gehele Oosterscheldebekken zijn de waterstanden verhoogd als gevolg van de wind. Terwijl de maximale verhoging van de waterstand in de mond van de Oosterschelde nog niet hoger was dan 1,3 m, liep zij in de omgeving van Zierikzee en Wemeldinge op tot 1,6 m en in het meest oostelijk deel van het Oosterscheldebekken bedroeg ze zelfs 1,8 m. Het traject Mastgat-Zijpe-Krammer-Volkerak toonde eenzelfde tendens, de



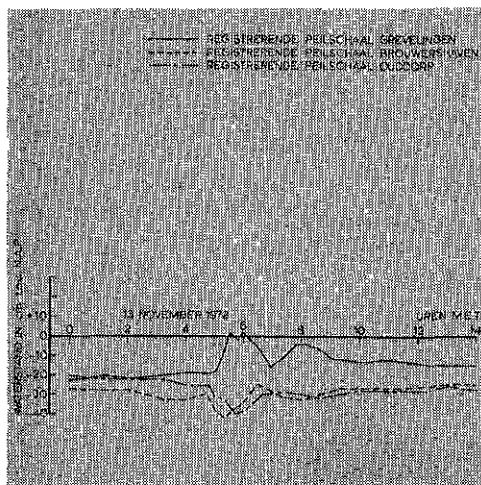


Fig. 1 Verloop van windsnelheid en windrichting in enkele meetstations

Fig. 2. Verloop van de waterstanden in het Haringvliet-bekken gedurende de storm

Fig. 3. Verloop van de waterstanden in het Grevelingenmeer gedurende de storm

grootste verhoging bij de Volkerakdam bedroeg eveneens 1,8 m.

In het afgesloten bekken van het Veerse Meer werd, analoog aan het Grevelingenmeer, in het westen een verlaging geconstateerd en in het oosten een verhoging. Bij Veere werd een verlaging van 10 cm waargenomen terwijl de verhoging bij Katseveer zelfs 30 cm bedroeg, hetgeen een maximaal verval betekent van 40 cm.

Het is opmerkelijk dat ondanks de relatief korte duur van de storm toch zulke grote vervallen zijn opgetreden. Hierdoor kunnen vrij belangrijke watersnelheden in de bekkens optreden.

Het is duidelijk dat de storm ook de golfbeweging voor de kust van Nederland aanzienlijk heeft beïnvloed. Doordat hij vanuit het zuiden opstak en vervolgens ruimde naar

het westen zijn de uiteindelijke golfhoogten enigszins beperkt door de bij deze richtingen behorende relatief kleine strijklengte van 140 km over het water. Zou de storm uit het noordwesten zijn opgestoken dan waren er nog hogere golven voorgekomen. Ondanks deze beperkende invloed van de strijklengte zijn in het Deltagebied door een aantal golfmeetstations vrij hoge golven waargenomen. Om een indruk te geven van het verloop van de golfbeweging tijdens de storm in het Deltagebied is een aantal geregistreerde golfwaarnemingen met behulp van enkele computerprogramma's verwerkt. Fig. 4 geeft een overzicht van de diverse meetstations die tijdens de storm informatie over de golfbeweging hebben verzameld. Van deze meetstations bevindt zich TR-I in circa 16 m diep water, BG-II staat op een diepte van 10 m,

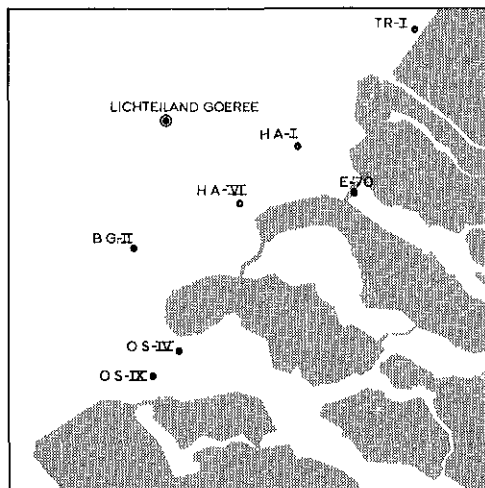


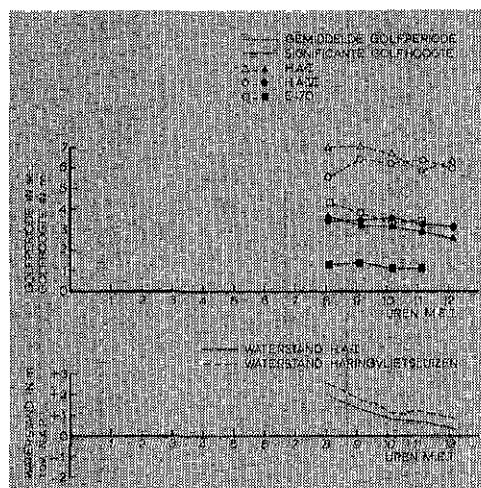
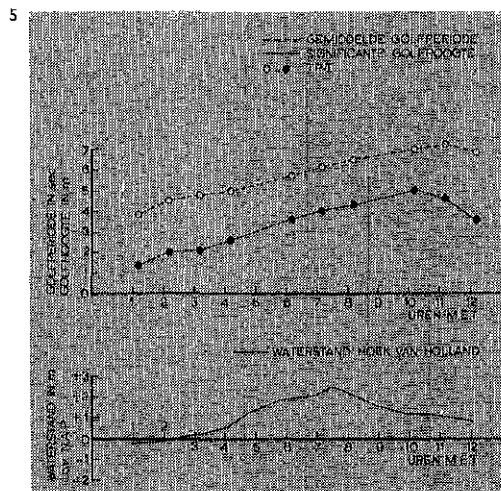
Fig. 4. Situatie van de in het artikel genoemde meetstations

Ha-I en Ha-II op een diepte van 5 m, terwijl de overige meetstations eveneens op een diepte van 5 m, maar meer landinwaarts staan.

De meetstations OS-IX, OS-IV, BG-II en TR-I hebben gedurende zowel de 12de als 13de november registraties verzameld; de meetstations Ha-I, Ha-VI en E-'70 hebben door omstandigheden pas de 13de november vanaf 8 uur waarnemingen kunnen doen.

Uit al deze registraties zijn diverse golfparameters berekend. In fig. 5 is het verloop weergegeven van de gemiddelde golfperiode en van de significante golfhoogte. Duidelijk valt de invloed op van de variërende windsnelheid en van de variërende waterstand als gevolg van het getij. Door het meetstation TR-I is zowel de hoogste significante golfhoogte als de grootste gemiddelde golf-

Fig. 5. Verloop van waterstand, gemiddelde golfperiode en significante golfhoogte in enkele meetstations



periode waargenomen. 5.0 m en 7,2 sec. Daar werden zelfs enkele golfhoogten van 7,5 m geconstateerd. Deze waarden traden 1 à 2 uur na H. W. op, toen de windsnelheid al enige tijd aan het afnemen was. Evenals voor de waterstanden gold, zijn de hoogste waarden voor significante golfhoogten en gemiddelde golfperiodes geconstateerd voor de kust van IJmuiden. Op 13 november om ongeveer 10 uur 's morgens is 12 km ten noordwesten van IJmuiden een golfbeeld waargenomen met een significante golfhoogte van 6,2 m – bij een maximale golfhoogte van bijna 10 m – en een gemiddelde golfperiode van 8,5 sec.

Aan de zeewaartse rand van de mond van het Haringvliet bedroegen de significante golfhoogte en de gemiddelde golfperiode 3,6 m en 7,0 sec terwijl meer landwaarts als

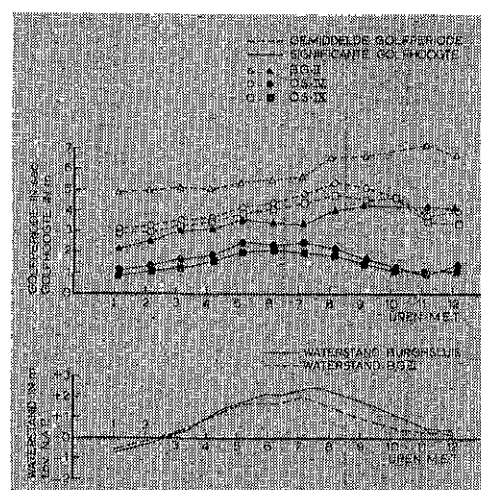
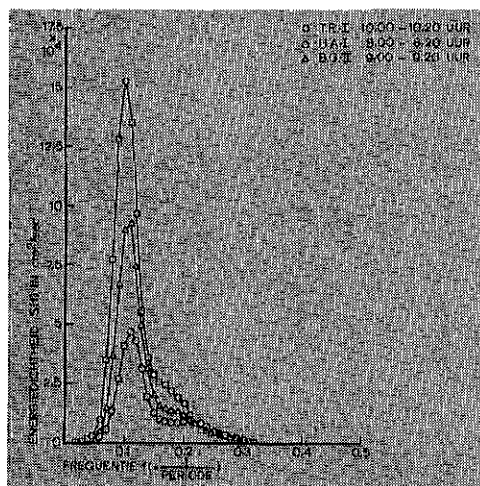


Fig. 6. Golfspectra met de meeste energie van de drie meest zeewaartse stations

Fig. 7. Afbraak van de energie in een golfbeeld door de onderwaterdelta in de monden van het Haringvliet (links) en de Oosterschelde



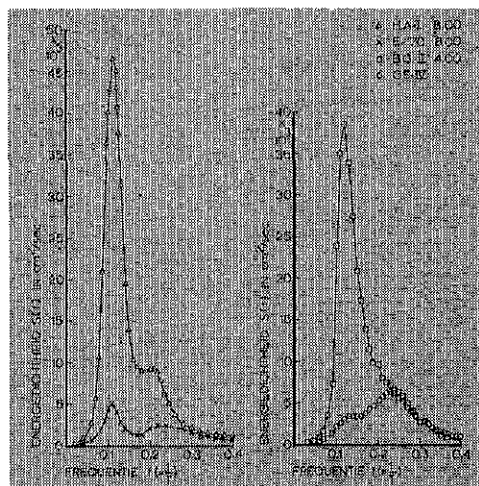
gevolg van energieverliezen duidelijk lagere waarden optraden, tot 1,4 m en 4,3 sec. Daar is de invloed van de waterstandsvariaties duidelijk waarneembaar op het verloop in de tijd van de gemiddelde golfperiode en de significante golfhoogte.

Overeenkomstige verschijnselen traden op in de mond van de Oosterschelde: langs de zeewaartse rand bij BG-II significante golfhoogten en gemiddelde golfperioden van 4,4 en 7,1 sec, meer binnenwaarts (bij OS-IV) hoogten van 2,5 m en perioden van 5,3 sec, en nog verder landwaarts, bij OS-IX hoogten van 2,1 m en perioden van 4,7 sec. Ook hier valt een duidelijke samenhang met de waterstandsvariaties te constateren.

Uit het verloop van de significante golfhoogte en de gemiddelde golfperiode in de tijd valt tevens af te leiden dat de golfbeweging langs

de kust van zuidwest-Nederland op waterdiepten groter dan N.A.P. - 5 m danig kan variëren. Deze verschillen zijn ook duidelijk waarneembaar als men de golfenergie-dichtheidspectra van de meetstations TR-I, Ha-I en BG-II onderling vergelijkt. Een golfenergie-dichtheidspectrum is een veel toegepaste golfparameter. Denkt men de onregelmatige golfbeweging opgebouwd als de sommatie van een zeer groot aantal sinusoidale golfcomponenten met een eigen periode en amplitude, dan geeft een energiedichtheidspectrum de verdeling van de energiedichtheid aan over de perioden van deze componenten.

Beschouwt men de grootste waargenomen spectra van deze drie meetstations dan valt op dat de periode waarbij de maximale energiedichtheid voorkomt, bij alle drie in de



buurt van 9 of 10 sec ligt. De absolute waarden van de energiedichtheid bij deze periode ligt voor TR-I duidelijk hoger dan die voor Ha-I en BG-II. Als oorzaken van deze verschillen kunnen zowel het verschil in waterdiepte ter plaatse, als het verschil in strijklengte en het verschil in de ligging van de zeewaartse bodem worden genoemd.

Fig. 7 toont tenslotte een tweetal voorbeelden die een indruk kunnen geven omtrent de vervorming van zo'n energiedichtheidspectrum van de buitenrand van de onderwaterdelta naar binnen toe.

Uit de bestaande overschrijdingsfrequentielijnen van significante golfhoogten van OS-IV, Ha-I, Ha-VI en E-70 blijkt dat de tijdens de storm opgetreden grootste significante golfhoogten gemiddeld eenmaal per 5 à 10 jaar worden overschreden.

De afsluiting van het Haringvliet op 2 november 1970 betekende een forse ingreep in het natuurlijke milieu van deze benedenrivier, zowel aan de rivier- als aan de zeezijde van de afsluitdam. De getijstroom trok voorheen tweemaal daags ver landinwaarts om na de kentering naar zee terug te keren. Nu het waterbergend gebied beperkt is tot de *betrekkelijk ondiepe mond van het Haringvliet*, is de stroombeweging daar vooral tijdens vloed aanmerkelijk verzwakt. Dit heeft uiteraard gevolgen voor de mate waarin zand en slib onder invloed van de waterbeweging worden verplaatst. Zelfs de golfbeweging heeft er enige invloed van ondergaan.

Het gewijzigd samenspel tussen stroom- en golfbeweging opende een nieuwe fase in de bodemontwikkeling in de mond van het Haringvliet. Kennis van de optredende bodemveranderingen en hun oorzaken is met name vereist met het oog op het al dan niet kunstmatig instandhouden van de lange uitwateringsgeul van de spuisluis, de toegangsgoed tot de schutsluis met daarachter gelegen vissershaven en de recreatief belangrijke stranden van Goeree en Voorne met aansluitende hoogwaterkerende duinregel. Voor dit doel zijn in de jaren 1971 en 1972 een groot aantal lodingen en metingen uitgevoerd. Op grond van de verkregen resultaten kan reeds een eerste indruk worden gegeven van de opgetreden veranderingen in de mond van het Haringvliet.

Na de afsluiting van het Haringvliet is de Rijnafvoer uitzonderlijk laag geweest. In november en december 1970 werd de gemiddelde afvoer van 2200 m³/sec nog gedurende 17 dagen overschreden; de maximale afvoer bedroeg 3180 m³/sec (6 december 1970). In 1971 en 1972 is het beeld totaal anders geweest. De Rijnafvoer kwam in deze jaren slechts gedurende 36 respectievelijk 24 dagen boven het gemiddelde; de maximale afvoeren bedroegen 3670 m³/sec (29 januari 1971) en 4950 m³/sec (21 november 1972). Bij deze lage Rijnafvoeren werd er veelal slechts gespuid door een van de 17 sluisopeningen, waarin de schuif dan nog maar tot enkele decimeters boven de drempel was geheven. Lange tijd achtereen werd alleen gespuid door de zoutriolen. Ook zijn de sluizen gedurende lange perioden volledig gesloten gehouden; in 1971 gedurende twee perioden van in totaal 70 dagen, in 1972

Veranderingen in de mond van het Haringvliet sedert de afsluiting

gedurende 87 dagen, verdeeld over vijf perioden.

Het spuien begint als regel omstreeks 2½ uur na het H.W. te Hoek van Holland en duurt dan ongeveer 8½ uur. Afhankelijk van de waterstanden binnen en buiten kan het aanvangstijdstip van het spuien een uur vroeger of later vallen en kan de spuiduur variëren van 7 tot 10½ uur.

Nauwelijks was het Haringvliet afgesloten of er trad een stormvloed op. Sinds de stormvloed op 3/4 november 1970 zijn er nog twee stormvloeden voorgekomen en wel op 21/22 november 1971 en op 13 november 1972. Overeenkomstig de voor stormvloeden geldende classificatie waren dit lage stormvloeden. Tijdens H.W. liepen de waterstanden nabij de uitwateringssluizen bij die gelegenheden op tot respectievelijk N.A.P. + 2.05 m, + 2.75 m en + 2.69 m. De opgetreden waterstanden bleven overigens onder de bovenkant van de lage schuiven aan de zeezijde van de spuisluis. Door afslag brachten de stormvloeden schade toe aan de duinen op de koppen van Voorne en Goeree.

Gelijbeweging

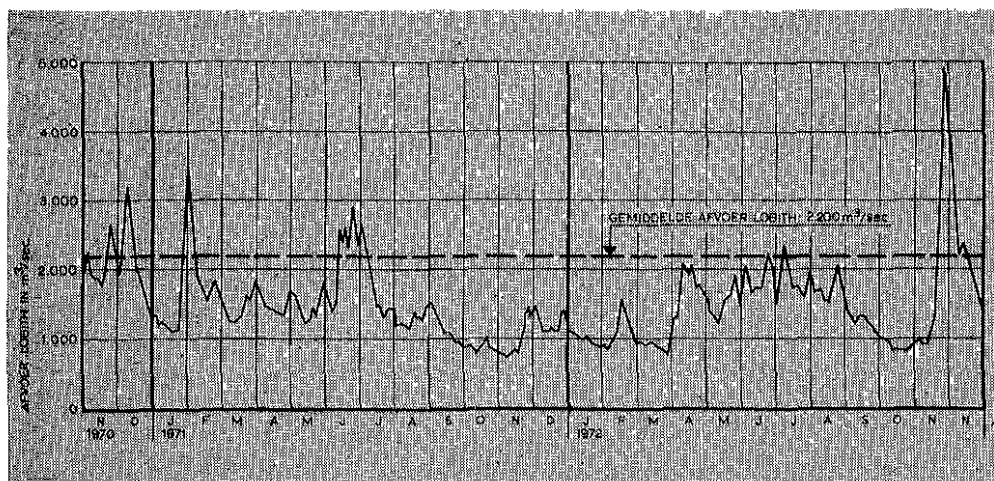
In de mond van het Haringvliet bedraagt het gemiddeld getijverschil 1.85 m. De bijbehorende waterstanden tijdens H.W. en L.W. zijn N.A.P. + 1.06 m en N.A.P. — 0.79 m. Tijdens vloed komt het water snel op tussen 2 uur voor H.W. en H.W. In deze periode stijgt het water met 90 tot 110 cm/uur. De getijdaling verloopt veel langzamer en bedraagt 5 tot 6 uur achtereen slechts ongeveer 35 cm/uur. De L.W.-periode, waarin de waterstand veelal niet meer dan 20 cm verandert,

duurt ongeveer 4 uur. Veelvuldig komt in deze periode een agger voor, een kleine rijzing van de zeespiegel in de periode van daling van de waterstand.

De buitenrand van de Haringvlietmond ligt ruim 10 km zeewaarts van de uitwaterings-sluizen. Al naar de windrichting is, kan er over deze afstand behoorlijke op- of afwaaiing optreden. Bij windstil weer staat het water bij de sluizen tijdens H.W. hoger dan ter plaatse van de buitenrand, terwijl het omgekeerde het geval is bij L.W. Het maximum verval, dat gemiddeld ongeveer 25 cm bedraagt, treedt ongeveer 1 uur voor H.W. op. Afwaaiing vindt plaats bij harde oostenwind (10 m/sec). Gedurende het gehele getij is de waterstand bij de spuisluis dan steeds lager dan op de buitenrand; alleen omstreeks H.W. worden beide waterstanden nagenoeg

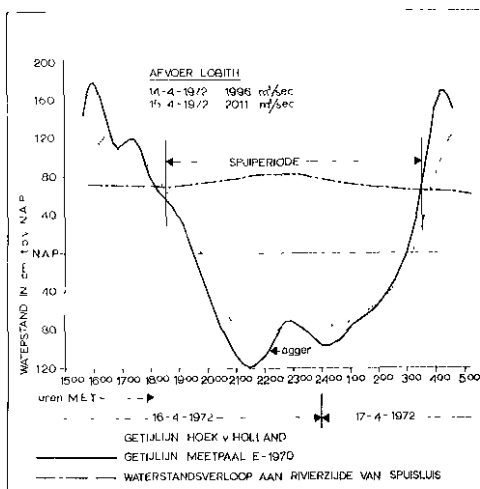
gelijk. Bij harde westenwind wordt het water landinwaarts opgestuwd, zodat de waterstand bij de sluizen steeds hoger is dan op de buitenrand. Het zeewaarts gerichte verval kan tijdens H.W. oplopen tot 30 cm.

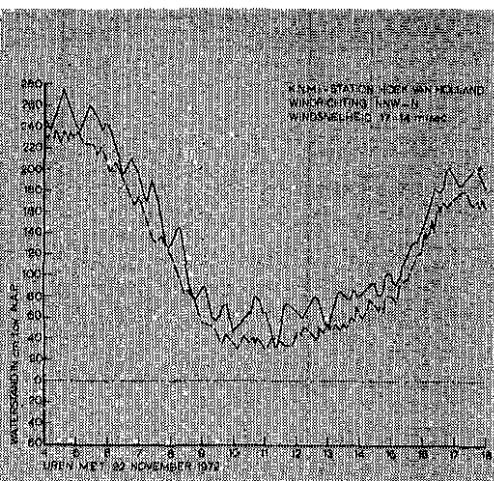
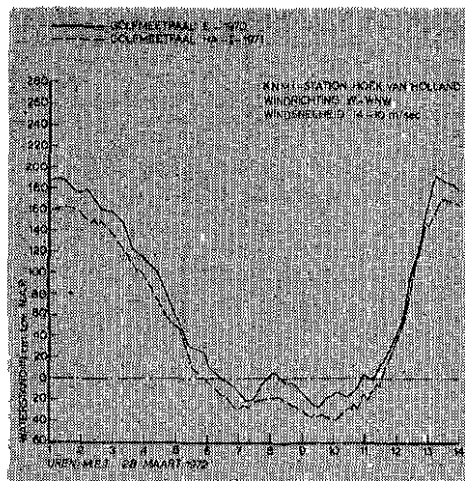
Naast opstuwing en golfbeweging veroorzaakt de harde westenwind ook nog seiches – door terugkaatsingseffecten versterkte waterbewegingen – in de Haringvlietmond. Seiches zijn als veranderingen van het waterniveau vergelijkbaar met onregelmatige golven, zij het dan met een veel langere periode. Het water in de Haringvlietmond raakt dan in een eigen slingerbeweging. Bij lagere windsnelheden treedt dit verschijnsel voornamelijk op nabij de spuisluis en alleen tijdens de L.W.-periode als de waterstand langere tijd nagenoeg gelijk blijft. Bij tot storm aanwakkerende wind breidt het verschijnsel zich uit over de



Afvoer Bovenrijn te Lobith

Waterstandsverloop aan weerszijden van de spuisluis in het Haringvliet voor, tijdens en na het spulen





gehele Haringvlietmond en treedt het gedurende het volledige getij op.

Golfbeweging

Op de buitenrand van de Haringvlietmond ligt de bodem over een breedte van meer dan een km op ongeveer N.A.P. - 4 m. Bij de Hinderplaat, zeewaarts van het Bokkegat en het Gat van de Hawk, treft men zelfs een bodemdpte aan van minder dan N.A.P. - 2 m.

De golven vanuit zee moeten deze brede en ondiepe drempel passeren om de Haringvlietmond te kunnen binnendringen. Aan de zeezijde van de Hinderplaat tussen de zeewaartse uitloop van het Bokkegat en de Zuiderdam op de Maasvlakte staat dan ook een branding waar enigszins hoge golven aan energie en daarmee aan hoogte en periode verliezen. Meer naar binnen treedt lokaal nog branding op bij de Garnalenplaat.

Voor de bestudering van de golfbeweging in de mond van het Haringvliet wordt gebruik gemaakt van enkele meetpalen, die met continu registrerende golf- en getijmeetapparatuur zijn uitgerust. In dit artikel wordt de golfbeweging beschreven aan de hand van gegevens die zijn verkregen met de meetapparatuur aan meetpaal Ha-I op de buitenrand van de Haringvlietmond, meetpaal Ha-VIII nabij het Voorne strand ter hoogte van Rijsstrandpaal 12 en meetpaal E-1970 die in het verlengde van de noordelijke vleugelmuur van de spuisluis op 1250 m uit de as van de spuisluis staat. Ter plaatse van deze drie meetpalen ligt de bodem op N.A.P. - 5 m. Meetpaal Ha-I werd tijdens de stormvloed op 3/4 november 1970 zo ernstig beschadigd, dat vervanging noodzakelijk was,

waardoor de registratie van golfhoogten eerst eind april 1971 kon worden hervat. Meetpaal Ha-VIII kwam pas in het vroege voorjaar van 1972 in bedrijf.

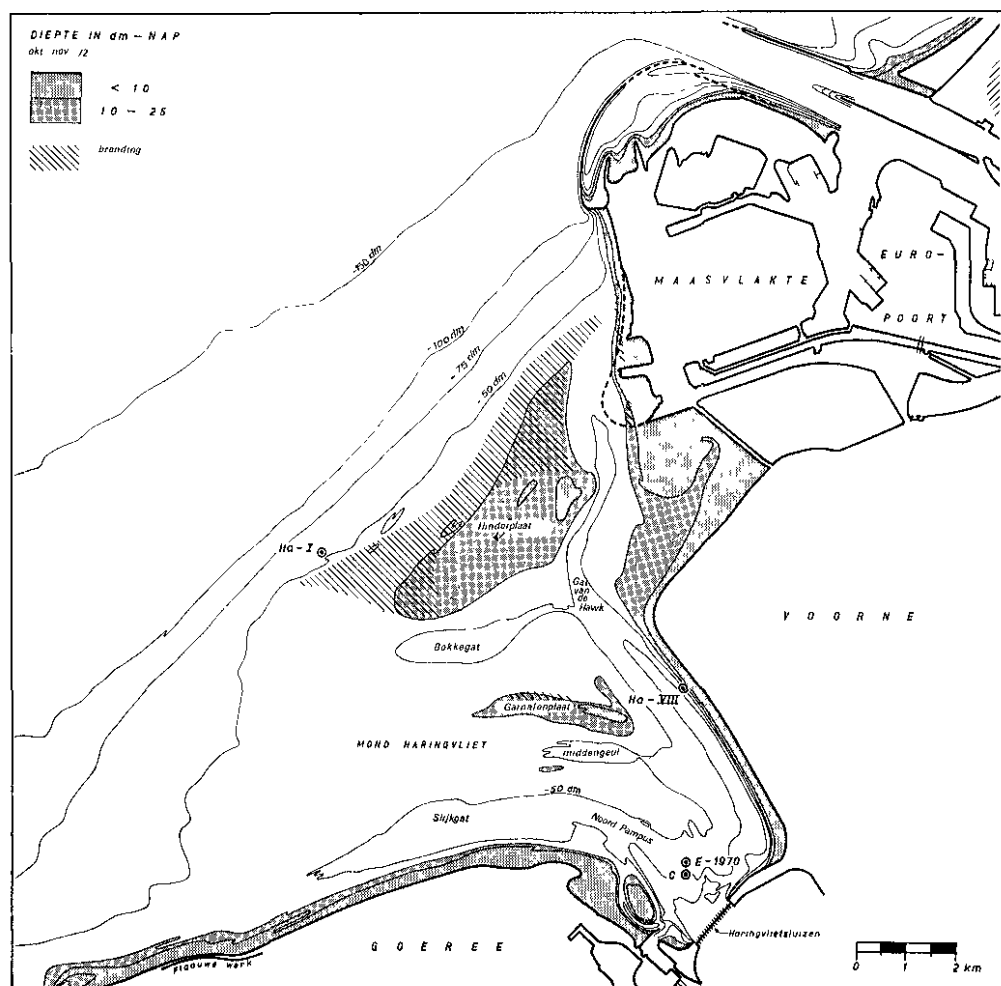
Voor wat betreft de buitenrand ter plaatse van meetpaal Ha-I toont een vergelijking tussen registratieperioden van twee zomers en een winter - voor en na de afsluiting - dat na de afsluiting minder hoge golven zijn opgetreden, alhoewel het verschil gering is te noemen. Bij beschouwing van de significante golfhoogten H1/3 - dat is het gemiddelde van de 33 hoogste golven uit een reeks van 100 - blijkt, dat de tijd waarin golfhoogten H1/3 van 150 cm voorkomen, sedert de afsluiting slechts met 5% is verminderd. Bij grotere golfhoogten is het verschil nog kleiner.

Wegens de relatief korte registratieperiode na de afsluiting kan nog geen definitieve uitspraak worden gedaan over de invloed van de afsluiting op de golfbeweging op de buitenrand van de Haringvlietmond. Immers de spreiding van gelijke golfhoogten H1/3 kon in de jaren voorafgaande aan de afsluiting even groot zijn; zo waren de golfhoogten in 1968/1969 lager dan die in 1969/1970.

De golfhoogtefrequenties op de buitenrand en in de mond van het Haringvliet gemeten aan de meetpalen Ha-I, Ha-VIII en E-1970 kunnen met elkaar worden vergeleken. Beschouwt men de aan de landinwaartse meetpalen geregistreerde significante golfhoogten gedurende hetzelfde percentage van de tijd als waarin een golfhoogte H1/3 van 50 cm of groter op de buitenrand werd overschreden, dan blijken de golfhoogten met 65, respectievelijk 55% te zijn gereduceerd. Golfhoogten H1/3 van 100 cm of groter zijn nabij de spuisluis nog iets meer gereduceerd

dan ter plaatse van meetpaal Ha-VIII. Duide-
lijk blijkt uit deze vergelijking, dat de uit zee
komende golven door het branden op de
drempel aan de buitenrand aanzienlijk aan
energie en daarmee aan hoogte en periode
verliezen. In de Haringvlietmond kan de wind
de golfbeweging wel min of meer in stand
houden, doch niet weer doen toenemen.
De golfhoogten plegen, gelijk bekend, in de
zeegaten na de stroomkentering toe te nemen
wanneer de richtingen van stroom- en wind-
beweging daardoor aan elkaar tegengesteld
worden. De aanmerkelijk verzwakte stroom-
beweging in de mond van het Haringvliet zou
dus zijn uitwerking kunnen hebben op de
golfbeweging. Er zijn wel enige gegevens,
die die indruk bevestigen. In de huidige
positie van meetpaal E-1970 stond namelijk
in de jaren 1957-1961 de meetpaal C. In die

Situatie van golfmeetpalen en
brandingszones in de Haring-
vlietmond



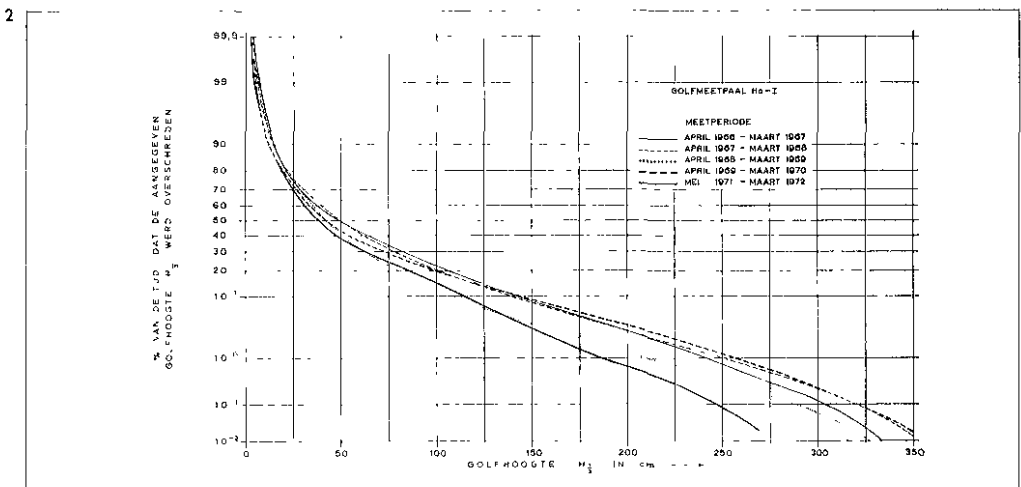
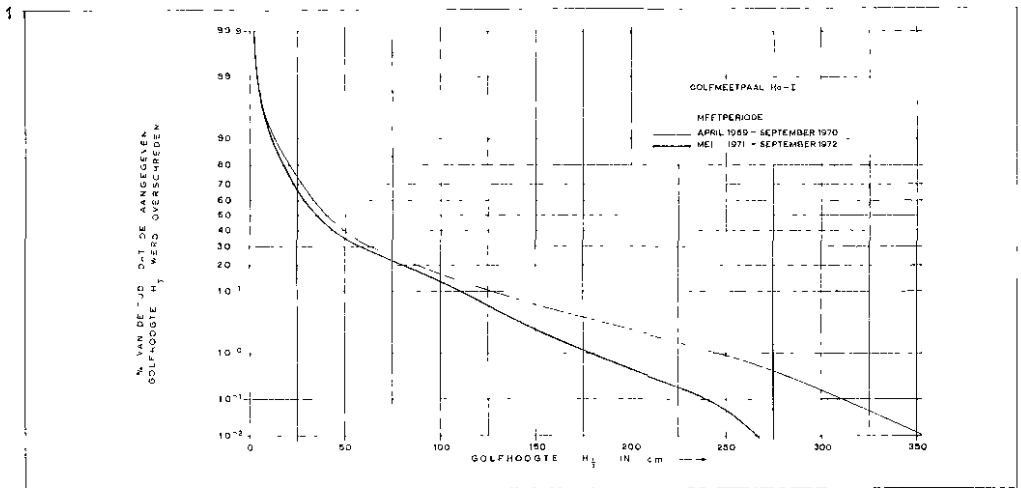
vier jaar vielen de onderscheiden golfhoogte-frequentiekrommen per jaar nagenoeg samen. Onderlinge vergelijking van de golfhoogte-frequenties van C en E-1970 leert dat de reductie na de afsluiting 25% bedraagt voor golfhoogten $H/3$ die voorheen minder dan 1% van de tijd voorkwamen. Deze reductie is veel kleiner bij geringere golfhoogten. Blijkbaar – de westelijke winden leveren de grootste bijdrage aan de golfbeweging – heeft de afsluiting een reducerende invloed uitgeoefend op de golfbeweging aan de zeezijde in de onmiddellijke omgeving van de spuisluis.

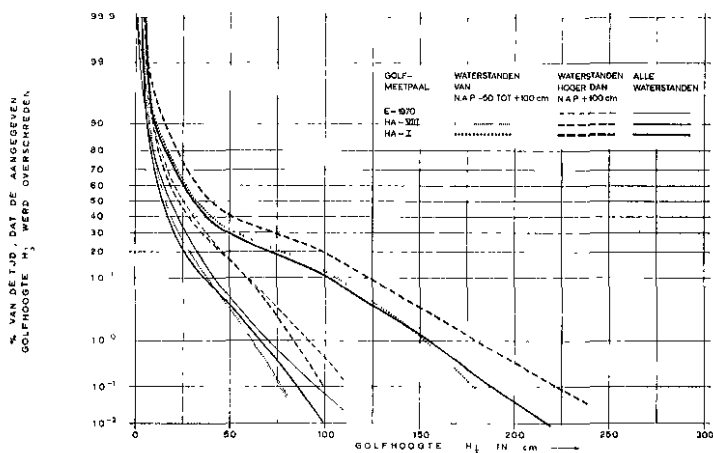
Stroombeweging

Aan de buitenzijde van de Haringvlietdam liggen de geulen Rak van Scheelhoek en Noord-Pampus, welke laatste in het Slijkgat

overgaat. Bewesten de kop van Voorne, waar de mond van het Haringvliet meer dan tweemaal zo breed is als bij de afsluitdam, splitst het Rak van Scheelhoek zich in twee geulen: het Bokkegat en het Gat van de Hawk. Halverwege dit splitsingspunt en de afsluitdam ontstond in de laatste jaren voor de afsluiting nog een nieuwe geul, de Middengeul, die zich bezuiden de Garnalenplaat aftakt van het Rak van Scheelhoek. De geulen Slijkgat, Bokkegat en Gat van de Hawk zijn door een brede en ondiepe drempel gescheiden van de open zee.

Naar ligging en afmetingen waren de geulen op natuurlijke wijze aangepast aan het getijregime en de rivierafvoer. Na de afsluiting van het Haringvliet veranderde dit op slag. Onder normale omstandigheden wordt bij Rijnafvoeren lager dan $1500 \text{ m}^3/\text{sec}$ geen





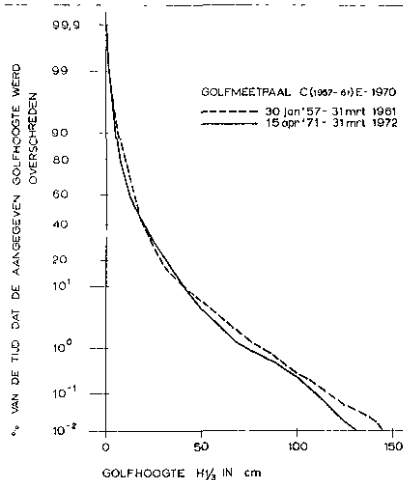
1. Frequentiecurves van golfhoogten vóór en na de afsluiting van het Haringvliet

2. Jaarlijkse frequentiecurves van golfhoogten in de Haringvlietmond

3. Reductie van golfhoogten tussen de buitenrand van de Haringvlietmond en de Spuisluis

4. Reductie van golfhoogten door afnemende stroombeweging in de Haringvlietmond nabij de Spuisluis

4



rivierwater door de spuisluis geloosd. De stroombeweging in de mond van het Haringvliet is hierdoor aanmerkelijk verzwakt, hetgeen duidelijk blijkt uit de vergelijking van de resultaten van stroommetingen die daar voor en na de afsluiting onder ongeveer gelijke getijomstandigheden zijn verricht. Het gevolg van de nieuw ingetreden situatie is dat de geulen in de Haringvlietmond eigenlijk te ruim zijn voor de huidige waterbeweging onder invloed van getij en eventuele spuisluis. Ter verkenning van de nieuwe stroomsituatie zijn in verscheidene punten gelijktijdig metingen verricht met verankerde, continu registrerende stroommeters. Deze metingen werden aangevuld met stroommetingen vanaf voor anker liggende schepen. Ten overvloede zij opgemerkt, dat de metingen vrijwel uit-

sluitend zijn verricht bij Rijnafvoeren lager dan 2200 m³/sec, waarbij met de spuisluis niet of hooguit door enkele sluisopeningen werd geloosd.

De uitkomsten van deze metingen leveren in vergelijking met vroeger het volgende beeld op. Voorheen trad de maximum vloedstroom in het Slijkgat, het Bokkegat en het Gat van de Hawk op omstreeks 1 uur voor het H.W. te Hoek van Holland, terwijl de ebstroom haar maximum waarde omstreeks 4 uur na het H.W. te Hoek van Holland bereikte. Na de afsluiting gelden deze tijdstippen van maximale stroom nog wel voor het Slijkgat en het Bokkegat, zij het minder eenduidig. In het Gat van de Hawk daarentegen is de stroomsituatie wezenlijk van karakter veranderd. Vroeger was het Gat van de Hawk één van de afvoergeulen van het Haringvliet. In de

De stroombeweging nabij de spuilsuis ondergaat de invloed van hetgeen zich in de geulen afspeelt. Bij opkomende vloed wordt het uitstromende water geblokkeerd door de spuilsuis. Langs de spuilsuis kan een noord-oostelijk gerichte stroming voorkomen, dus min of meer evenwijdig aan de sluisas. Deze stroming, die intreedt op het einde van de spuiperiode, kan nog worden versterkt door



het geloosde water. Naarmate er door meer sluisopeningen wordt gespuid, ontstaat dan ook plaatselijk nabij de spuisluis, met name benoorden de noordelijke vleugelmuur, gedurende korte tijd een relatief grote stroomsnelheid. Bij het intreden van de eb draait de stroom in westwaartse richting. Zodra de zeespiegelrijzing begint en het Gat van de Hawk als wateraanvoerende geul gaat functioneren, ontstaat weer een stroming evenwijdig aan de spuisluis, maar nu zuid-oostwaarts gericht. Bij lozing door de spuisluis wordt deze stroming nog versterkt door het gespuide water.

Over het algemeen nemen de stroomsnelheden in de mond van het Haringvliet vanaf de buitenrand tot de spuisluis af. Dit geldt zowel voor de vloed als de eb. De maximale

Stroomrozen voor en na de afsluiting van het Haringvliet

Aangroei aan de driehoekstelling van golfmeetpaal Ma-V-1970

stroomsnelheden bedragen bij gemiddeld getij gemiddeld over de verticaal in de Middengeul hooguit 40 cm/sec, in het Rak van Scheelhoek 50 cm/sec, in het Bokkegat 60-70 cm/sec en in het Slijkgat 60-80 cm/sec. Ter hoogte van de Kwade Hoek zijn bij grote getijverschillen stroomsnelheden tot 120 cm gemeten. Deze laatste stroomsnelheid kwam voor tijdens eb, bij een Rijnafvoer van 3670 m³/sec.

Ook in het Gat van de Hawk kunnen zowel tijdens de in- als de uitstroming aanzienlijke stroomsnelheden optreden. De grootste gemeten stroomsnelheden waren daar 100-120 cm/sec. Meestentijds echter zijn de gedurende het getij optredende maximale stroomsnelheden belangrijk lager.

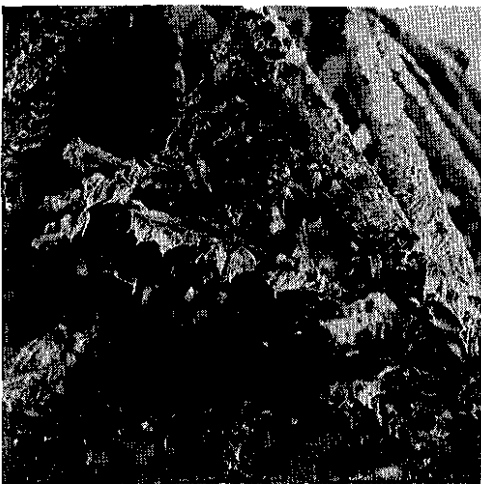
Opvallend is het, dat in de onderscheiden geulen een grote spreiding in de maximale

stroomsnelheden bij overigens gelijk getijverschil optreedt.

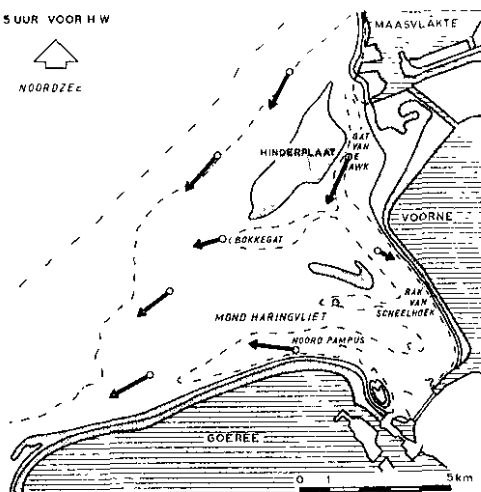
Sedimentbeweging

Het water in de mond van het Haringvliet is onmiddellijk na de afsluiting aanmerkelijk helderder en zouter geworden. Wat sinds de afsluiting in- en uittrok was vrijwel onvermengd zeewater, aangezien bij lage Rijnafvoeren maar betrekkelijk weinig rivierwater op de Haringvlietmond wordt geloosd. Vanwege de vermindering der stroomsnelheden komt er ook minder zand dan voorheen in transport. De golfbeweging zal in hoofdzaak slechts zand in beweging brengen in de brandingszones op de randen van de Haringvlietmond: de drempel op de buitenrand en de stranden van Voorne en Goeree. Behalve ter plaatse van de Garnalenplaat is de bodemligging te diep, dan dat de betrekkelijk geringe golfhoogte daar veel invloed op zou kunnen uitoefenen. Het water dat wordt geloosd uit het afgesloten Haringvlietbekken heeft daarin voordien tenminste 3 tot 6 uur stil gestaan. In deze periode kan veel zwevend sediment bezinken. Het tijdens de lozing meegevoerde sediment zal dientengevolge in hoofdzaak bestaan uit slib.

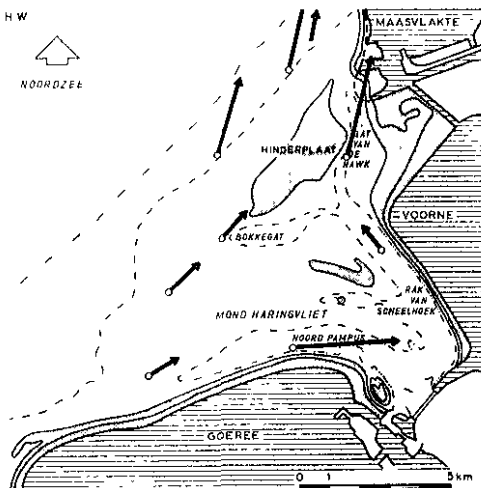
Uit metingen in de afgelopen twee jaar blijkt dat het sediment in het water van de Haringvlietmond voor slechts hooguit 15 tot 30% bestaat uit zand. Het overgrote deel is dus slib (< 50 µ). Het slibgehalte varieert in de regel tussen 30 en 70 mg/l, maar afhankelijk van de golfbeweging kan het nabij de stranden oplopen tot 90 à 100 mg/l. Vermeld zij, dat dezelfde slibgehalten worden aangetroffen in het kustwater buiten de Haringvlietmond.



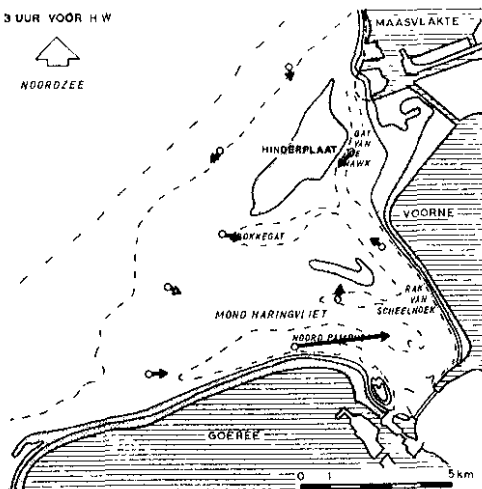
5 UUR VOOR HW



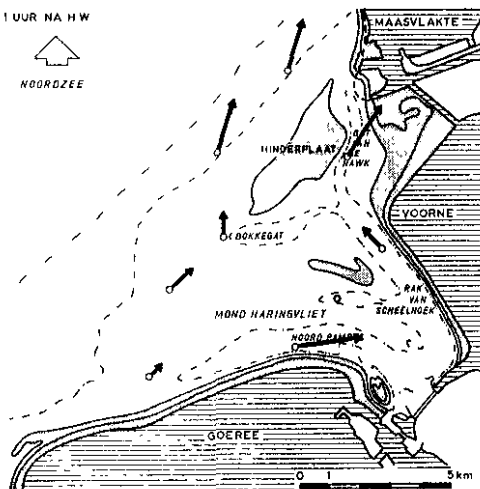
HW



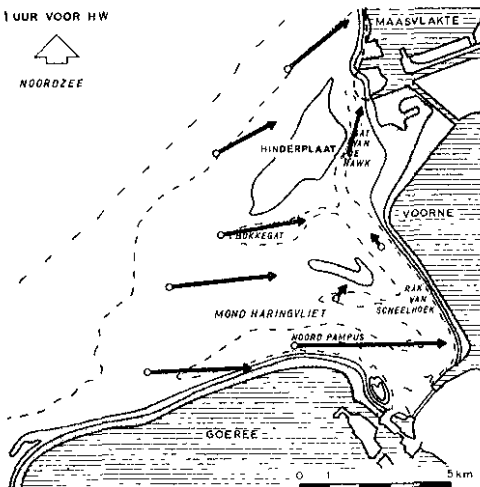
3 UUR VOOR HW



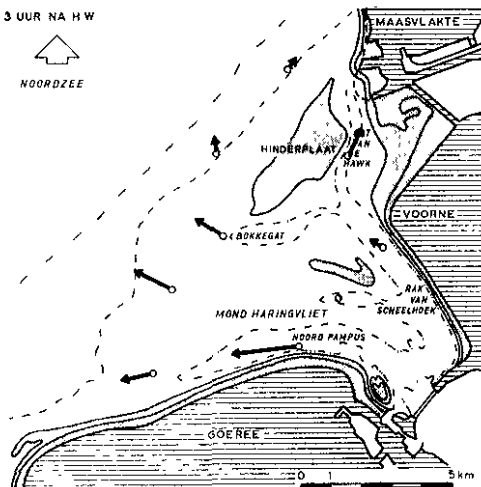
1 UUR NA HW



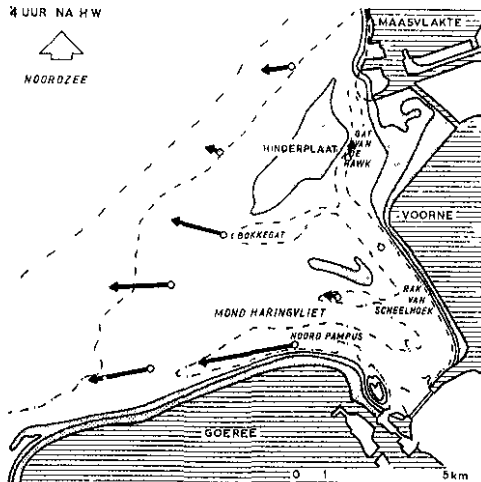
1 UUR VOOR HW



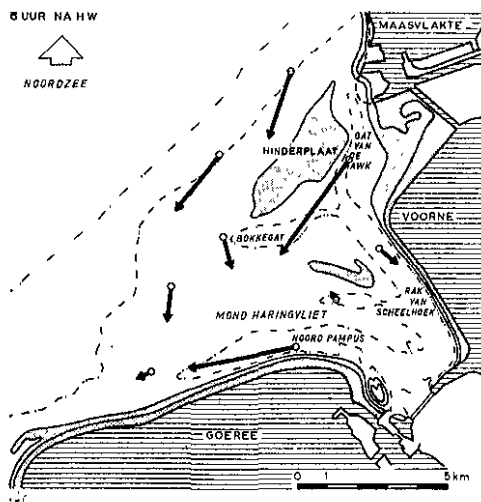
3 UUR NA HW



4 UUR NA HW

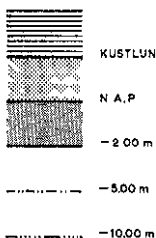


8 UUR NA HW



MEETPUNT

SCHAAL STROOMSNELHEID
0 40 80 120 cm/sec



Gemiddelde stroomsnelheid en -richting in de Haringvlietmond, voor en na H.W. te Hoek van Holland

Tijdens een meting van het sedimentgehalte aan weerszijden van de spuilsuis, toen alleen met de zoutriolen werd geloosd, bleek het sedimentgehalte van het zeewater tweemaal zo hoog te zijn als dat van het rivierwater. Het zandaandeel in het sediment uit beide watersoorten was weer 15 tot 30%.

Opmerkelijk is het, dat dit beeld geen verandering onderging gedurende de uitzonderlijk grote lozing op 24 november 1972 die geschiedde met 17 openingen, waarbij de schuiven tot 2.08 m boven de drempel waren geheven.

De aanvankelijke vrees, dat het strand van Voorne onder het slib zou raken, is gelukkig nog niet bewaarheid. Het gehele strand werd in de voorbije jaren enkele malen, laatstelijk nog op 29 augustus 1972, om de 200 m bemonsterd op de H.W.- en L.W.-lijn. Behalve in een enkel monster van de kop van Voorne werd in geen zandmonster meer dan 1½% slib aangetroffen.

De verminderde stroomsnelheden zijn er wel de oorzaak van, dat in de diepe geulen slib tot afzetting is gekomen. Tijdens de afsluiting van het Rak van Scheelhoek deed zich dit verschijnsel zich reeds in deze gaul voor. Het in de geulen en aan de zeezijde van de spuilsuis afgezette sediment is nogal homogeen van samenstelling. Driekwart van de genomen monsters bestaat voor 32-36% uit kalk en organische stof en voor 60-64% uit slib. Het resterende gedeelte is zand, waarbij variaties kunnen optreden als gevolg van grotere stroomsnelheden in de geulen. Hogerop langs de geulranden wordt het slibgehalte van de bodem veelal niet meer dan 5%.

De toegenomen helderheid van het water in de Haringvlietmond heeft vissen en vissers

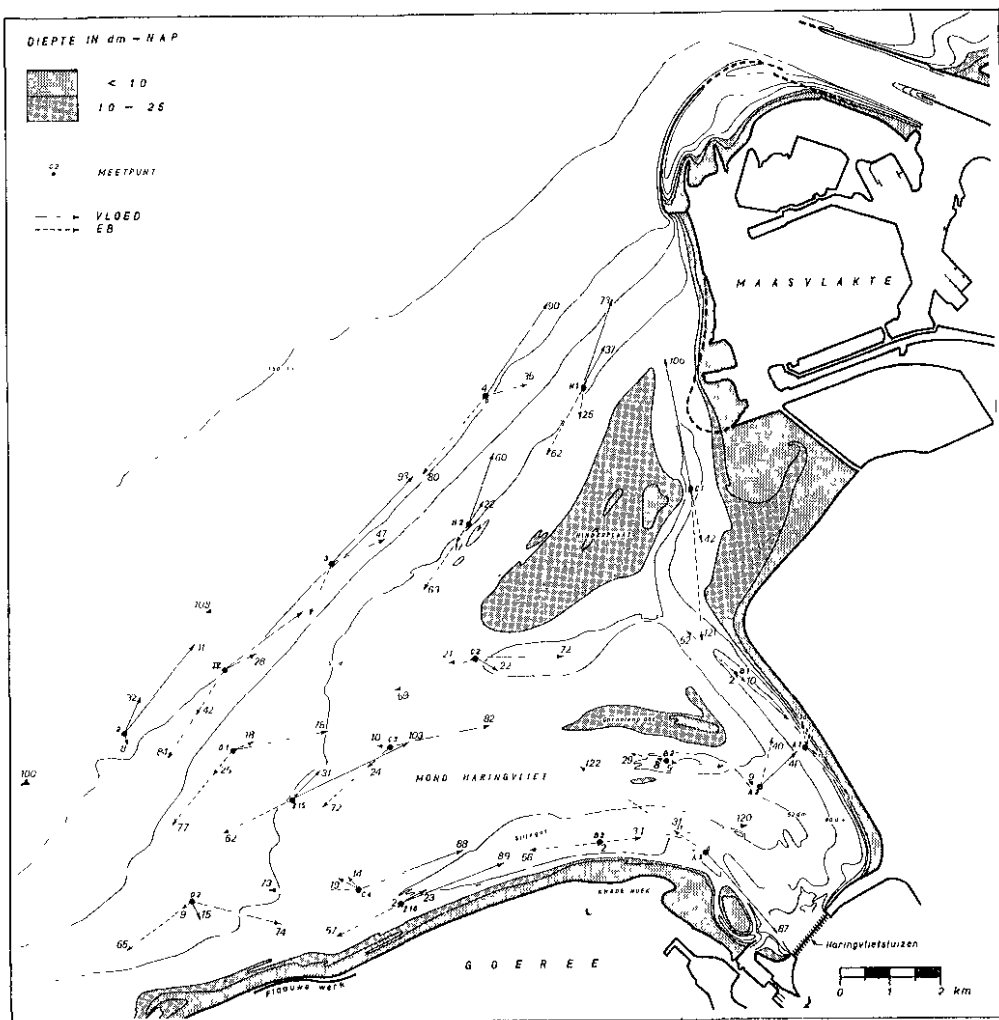
aangelokt. Een nevengevolg is ook, dat de meetpalen veel sneller dan voorheen begroeid raken met mossels en zeepokken.

Bodemveranderingen

De veranderingen die na de afsluiting zijn opgetreden in de bodemligging van de Haringvlietmond zijn vrijwel uitsluitend het gevolg geweest van de inwerking van natuurlijke factoren zoals stroom-, golf- en sedimentbeweging. Kunstmatige beïnvloeding door baggerwerkzaamheden, het winnen of opspuiten van zand en het lozen van rivierwater door de uitwateringssluizen is slechts van geringe betekenis geweest. Om de voor de vissersschepen hinderlijke verondieping in de mond van de buitenhaven van Stellendam teniet te doen zijn daar baggerwerkzaamheden verricht. De uitkomen-

Spreading in de maximale gemiddelde stroomsnelheden in de geulen van de Haringvlietmond

Bodemligging in de Haringvlietmond, oktober/november 1972



de specie – een geringe hoeveelheid overigens – is ongeveer een km noordelijker nabij de spuisluis gestort.

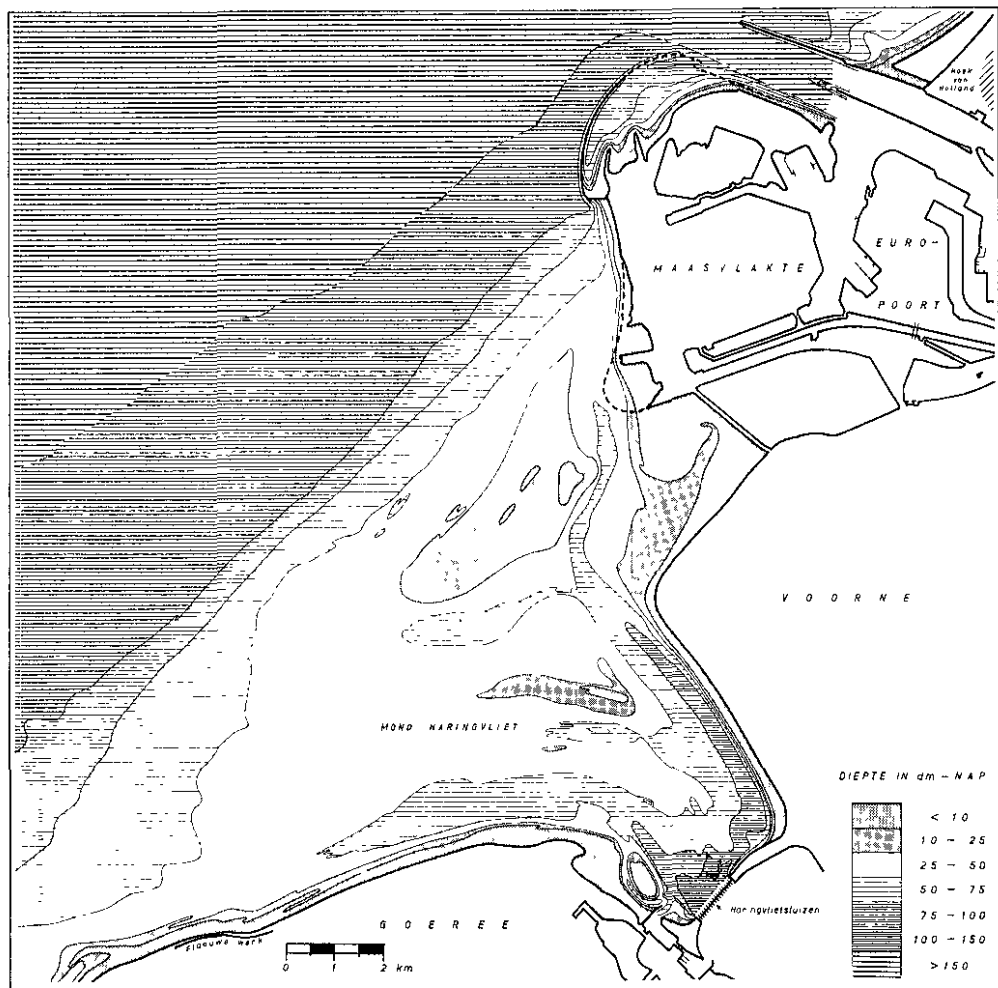
Van augustus tot november 1972 vond op ongeveer 2 km uit de spuisluis een proefzuiging plaats in een te maken scheepvaartgeul in de Haringvlietmond ten behoeve van de toekomstige zeezandwinning. Hierdoor ontstond een 15 m diepe zuigput met een oppervlakte van ongeveer 9 ha. Deze put heeft echter geen aanwijsbare invloed uitgeoefend op de bodemligging in de naaste omgeving. Sedert juni 1970 wordt op de Maasvlakte zand opgespoten ter afronding van de daar reeds gemaakte haventerreinen. Mogelijk oefent deze opspuiting enige invloed uit op de ontwikkeling van het Gat van de Hawk, doch duidelijk aantoonbaar is dit niet.

De aanhoudend lage Rijnafvoer sedert de

afsluiting van het Haringvliet was oorzaak, dat de uitwateringssluizen meer dan 20% van de tijd gesloten zijn geweest, terwijl de werking in de overige tijd in hoofdzaak beperkt bleef tot het spuien door één of slechts enkele sluisopeningen. Het spuibedrijf gaf daardoor nauwelijks aanleiding tot bodemontwikkeling.

Ter bepaling van de bodemligging in de mond van het Haringvliet wordt dit gebied van geulen, platen en oevers periodiek gelood en gewaterpast. Uit vergelijking van de uitkomsten van de eerste en de laatste opneming na de afsluiting van het Haringvliet zijn de bodemveranderingen bepaald, die zich voordeden in de periode november 1970–november 1972.

De hiernavolgende beschouwing over de bodemveranderingen heeft betrekking op de



bodemligging beneden N.A.P. – 5 m in een geul en boven N.A.P. – 2 m voor een plaat. De geulen Noord-Pampus en Slijkgat maken deel uit van de vaarweg van de schutsluis naar zee. Daarnaast vervullen zij een belangrijke rol tijdens het spuien.

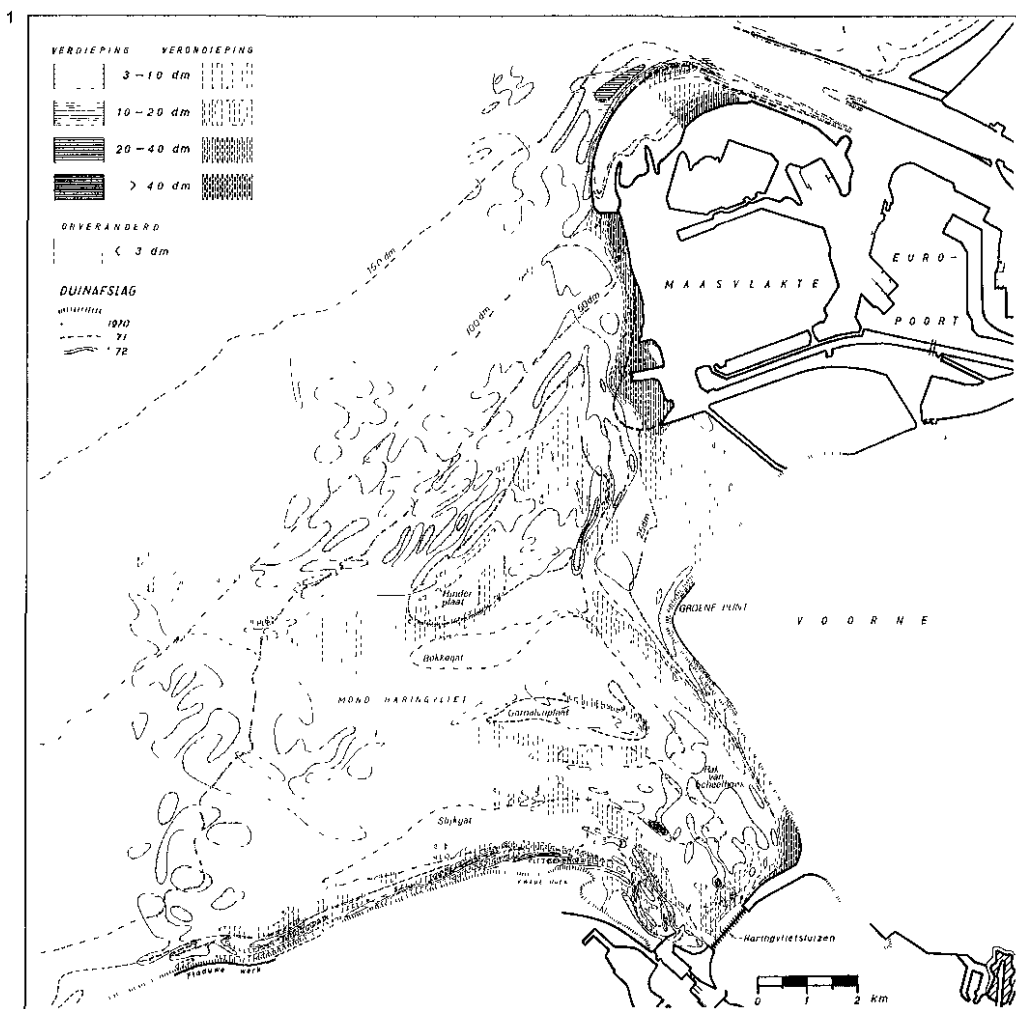
Het Noord-Pampus is sedert de afsluiting van het Haringvliet nauwelijks van ligging veranderd. Door verondieping is de geulinhoud echter met 610 000 m³ afgenomen, dat is 13% van de oorspronkelijke inhoud. De grootste verondieping bedraagt 20 dm. Het Slijkgat is stabiel gebleken. Van deze geul is noch de ligging noch de inhoud veranderd. De betrekkelijk grote stroomsnelheden die nog in deze geul kunnen optreden, zullen hieraan niet vreemd zijn.

Anders is het gesteld met de Middengeul bezuiden de Garnalenplaat, die na de

afsluiting sterk in betekenis afneemt. Door verondieping met 110 000 m³ nam de oorspronkelijke geulinhoud met niet minder dan 30% af.

In het Rak van Scheelhoek is het beeld wat genuanceerder. Reeds spoedig na de afsluiting van het Haringvliet trad een aanzienlijke verondieping op in het westelijk deel. De grootste verondieping deed zich voor bij de westpunt van Voorne: 19 dm. In het oostelijke deel van de geul ontstond een verdieping. Vermoedelijk is die een gevolg van de consolidatie van het slib dat daar in een dikke laag werd afgezet tijdens de afsluiting van het Rak van Scheelhoek. Niettemin verminderde de inhoud van de gehele geul met 500 000 m³, hetgeen neerkomt op 6% van de oorspronkelijke inhoud.

Ook het Bokkegat vertoont een duidelijke

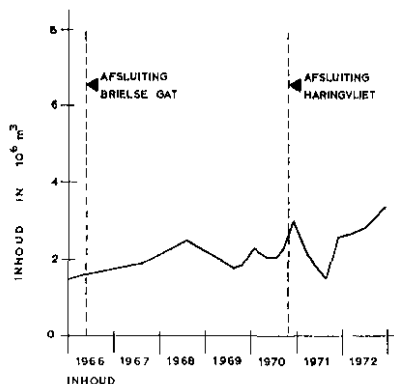
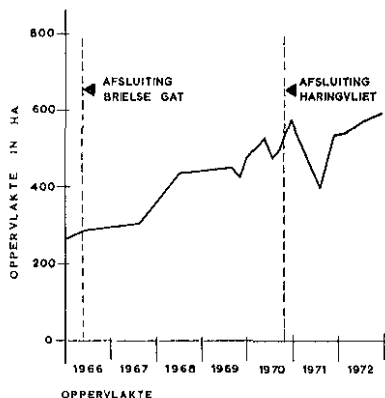


achteruitgang. De geulinhoud nam af met 160 000 m³, welke verondieping overeenkomt met 20% van de oorspronkelijke inhoud.

Het Gat van de Hawk is de enige geul, die door de stroom werd uitgeschuurd. Uit deze geul verdween 60 000 m³ grond, waardoor een inhoudsvermeerdering van 10% ontstond. Overigens is de ligging onveranderd gebleven. Wel toont de geul een neiging om zich noordwaarts uit te breiden.

In de mond van het Brielse Gat tussen de afsluitdam en het Gat van de Hawk veranderde de bodemligging nauwelijks. Slechts een geringe verondieping deed zich voor. De Hinderplaat vertoont een merkwaardige ontwikkeling. Na de afsluiting van het Brielse Gat in 1966 nam de inhoud van deze plaat boven de laagwaterlijn geleidelijk toe. In de zomer van 1968 stagneerde dit proces om na

2

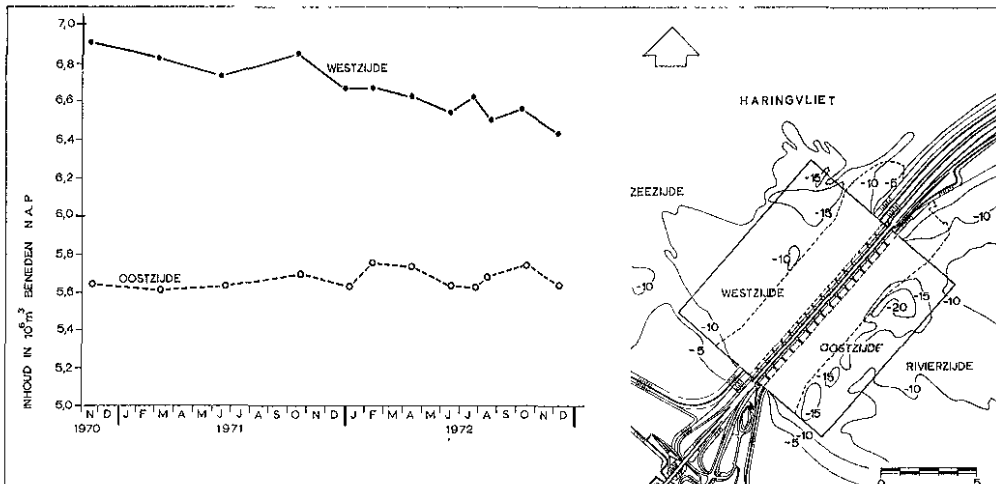


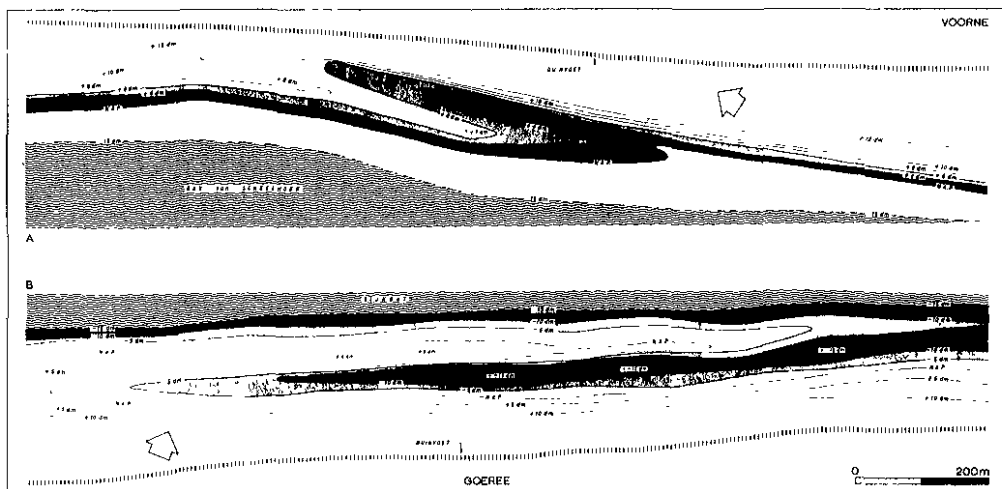
1. Diepteveranderingen in de Haringvlietmond van november 1970 tot november 1972

2. Veranderingen in oppervlakte en inhoud van de Hinderplaat boven N.A.P. + 2,00 m

3. Bodemverandering aan weerszijden van de Spuisluis in het Haringvliet

3





een jaar van inhoudsvermindering toch weer aarzelend op gang te komen. Vooral de tweede helft van 1970 geeft een aanmerkelijke groei van de inhoud te zien. Na de afsluiting van het Haringvliet kwam daaraan abrupt een einde. In de volgende negen maanden verminderde de inhoud maar liefst met 50%! Een duidelijke oorzaak is hiervoor niet aan te wijzen. Sedert augustus 1971 is de inhoud van de Hinderplaat evenwel weer zodanig toegenomen, dat hij thans 100 000 m³ meer bedraagt dan direct na de afsluiting van het Haringvliet. Dit komt neer op een inhoudstoename van 3%. Inmiddels is de strekking van de Hinderplaat in geringe mate – van 46° naar 35° – gewijzigd. Voorts lijkt het er op, dat de plaat zich enigszins in zuidwestelijke richting zal gaan uitbreiden.

De Garnalenplaat, tussen het Rak van Scheelhoek en de Middengeul, is daarentegen duidelijk lager geworden, hetgeen gepaard ging met een inhoudsverlies van 80 000 m³ ofwel 12% van de oorspronkelijke inhoud.

Op de buitenrand van de Haringvlietmond voltrokken zich verdiepingen. De grootste daarvan, die men vindt ten westen van de Hinderplaat, meten plaatselijk 17 dm. Zeewaarts van de inloop van het Bokkegat, en aansluitend aan de zuidkant van de Hinderplaat ontstond een strookvormige verondieping. Ten zuiden hiervan, tot het Flauwe Werk op Goeree, werd de bodem aan weerszijden van de dieptelijn van N.A.P. – 5 m maximaal 7 dm lager. Blijkens de laatste opnemingen lijkt deze bodemverlaging zich over een grotere oppervlakte te gaan uitbreiden.

Ook de oevers van de Haringvlietmond langs de kusten van Voorne en Goeree bleven na

Vlijen op de stranden van Voorne en Goeree

de afsluiting van het Haringvliet niet gespaard voor veranderingen in hun bodemligging. Voor de twee kusten toont deze ontwikkeling echter niet in alle opzichten hetzelfde beeld, hetgeen ongetwijfeld samenhangt met hun oriëntatie.

Weliswaar liggen beide kusten open naar het westen, doch de Voorne kust ligt meer op het zuidwesten en de kust van Goeree op het noordwesten. Onder de Voorne kust ligt bovendien de steile oever van het relatief diepe Rak van Scheelhoek.

De opgetreden stormvloed hebben vooral uitwerking gehad op de koppen van de eilanden. Op Voorne ging de duinvoet in 1970 en 1972 met 1 tot 2 m achteruit en in 1971 zelfs met 2 tot 7 m. Op Goeree veroorzaakte de stormvloed in 1970 weliswaar geen schade van betekenis, doch de situatie gaf niettemin

aanleiding om het strand langs de duinvoet in de periode mei-september 1971 met 600 000 m³ zand te suppleren.

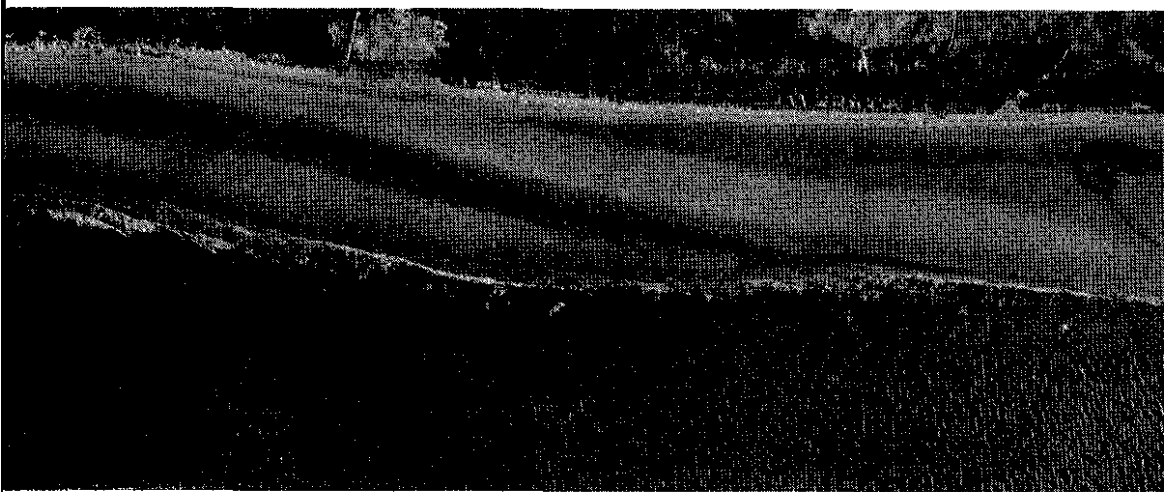
Tijdens de stormvloed in 1971 en 1972 ging de duinvoet door afslag 3 tot 7 m achteruit.

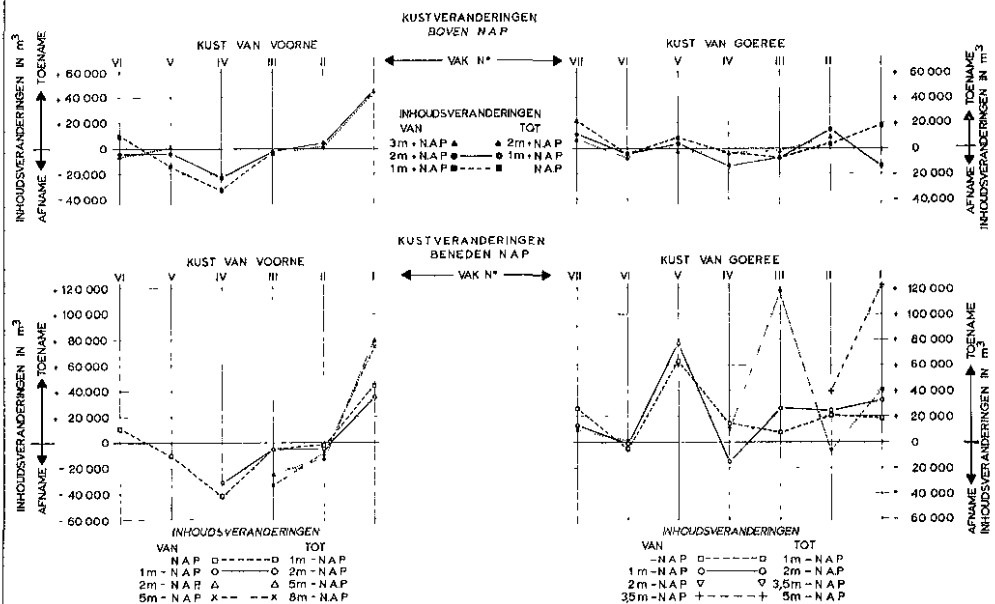
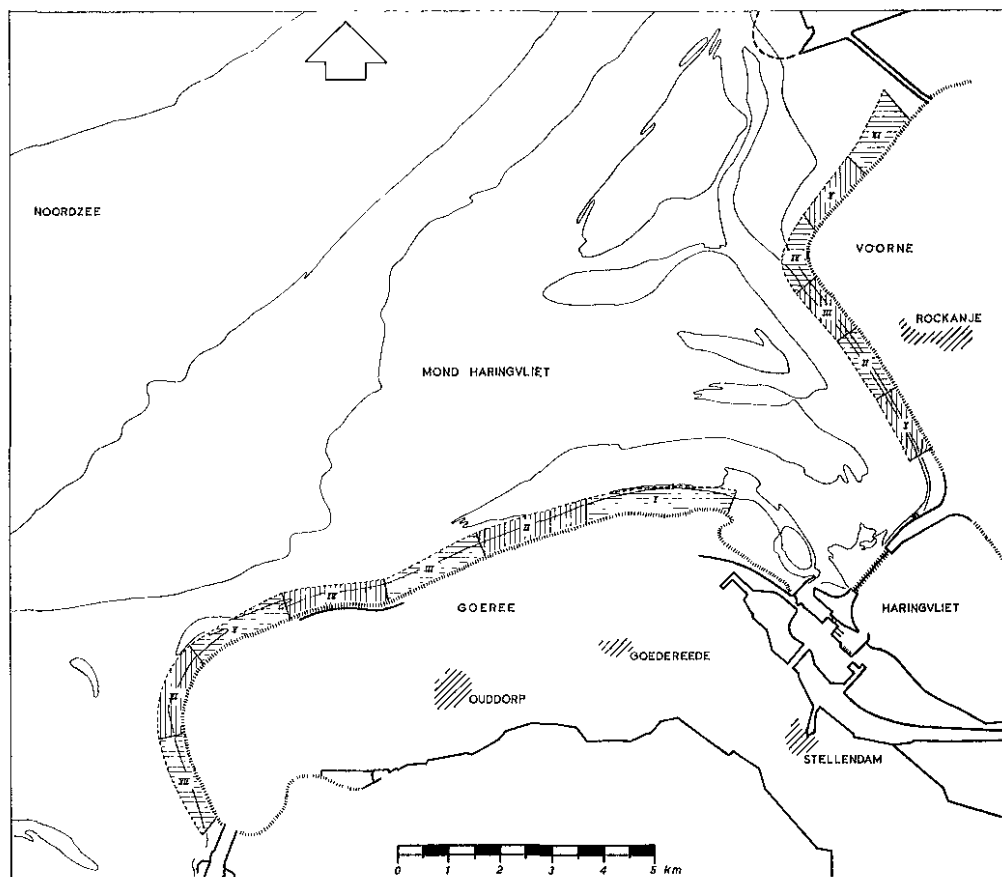
Buitendien veroorzaakte de stormvloed in 1971 direct beoosten het Flauwe Werk een achteruitgang van de duinvoet met 3 m over een lengte van een km.

De achteruitgang van de duinvoet is nog wel op eenvoudige wijze vast te stellen, maar het wordt minder eenvoudig om de veranderingen in de bodemligging van het strand te bepalen. De moeilijkheid die zich daarbij voordoet, is de aanwezigheid op het strand van vlijen, dat wil zeggen langgerekte strandverlagingen. Langs de zuidwestkust van Voorne maken de vlijen een hoek van ongeveer 15 tot 20° met de duinvoet. Ter plaatse

van de vlijen verlaagt het strand zich van 8 dm tot 2 à 3 dm boven N.A.P. De vlijen zijn dus ongeveer 5 dm diep. Langs de noordwestkust van Goeree liggen de vlijen ongeveer evenwijdig aan de kust. Ze zijn hier ongeveer 1.75 m diep.

Om ondanks de aanwezigheid van de vlijen met hun wisselvallige ligging toch een duidelijk beeld te verkrijgen van de opgetreden veranderingen in de bodemligging van het strand met de aansluitende onderzeese oever is van de volgende werkwijze gebruik gemaakt. De kusten voor Voorne en Goeree werden verdeeld in vakken met een lengte van ongeveer 2 km. Tussen de opeenvolgende hoogte- en dieptelijnen ten opzichte van N.A.P. werden in ieder vak de inhoudsveranderingen bepaald van strand en onderzeese oever tot ongeveer 500 m uit de duin-





Vakindeling op het strand van Voorne en Goeree met de gemeten kustveranderingen

voet. Blijkens de verkregen uitkomsten over de beschouwde periode van april 1971 tot augustus/september 1972 is het strand boven N.A.P. over het algemeen verlaagd; beneden N.A.P. echter vond een duidelijke aanwas plaats. Aan de kust van Voorne trad in de periode december 1970 tot oktober/november 1972 vanaf de Groene Punt tot 2 km ten noordoosten en ten zuidwesten daarvan achteruitgang op van het strand boven N.A.P. - 1 m.

Aan de zeezijde van de uitwateringssluizen is de inhoud tussen de beëindiging van de bodembescherming en een lijn op 550 m uit de as van de spuisluis door verondieping regelmatig met ongeveer 4% per jaar afgenomen. Alleen tijdens de grote Rijnafvoer in de tweede helft van november 1972 ontstond nabij de noordelijke vleugelmuur een smalle, doch 5 m diepe geul evenwijdig aan de afsluitdam. Behalve in de turbulente waterbeweging in de omgeving van de sluisen is de oorzaak daarvan gelegen in de door het spuien versterkte snelheid van de stroom, die op het einde van de spuiperiode tijdens de zeespiegelrijzing in noordoostelijke richting loopt.

Op de bodembescherming is weinig gebeurd, aangezien het daarop aanwezige sediment reeds werd opgeruimd in de periode dat het Rak van Scheelhoek werd afgesloten en de spuisluis openstond.

Aan de rivierzijde trad tot op 450 m uit de as van de spuisluis geen inhoudsverandering van enige betekenis op. Op grond van het wel zeer geringe sedimentgehalte van het daar aanwezige water kon ook nauwelijks anders worden verwacht.

Conclusies

Na de afsluiting van het Haringvliet zijn de stroomsnelheden in de geulen belangrijk verminderd. Een uitzondering daarop vormen het Gat van de Hawk en het Slijkgat. Beide geulen vervullen een belangrijke rol tijdens de vulling en lediging van de Haringvlietmond. Bovendien wordt tijdens het spuien het grootste gedeelte van het rivierwater door het Slijkgat afgevoerd.

De afsluiting heeft een einde gemaakt aan het sedimenttransport vanuit het Haringvliet; ook tijdens het spuien vindt nauwelijks aanvoer van sediment door de uitwateringssluizen plaats.

De uit zee komende hoge golven branden op de ondiepe buitenrand van de Haringvlietmond. Hierdoor wordt zand opgewerveld, dat ten dele door de vloedstroom naar binnen wordt gevoerd om te worden afgezet in de geulen, die voor de huidige stroombeweging veel te ruim zijn. Dit leidt tot verlaging van de ondiepe en brede drempel op de buitenrand. Ook de wederopbouw van de Hinderplaat is ten koste van deze drempel tot stand gekomen.

Door hun open ligging naar het westen blijven de oevers van Voorne en Goeree kwetsbaar voor de golfaanval. Op natuurlijke aanvoer van zand ter compensatie van het geleden verlies valt niet te rekenen door het geringe sedimentgehalte van het water. In deze situatie moet door kunstmatige zandsuppletie worden voorzien.

Een nieuwe evenwichtssituatie in de bodemligging van de Haringvlietmond is aan het ontstaan. Het ziet er overigens nog niet naar uit, dat die binnen afzienbare tijd zal worden bereikt.

Vorderingen

A. De werken van het Deltaplan

Haringvliet

De toe- en afvoerleidingskanalen naar en van de nieuwe inlaatsluis van de Zuiderdiepboezem kwamen gereed.

Langs de westzijde van de werkhaven te Hellevoetsluis werden de restanten van de vroegere steendepots opgeruimd; de afkomende materialen werden in één depot bijeengebracht. Het westelijke haven-terrein werd geëgaliseerd en met een laag teelaarde afgedekt

Volkerak

Derde sluis met overbrugging en Inlaat- en jachtensluis

Voor het verlengen van de overbrugging zijn thans 370 betonpalen geheid; er is een begin gemaakt met de opbouw van de pijler en het landhoofd. De eerste twee vloermoten van

de 3e sluis zijn gestort. De grondverbetering onder de peilers van de overbrugging van de inlaatsluis en de pijlers van de inlaatsluis zijn aangebracht. De bouw van de pijlers is vertraagd omdat ter plaatse van twee pijlers het zand moest worden verdicht: naar bleek uit de te lage sondeerwaarde was de ondergrond er te los. Inmiddels is een gedeelte van de damwand geheid en is de vloer van een vleugelwand gestort. Op het Hellegatsplein wordt naast de autosnelweg een terrein in gereedheid gebracht voor de produktie en opslag van voorgespannen liggers. Er moeten 260 liggers worden gemaakt, het grootste deel ter lengte van 38 m en met een gewicht van 80 ton. Op 1 maart zal met de produktie worden begonnen.

Brouwershavense Gat

Wat aan de afwerking van de dam door het Brouwershavense Gat nog resteert te doen, betreft alleen beplantingen en verkeersvoorzieningen.

Op verscheidene plaatsen op de binnenberm zijn in december struiken geplant, totaal 150 000 stuks. Ook werd een begin gemaakt met het aanbrengen van vangrailconstructies langs de weggedeelten nabij de onder de hoofdrijbanen en parallelwegen doorlopende verkeers- en voetgangers-tunnels.

Oosterschelde

De werkzaamheden aan de damaanzet tegen Noord-Beveland verliepen vlot. Grotendeels zijn ze gereedgekomen. Enkele terreingedeelten moeten nog worden voorzien van een zand- en cementstabilisatie, enkele andere gedeelten moeten nog worden afgedekt met klei. Een begin is gemaakt met de werkzaamheden voor de aanleg van een werkweg tussen de damaanzet en de provinciale weg. De werken aan het damvak tussen de werkeilanden Neeltje

Jans en Noordland zijn zeer voorspoedig verlopen; ze zijn thans nagenoeg voltooid. In de komende periode moeten nog enkele kleine werkzaamheden worden verricht, zoals het met fijn grind afstrooien van de asfaltbetonbekleding en het inzaaien van de klei-afdekkingen. Ter bestrijding van een diepe ontgronding langs de noord-westelijke zijde van het werkeiland Roggenplaat werd het onderwaterbeloop aan de kant van het werkeiland bestort met 30 000 ton fosforslakken. Daar ook in de hoofdstroomgeulen verdiepingen waren geconstateerd, werden op die plekken waar de pijlers van de kabelbanen moeten worden geplaatst 50 cm dikke bestortingen van grof grind aangebracht over 2500 m² oppervlakte per pijler.

Na een daartoe gehouden 'aanbesteding met voorafgaande selectie' werden de werkzaamheden ter verdere voltooiing van de afsluiting van de Oosterschelde – enkele met name genoemde onderdelen zoals kabelbanen, kunstwerken en leveringen uitgezonderd – opgedragen aan de Aannemerscombinatie 'Dijksbouw Oosterschelde'. Met deze combinatie is terzake een zogenaamde raamovereenkomst gesloten, op basis waarvan de eronder vallende afsluitingswerken bij afzonderlijke deelovereenkomsten zullen worden uitgevoerd. De gecontracteerde aannemerscombinatie is samengesteld uit onderstaande bedrijven: N.V. Aannemersbedrijf voorheen Firma T. den Breejen van den Bout te Aerdenhout; Van Hattum en Blankevoort B.V. te Beverwijk; Hollandsche Aanneming Maatschappij N.V. te Rijswijk (Z.H.); Aannemings- en Wegenbouwbedrijf P. H. Offeringa B.V. te 't Harde; Aannemingsmaatschappij Jac. G. van Oord N.V. te Utrecht; Adriaan Volker baggermaatschappij N.V. te Rotterdam; Aannemerscombinatie Zinkwerken N.V. te Gorinchem Mannesmann Nederland B.V. te Dintelmund werd opdracht verleend voor het maken van de onderbouw van de kabelbanen met behulp waarvan de drie

grote stroomgeulen in de Oosterschelde te zijner tijd zullen worden afgesloten. Het gaat hier om het leveren en aanbrengen van de funderingen en pylonen van de draagtorens en het aanbrengen van de pyloonkoppen. De torens, 12 in totaal, 5 voor de Roompot, 3 voor de Schaar van Roggenplaat en 4 voor de Hammen, zullen in geheel in staal worden uitgevoerd

B. De werken ten noorden van Hoek van Holland

Verhoging van de Helderse zeewering

Aansluitend op de aanleg van een onderzeese kade van mijnsteen met bijbehorende zink- en stortwerken in de jaren 1970 en 1971, werd op 10 december 1971 de eigenlijke verhoging van de Helderse zeewering tussen fort Oostbatterij en fort Erfrins aanbesteed. Dankzij de langdurige lage waterstanden kon reeds spoedig worden begonnen met het afvlakken van de kruin van de mijnsteenkade en het opnemen van de steenbekleding op de stranddammetjes en de glooiing beneden N.A.P. + 1 m. Vervolgens werd in de binnenkruinlijn van de mijnsteendam een teenvoorziening aangebracht, bestaande uit een rij perkoenpalen met teenschot. Deze werkzaamheden, die zich uitstrekten over een lengte van ongeveer 1 km, duurden tot half mei 1972.

Half februari van dat jaar werd begonnen met de verwerking van mijnsteen. Daarmee werden te diepe gedeelten achter de mijnsteendam opgevuld; later werd nog een laag mijnsteen over het zand onder de te maken basaltglooiing aangebracht.

Een halve maand daarna werd daar waar de teenvoorziening reeds was aangebracht, aange-

vangen met het zandpersen. Hiertoe was tevoren een afwateringsconstructie onder de binnenteenlijn aangebracht, die het landwaarts afvloeiende perswater zoveel mogelijk moest opvangen. Het opgevangen perswater werd vanuit om de 50 m geplaatste putten door middel van kloppompen in een bovengronds gelegen stalen leiding gepompt en over de dijk uitgeslagen.

Toen op 2 augustus 1972 met persen werd gestopt, was 750 000 m³ zand verwerkt. Het benodigde zand was afkomstig uit het mondingsgebied van de Marinehaven; het werd door hopperzuigers van 500 m³ inhoud naar een voor het dijkvak liggende perszuiger gevaren. Deze zuiger perse het vervolgens rechtstreeks in het werk. Op 1 april, de daartoe vastgestelde datum, werd, vooruitlopend op de steeds hoger wordende zandstorten, begonnen met het slopen van de buitenglooiing boven N.A.P. + 1 m en van de betonnen keermuur; dit muurtje werd gesloopt met behulp van springladingen. De vrijkomende materialen werden gedeeltelijk rechtstreeks vanaf de wal met een drijvende kraan en gedeeltelijk met steenstorters op de onderzeese oever gestort, teneinde een grotere uitvlakking van het onderwaterluid te verkrijgen. De noodzakelijke sloop van een zwembad, een K.N.M.I.-station en enkele opstallen duurde tot 22 mei 1972; er kwam ongeveer 100 000 ton puin vrij.

Op 13 maart 1972 kon met het zetten van de basaltglooiing tot N.A.P. + 2,50 m worden begonnen. Toen dit op 5 juni 1972 werd beëindigd was door een ploeg van zeven man $\pm$ 9000 m² kop- en netwerk afgewerkt. Deze voortgang van het netwerk maakte het mogelijk dat op 29 mei 1972 werd begonnen met het op de buitenglooiing tot N.A.P. + 7 m aanbrengen van 36 000 ton grof dicht asfaltbeton. Dit asfalt en ook het gietasfalt voor de laagwaterberm werd betrokken van een in Den Helder geplaatste molen. Op 8 september was de asfaltbekleding, die in één laag werd

aangebracht, dicht. Nog tijdens de asfaltverwerking werd tot eind september 65 000 m³ klei over de volle breedte van de dijk aangebracht, zodat voor 15 oktober de vereiste waterkerende hoogte tot N.A.P. + 9 m was bereikt.

Aansluitend heeft men de laatste werkzaamheden voltooid, zoals de aanleg van een binnenberm-weg, een riolering en een ontwateringsconstructie voor de de afvoer van regen- en grondwater, het maken van drie overgangen voor voetgangers, hekwerken en aanpassingswerken.

Begunstigd door de weersomstandigheden kon de aannemer het werk in één jaar voltooien.

De totale kosten van de verhoging van dit dijkvak belopen, inclusief grondaankoop en aanpassingswerken, f 20,9 miljoen.

Werkhaven en zeewaterbassin op Texel

De werkzaamheden aan de werkhaven naderen hun voltooiing. Oever- en taludbekledingen zijn aangebracht. De asfaltbetonverhardingen en de bestrating zijn grotendeels voltooid. Terreinen en taluds zijn met teelaarde afgewerkt en ingezaaid.

Het zeewaterbassin is voltooid, behoudens enig aansluitend werk, dat verband houdt met de

te maken inlaatsluis en uitlaatconstructie.

Inlaatsluis en een uitlaatconstructie in de zeedijk van het waterschap Texel

De uitlaatconstructie is vrijwel voltooid; ze is zelfs al in bedrijf. Ook de inlaatsluis is, behoudens de bovenbouw, voltooid. De bouwputten van stalen danwand zijn getrokken. Met het monteren van de mechanische bewegingswerken is een aanvang gemaakt. De sluis is echter reeds in bedrijf gesteld. De bijkomende werken zoals grondwerken en asfaltbekledingswerken naderen hun voltooiing.

Opgave van bestede en gegunde bestekken en gesloten ondershandse overeenkomsten

BR-5486 16 maart 1971

Vervaardigen en leveren af fabriek van drie mobiele diesel-elektrische aggregaten c.a. ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
Aannemingssom: f 137 110,-
Aannemer: Dijnaf n.v. Fabrik v. Elektrische aggregaten en apparaten te Alkmaar

BR-5524 19 mei 1971

Het schilderen van 2 dubbele basculebruggen en 1 ophaalbrug over en nabij de Schutsluis in het Haringvliet nabij Stellendam
Aannemingssom: f 27 850,-
Aannemer: n.v. Schildersbedrijf J. Th. Mansveld en Zonen te Utrecht

BR-5575 1 september 1971

Bedrijfsvaardig opstellen brandstofleveringsinstallatie c.a. Levering turbine Fuel 155 ten behoeve van automoteurs
Aannemingssom: f 16 300,- en eenheidsprijs
Aannemers: Esso Nederland n.v. te 's-Gravenhage

BR-5662 18 augustus 1971

Vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van 5 stuks stromingsmeetinrichtingen en 5 stuks elektrische beweegbare lieren ten behoeve van de zoutriolen van de Spuisluis Haringvliet.
Aannemingssom: f 38 200,-
Aannemer: Constructiewerk-

plaatsen en Machinefabriek Braat n.v. te Rotterdam.

BR-5718 24 september 1971

Vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een terreinverlichting voor het *bouwdok ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat*

BR-5719 24 september 1971

Vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een elektrische installatie voor de kabelbaan c.a. ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
Aannemingssom: f 203 887,-
Aannemer: idem

BR-5720 24 september 1971

Vervaardigen, leveren en be-Aannemingssom: f 43 720,-
Aannemer: Van Rietschoten en Houwens' Elektrotechnische Maatschappij n.v. te Rotterdam
drijfsvaardig opstellen van voedingsinstallaties op de opslagterreinen Schouwen en Middelplaat ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
Aannemingssom: f 146 967,-
Aannemer: Idem

BR-5793 21 juni 1971

Vervaardigen en leveren van een ponton met loopbruggen c.a.

ten behoeve van het werkeiland Noordland (Oosterschelde)
Aannemingssom: f 38 650,-
Aannemer: Constructiebedrijf M. J. Stekelenburg te Middelhamnis

BR-5812 12 oktober 1971

Leveren en bedrijfsvaardig opstellen van twee koeltoreninstallaties ten behoeve van de stroomvoorziening voor de Spuisluis in het Haringvliet
Aannemingssom: f 20 439,-
Aannemer: S. F. Lucht- en warmte techniek n.v. te Amersfoort.

BR-5829 13 juni 1971

Verrichten van herstelwerkzaamheden aan de lieren van de caissons voor de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
Aannemingssom: f 20 166,55
Aannemer: n.v. Hollestelle te Goes

BR-5870 30 november 1971

Demonteren van een kabelbaan over het Brouwershavensche Gat met bijkomende werken
Aannemingssom: f 1 803 985,-
Aannemer: De Groot Zwijndrecht n.v. te Zwijndrecht

BR-5878 30 november 1971

Vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig aanbrengen van 6 stuks luchtleidingen voor de luchtbellenschermen van de sluisen in het Volkerak
Aannemingssom: f 152 815,-
Aannemer: De Feijter n.v. te Terneuzen

BR-5923 1 oktober 1971

Vervaardigen en leveren van tandwielkasten c.a. ten behoeve van de elektrotechnische schuifbewegingsinrichtingen c.a. voor de inlaatsluis 'Dirksland' te Dirksland
Aannemingssom: f 20 820,-
Aannemer: Machinefabriek Aug. Bierens en Zonen n.v. te Tilburg

SS-676 23 december 1971

Leveren en monteren van de installaties voor een standaard onderkomen voor 36 personen

nabij het centraal bedienings-
gebouw Haringvliet
Aannemingssom f 151 722,23
Aannemer: S. F. Lucht- en
Warmtetechniek n.v. te
Amersfoort

**Opgave van de door andere
beheerders dan het Rijk voor
de uitvoering van de Delta
werken gesloten overeen-
komsten**

**Provincie Zeeland (wp. De brede
wetering van Zd-Beveland)
nummer 1916**

Leveren en bedrijfsvaardig op-
stellen van twee schroefcentri-
fugaalpomp, haakse tand-
wieltransmissies, krooshekken
etc ten behoeve van het te
bouwen gemaal Heer Jans-
polder
Aannemingssom: f 507 850
excl. BTW
Aannemers: n.v. Machinefabriek
v/h Pannevis en Zn te Utrecht

**Provincie Zeeland (wp. De brede
wetering van Zd-Beveland)
nummer 1916**

Leveren en bedrijfsvaardig op-
stellen van twee dieselmotoren
ten behoeve van het te bouwen
gemaal Heer Janspolder
Aannemingssom f 306 465,-
excl. BTW
Aannemer: n.v. Appingedammer
Bronsmotorenfabriek te
Appingedam

**Provincie Zeeland (wp. De
Prins Hendrikpolder)
nummer 1 dienstjaar 1971**

Teenvoorziening zeedijk Prins
Hendrikpolder van dp 0 tot
dp 26

Aannemingssom: f 290 000
excl. BTW
Aannemer: Gebr. Romers n.v.
te Rozenburg

**Provincie Zeeland (gemeente
Terneuzen)
5 mei 1971**

Het voltooien van een overstort-
riool met bijbehorende werken
in het exploitatieplan Noore in
de gemeente Terneuzen
Aannemingssom f 286 732,-
Aannemer: n.v. Aannemers-
bedrijf Gebr. Geldof te
Serooskerke (W)

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

DED-1357 1971

Het uitvoeren van baggerwerk
in de werkhaven te Hellevet-
sluis, in de binnen- en buiten-
haven voor de schutsluis en de
toegangseulen tot binnen- en
buitenhaven te Stellendam in
het Haringvliet, in het jaar 1971
Aannemingssom. f 380 937,-
Aannemer: n.v. baggermij van
Noordenne te Slidrecht

SS-646 1971-1972

Bouwen van 5 houten los-
steigers, c.a. in de buitenhaven
van de schutsluis Haringvliet in
de gemeente Goedereede
Aannemingssom: f 284 250,-
Aannemer: K. Plieger te
Lexmond

Zeeland (Zeeuwsch Vlaanderen)

Z-1413 1971-1972

Het maken van een waterkering,
een kadewand, verhardingen en
bijkomende werken te Breskens

in de gemeente Oostburg
Aannemingssom f 2 150 000,-
Aannemer: Aann. bedrijf n.v.
Stegink te Vlissingen

DED-1364 1971-1972

Het maken van het werkeiland
Noordland met bijkomende
werken in de Oosterschelde
onder de gemeente Veere
Aannemingssom. f 9 971 000,-
Aannemers: Combinatie - n.v.
Baggermij Bos en Kalis -
Aann. bedrijf Oosterwijk n.v. -
Dirk Verstoep Nederland n.v.
te Papendrecht

DED-1388 1971-1972

Het maken van twee voetgan-
gerstunnels en het voltooien
van een lichtopening van een
verkeerstunnel in en nabij de
Brouwersdam onder de
gemeenten Goedereede en
Middenschouwen
Aannemingssom: f 663 000,-
Aannemer: n.v. Aann. Mij W. C.
van Dijk te Hardinxveld-
Giessendam

DED-1391 1971-1972

Het leveren van betonartikelen
ten behoeve van de afsluiting
van het Brouwershavensche
Gat in twee percelen en in
massa
Aannemingssom eenheids-
prijzen
Aannemer: n.v. Pit-Beton te
Middelburg

DED-1395 1971-1972

Het maken van oeververdedi-
gingen langs de oevers van het
Veerse Meer, met bijbehorende
werken, in de gemeenten
Wissenerke, Goes, Arnemuiden
en Veere
Aannemingssom: f 955 000,-
Aannemer: n.v. Aann. Comb.
Zinkwerken te Gorinchem

Verantwoording van de foto's

H. J. Verdonk	114
Staatsbosbeheer	116
J. H. Smittenberg	117 118 122 123
J. Looth	119
IHC Holland	137
Cees v. d. Meulen	141

