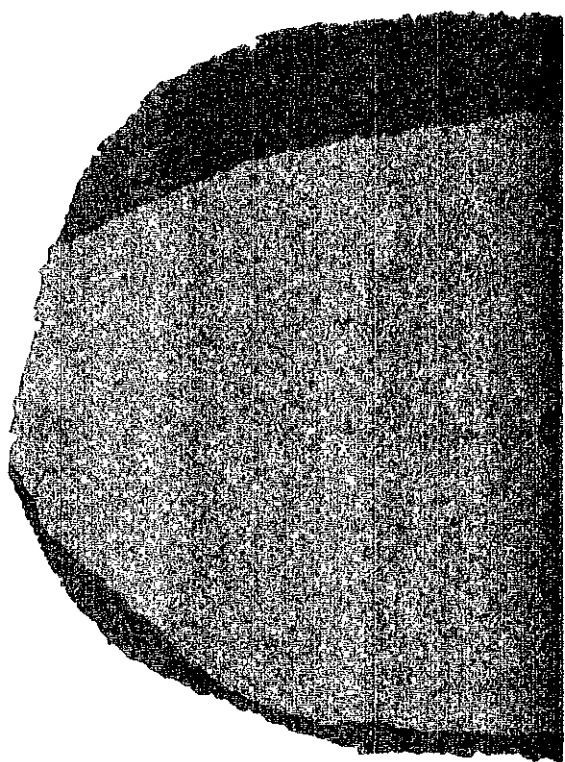
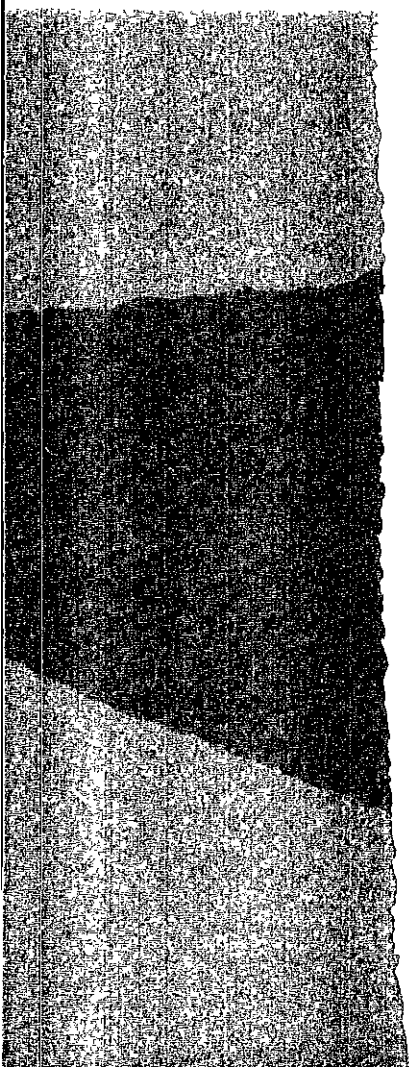


Driemaandelijks Bericht
nummer 108, mei 1984

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
2597 AT 's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1
2515 TZ 's-Gravenhage
Telefoon: 070-789911

De prijs bedraagt f 27,- per jaar
of f 7,- per nummer

Inhoud

Pijlerplaatsingen in de Hammen en de
Schaar 407

Grindwiepenmatten 415

Doelstelling, taken en uitrusting van de Delta-
vloot 420

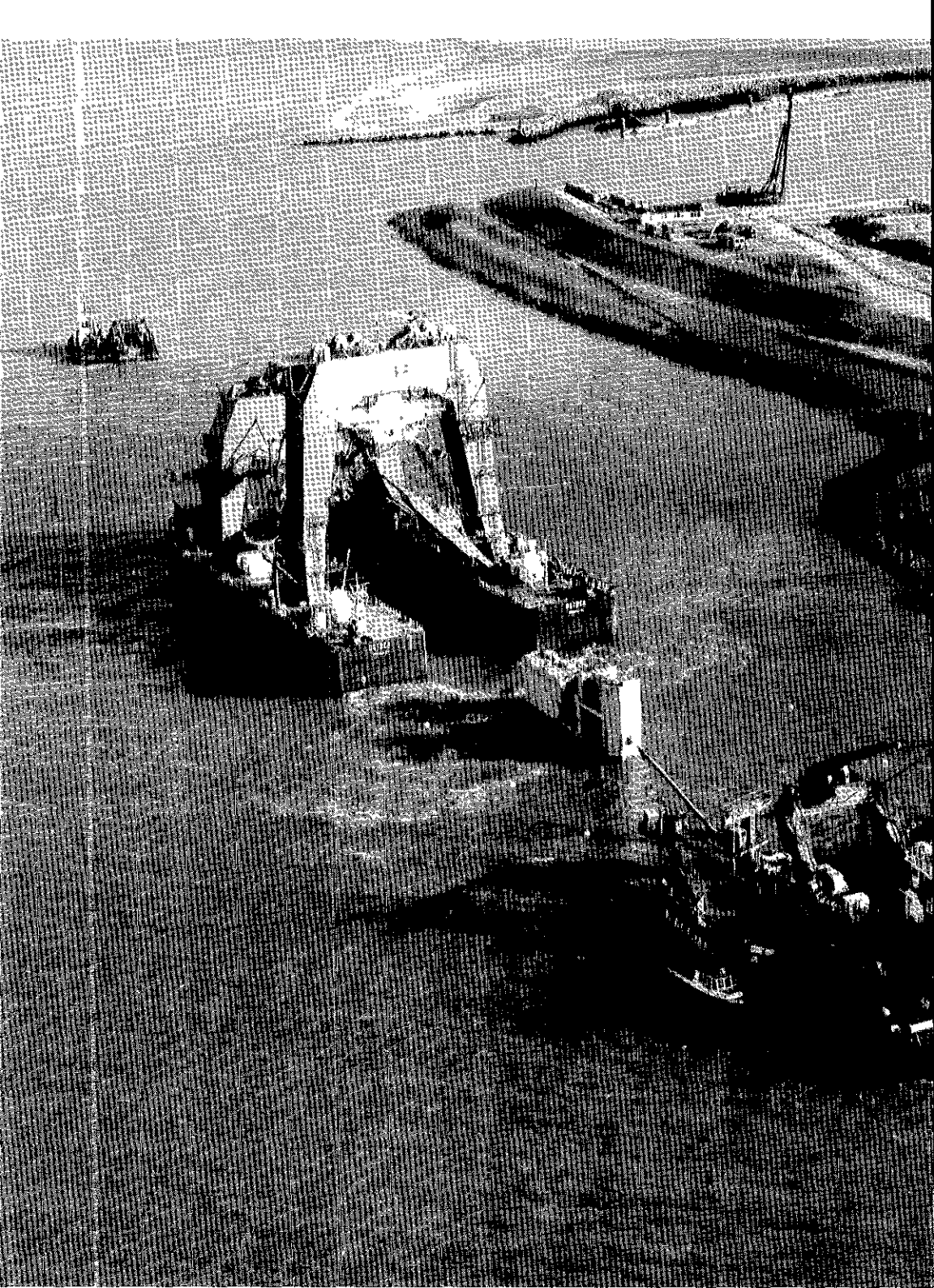
Een akoestische zandtransportmeter 430

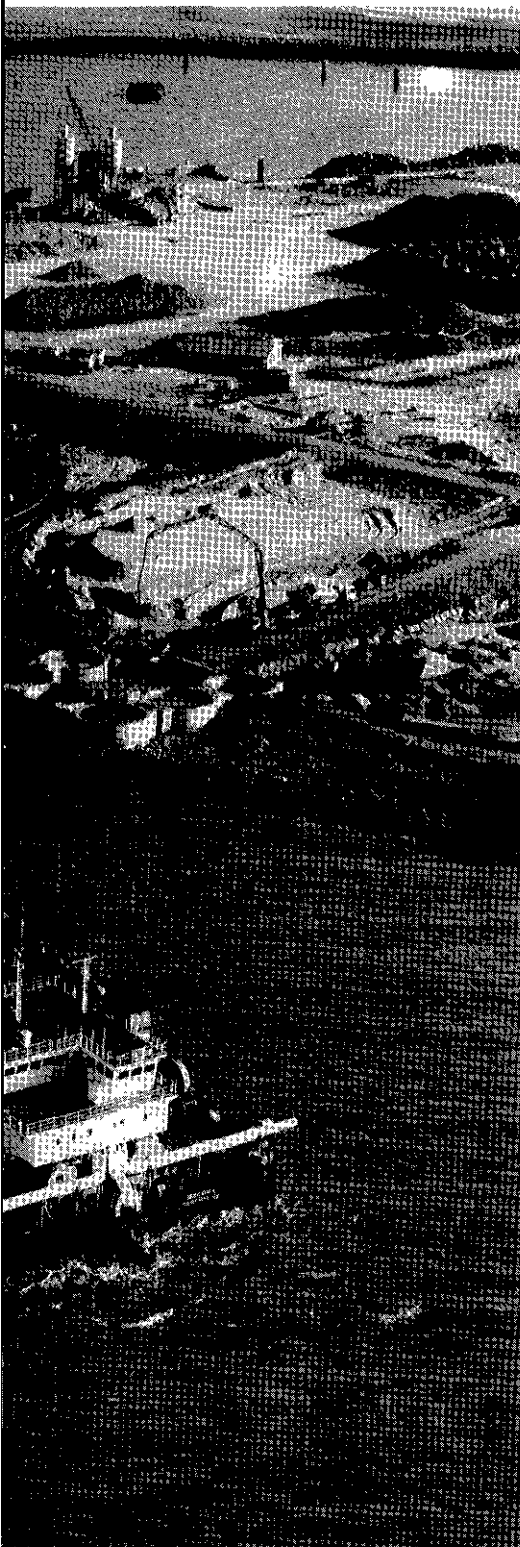
En nieuw Rekencentrum bij de Meet- en
Studieafdeling Zierikzee 438

Bemaling van de bouwputten van het Bathse
Spuikanaal 442

Samenvattingen/Summaries 449

Vorderingen 452





Pijlerplaatsingen in de Hammen en de Schaar

Met het plaatsen van pijlers in de monding van de Oosterschelde komt er letterlijk en figuurlijk zicht op de voortgang van de werkzaamheden in de sluitgaten.

Letterlijk omdat iedere geplaatste pijler op zichzelf een tastbaar bewijs vormt van deze voortgang.

Figuurlijk omdat deze pijlers tevens een achterliggende periode van minder zichtbare werkzaamheden onder het wateroppervlak weerspiegelen.

Is de plaatsing van de pijlers voor de laatstgenoemde werkzaamheden dus een sluitstuk, voor de afbouw van de kering vormen zij het beginpunt.

Immers de posities van de pijlers zijn de basis voor nog aan te brengen onderdelen als brugliggers, schuiven, dorpelbalken etc. Binnen het raamwerk dat thans wordt gevormd door de pijlers moeten zij straks (blijvend) passen.

In deze bijdrage zal worden ingegaan op de werkzaamheden die binnen het plaatsen-pijler-bedrijf moeten worden verricht om een pijler in het sluitgat op te leveren welke aan de gestelde randvoorwaarden voldoet.

Oorspronkelijk zou de combinatie 'Macoma'-'Ostrea' de funderingsmatten ontzanden en meteen daarna de pijlers plaatsen. Maar aangezien de behoefte ontstond om een mogelijke onvlakheid van de funderingsmatten nog met een afzonderlijke tegelmat te corrigeren, kreeg de combinatie 'Macoma' - 'Donax' deze taak erbij. In het ontwerpstadium kon daar nog rekening mee gehouden worden (Bericht 104, mei 1983).

Inmiddels was gebleken dat de steenbestorting van de naad tussen twee naast elkaar gelegen funderingsmatten niet onder alle omstandigheden voldoende stabiel was, bij voorbeeld niet wanneer de diepstekende, met een pijler beladen 'Ostrea' boven de bestorting lag. Om deze reden werd het nodig geacht de bestorting af te dekken met een grindwiepenmat, die er dus moest liggen voordat de pijler werd geplaatst.

Pas nadat een sluitgat van grindwiepenmatten en eventueel van tegelmatten was voorzien, konden de pijlers op hun plaats worden gebracht.

Het plaatsen van de pijlers zelf wordt voorafgegaan door een aantal handelingen in de bouwdoeken en door het transport naar de plaats van bestemming. Een essentieel onderdeel van de plaatsing vormt verder de beoordeling van de pijlerpositie, en de opschoning van het funderingsbed.

Grindwiepenmatten

Voor het leggen van de grindwiepenmatten werden andere eisen gesteld aan de combinatie 'Macoma'-'Donax' dan bij het leggen van de tegelmatten. Vanwege de lengte van de grindwiepenmatten was een verhaallengte nodig van ruim 200 m. De noodzaak om de overlap zoveel mogelijk op te schonen vereiste een aangepaste zuigmethode, en ook verder diende de meet- en werkmethodiek te worden aangepast. Deze aanvullende eisen waren in het ontwerpstadium nog niet bekend, zodat hier moest worden aangesloten op een systeem dat al in bedrijf was.

Voordat een grindwiepenmat kan worden gelegd moeten niet alleen de tussenruimte tussen de ondermatten maar ook de bovenmatten aan weerszijden ervan zoveel mogelijk zandvrij zijn gemaakt. Het opschonen van de bovenmatten is in eerste aanleg nodig om de matranden waarneembaar te maken voor het meetsysteem waarmee de combinatie 'Macoma'-'Donax'-'Sepia' zich positioneert. Daarnaast vormt de matrand een oriënteringspunt voor de controle achteraf op de ligging van de grindwiepenmat.

Het opschonen van de steenbestorting zelf heeft mede ten doel de hoeveelheid zand onder de grindwiepenmat zo klein mogelijk te houden. Bij het plaatsen van de pijler kan dit zand namelijk aanleiding geven tot ongewenste aanzanding op de bovenmat, nadat de laatste opschoonslag met de 'Macoma' heeft plaatsgevonden. Omdat de breedte van de grindwiepenmat een compromis is tussen de wens om de steenbestorting zoveel mogelijk af te dekken tegen de gevreesde erosie en de wens om geen grindwiepen op de bovenmatten te krijgen – dit om het opschoonproces van de 'Macoma' niet onmogelijk te maken – diende er zo nauwkeurig mogelijk te worden gelegd en gemeten.

Aan het leggen van een grindwiepenmat zitten twee heel gevoelige kanten. In de eerste plaats dient de combinatie 'Macoma'-'Donax'-'Sepia' te worden verhaald binnen de toelaatbare dwarsuitwijkingen. Zo wordt ervoor gezorgd dat de grindwiepenmat tussen de beide bovenmatten terecht komt, en niet op een van

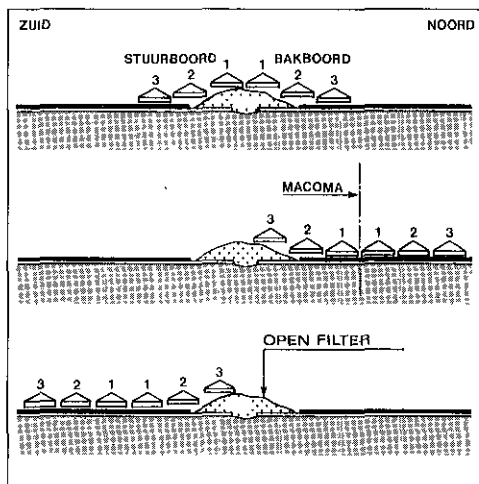
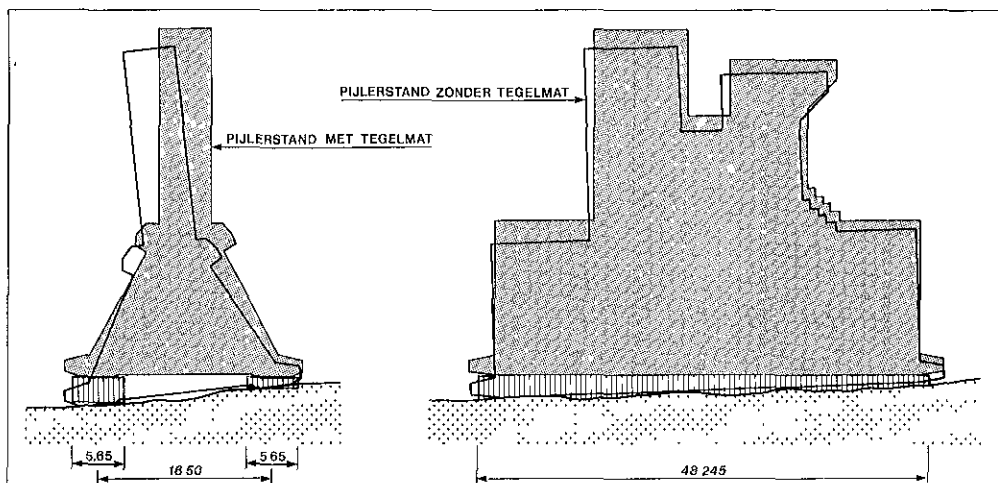
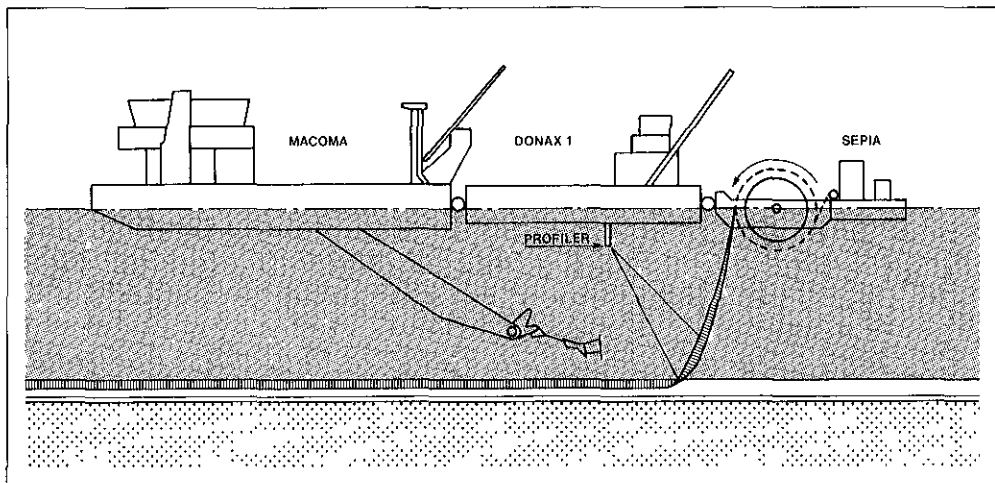


Fig. 1. Opschonen van het open filter tussen de funderingsmatten met de zuigkoppen van de 'Macoma'

beide. In de tweede plaats dienen de verhaalsnelheid van de werkschepencombinatie en de snelheid van afwikkelen van de mat op elkaar te zijn afgestemd. Alleen dan zal de mat de golvende steenbestorting gelijkmatig volgen. Met een profielopnemer werd de kromtestraal van de mat bepaald. Aan de hand van beschikbare tabellen konden nu de snelheid van de combinatie en de afwikkelingsnelheid aan elkaar worden aangepast.

Met twee andere profielopnemers werd de matrand ingemeten ten opzichte van de werkschepencombinatie. De gewenste positie van de combinatie kon daarna met de boordcomputer worden vastgesteld.

Figuur 1 geeft de manier weer waarop de ruimte tussen twee naast elkaar gelegen funderingsmatten werd opgeschoond. Door gebruik te maken van de zes zuigkoppen van



de 'Macoma' en met verschoven zuigslagen kon de bestorting zandvrij worden gemaakt zonder noemenswaardige schade aan het systeem.

In de praktijk bleek deze betrekkelijk eenvoudige meet- en werkmethode uitstekend te werken, mede doordat aan de registratie van de verschillende processen vooraf en achteraf ruime aandacht is besteed. Door goede afstemming met de fabriek kon een maximale productie worden bereikt van vier gelegde grindwiepmatten per week.

Tegelmatten

Met behulp van tegelmatten kunnen binnen zekere grenzen wijzigingen worden aangebracht in de stand van een pijler. Figuur 3 toont het principe van de correctie met een tegelmat, die

Fig. 2. Het leggen van een grindwiepmat wordt gevolgd met profilopnemers

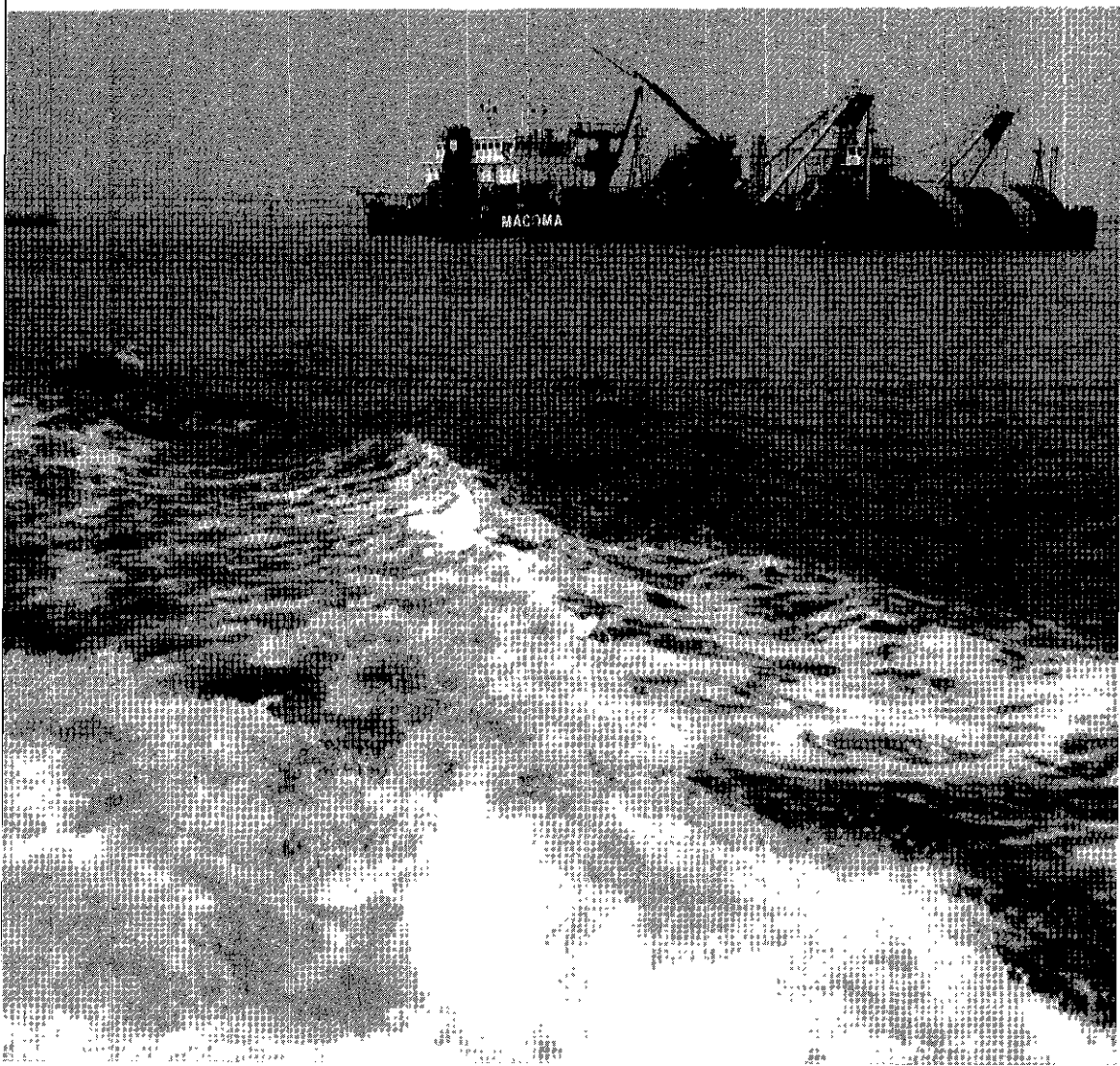
Fig. 3. Principe van de correctie met een tegelmat

in feite bestaat uit twee betonstroken van variabele dikte.

Uit analyse van de resultaten van vlakheidsmetingen op de funderingsmatten is gebleken dat er in totaal drie tegelmatten nodig waren: één in de Hammen, op locatie H 10, en twee in de Roompot, onder pijler R 23 en R27. Bij het samenstellen van dit Bericht was de tegelmat op locatie H 10 aangebracht, en waren de tegelmatten voor de beide andere locaties in voorbereiding.

In de proefperiode was gebleken dat met enige aanpassingen het leggen van de tegelmatten goed uitvoerbaar was. Omdat het akoestisch meetsysteem een onnauwkeurigheid kent die de helft van de geringe beschikbare maattolerantie opeist, stelt het leggen van een tegelmat betrekkelijk hoge eisen aan de kwaliteit van het gehele proces.

Op grond van de meetgegevens van het funderingsbedrijf en een controlemeting met de 'Macoma' werd besloten tot het leggen van een halve tegelmat, dus maar één strook, op locatie H 10. De vermoedelijke dwarsscheefstand van de pijler daar bedroeg 10 mm/m, ruim boven de toelaatbare waarde. De tegelmat corrigeerde dit naar een waarde die uit tolerantie-overwegingen wel aanvaardbaar was. Het geringe aantal tegelmatten dat nodig bleek, weerspiegelt enerzijds de kwaliteit van het funderingsbedrijf, maar toont anderzijds aan dat de beschikbaarheid van dit correctiemiddel toch zinvol was. In dat opzicht staan de baten in goede verhouding tot de investeringen die in deze maatregel zijn gedaan. Terecht luidde de titel van het artikel over tegelmatten in Bericht 104: 'Matten op maat, een verzekeringspremie'.



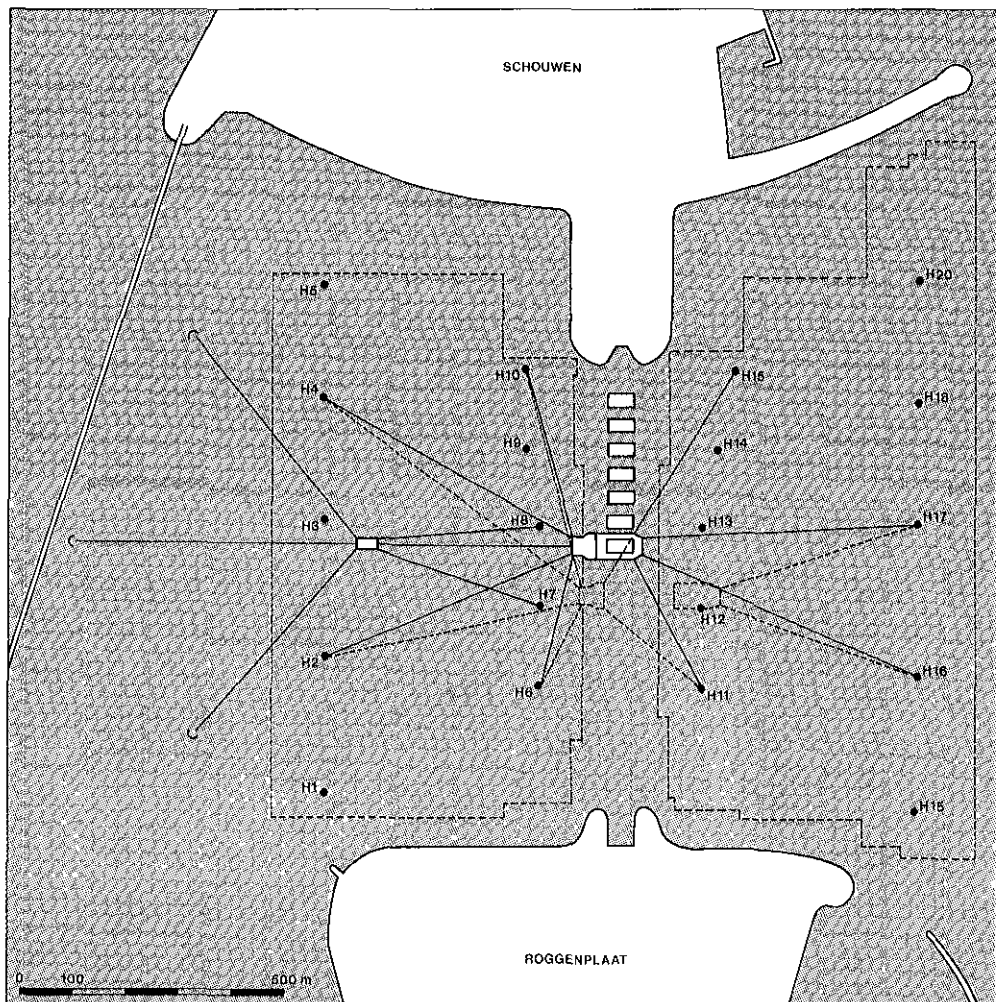


Fig. 4. Voorbeeld van een verankeringspatroon van de combinatie 'Macoma'-'Ostrea'

Links: Een tegelmat wordt geplaatst door de combinatie 'Macoma'-'Donax'

Pijlers

Om de pijlers goed en wel op hun plaats in het sluitgat te krijgen, moet vooraf in het bouwdok en in de stroomgeulen het nodige worden verricht. Om te beginnen worden de pijlers in het bouwdok voorzien van meetvoorzieningen en bordessen; ook wordt daar een laatste controle uitgevoerd.

Tijdens de werkzaamheden in het bouwdok deden zich twee problemen voor waarop niet was gerekend. Allereerst bleek compartiment I van het bouwdok, dat in directe verbinding staat met de Schaar, in hoge mate gevoelig voor aanslibbing. Hierdoor werden de controles onder water van onder meer de grindzakken sterk bemoeilijkt. Maar ook slibden de grindkoffers dicht, die nodig zijn om tijdens het heffen water onder de pijlers te laten toestromen. Een

en ander betekende dat het slib rondom de pijlers en de grindzakken met een aangepaste zuiger moest worden verwijderd.

Als de pijlers werden geheven, bleek dat de *dunne metalen laag die onder de pijler was bevestigd* en die diende als scheidsvlak tussen de betonconstructie en de werkvloer, losliet, hetzij geheel hetzij gedeeltelijk.

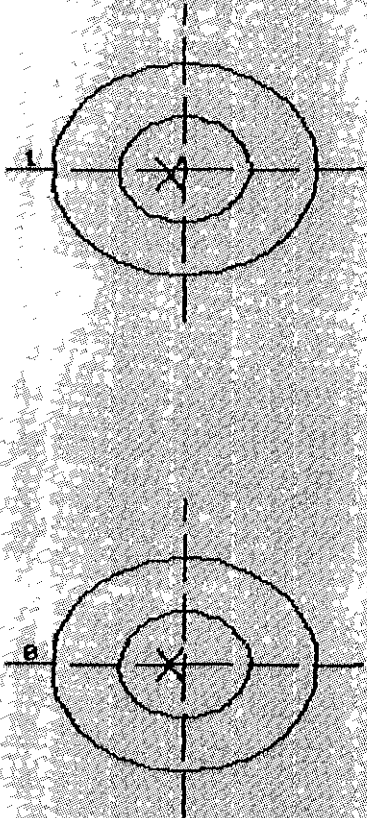
Om beschadigingen van de funderingsmatten en de propellers van de 'Ostrea' te voorkomen werd overgegaan tot standaardcontrole van de gehele pijlerbodem, en tot verwijdering van de loslatende beplating. In het bouwdok werden daarom balken geplaatst, waarop de pijlers voor deze werkzaamheden tijdelijk konden worden neergezet.

Zijn de nodige controles en werkzaamheden aan een pijler verricht, dan wordt hij opgepakt door de 'Ostrea' en naar het sluitgat getranspor-

teerd. In verband met de benodigde waterdiepte wordt om de zandplaten in de Oosterschelde-mond heengevaren, door vaargeulen die deels voor dit doel moesten worden uitgediept.

Aangekomen op de locatie in het sluitgat koppelt de 'Ostrea' zich aan de 'Macoma', die tijdens zijn voortdurende verblijf in het sluitgat de vereiste voorbereidende werkzaamheden heeft verricht. De koppeling van de beide schepen vindt eerst plaats als aan een aantal voorwaarden is voldaan.

Om te beginnen dient het funderingsbed gereed te zijn voor de ontvangst van de pijler, dus voldoende vlak, al dan niet met behulp van een tegelmat. In de funderingsmatten mogen geen scheuren zitten, en om bestand te zijn tegen de stroomsnelheden rond de pijler dienen ook de afstorting van de naad tussen de funderingsmatten en de grindwiepenmatten

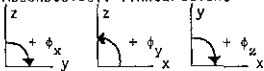
MACOMA 2 DRAADKRACHT 61 ton DRAADLENGTE 495 m NOG TE HALEN 13 cm MACOMA 1 DRAADKRACHT 54 ton DRAADLENGTE 630 m NOG TE HALEN 34 cm		MACOMA 3 DRAADKRACHT 47 ton DRAADLENGTE 523 m NOG TE VIEREN 16 cm MACOMA 4 DRAADKRACHT 50 ton DRAADLENGTE 318 m NOG TE VIEREN 39 cm
OSTREA 1 DRAADKRACHT 32 ton DRAADLENGTE 265 m NOG TE VIEREN 5 cm OSTREA 2 DRAADKRACHT 37 ton DRAADLENGTE 553 m NOG TE VIEREN 2 cm		OSTREA 4 DRAADKRACHT 63 ton DRAADLENGTE 355 m NOG TE HALEN 3 cm OSTREA 3 DRAADKRACHT 37 ton DRAADLENGTE 511 m NOG TE VIEREN 6 cm

Theoretische positie in sluitgatgrid

x = 1500.000

y = 8014.718

z = - 24.700

meting	Ostrea				Walmetingen		
vrijheids- graad	20% plaatsing	80% plaatsing	100% plaatsing	2 σ -meten 100% plaatsing	100% plaatsing + waterballast	2 σ -meten	
Δx (mm)	+ 3	+ 1	+ 5	36	+ 1	30	1)
Δy (mm)	- 17	- 35	- 38	36	- 27	30	1)
Δz (mm)	+ 141	+ 116	+ 110	30	+ 61	30	1)
ϕ_x (mm/m)	- 1,5	- 1,7	- 1,8	0,7	- 1,08	0,3	
ϕ_y (mm/m)	- 1,5	- 1,5	- 1,5	0,7	- 1,21	0,2	
ϕ_z (mm/m)	- 0,4	- 0,2	- 0,2	2,4	+ 1,10	0,2	
Pijlerpositie na plaatsen binnen bestekseisen Zandlaagdikte ≤ 15 mm Opmerkingen: 1) voorlopige 2 σ -waarden walmetingen							ja/nee ja/nee
Pijlerpositie na plaatsen goedgekeurd Basiskeuring: bestek/relatieve-keuring-HP/beslismodel-Ostrea Opmerkingen:							ja/nee
Herziene keuring na resultaten walmeting noodzakelijk Pijlerpositie na walmetingen goedgekeurd Basiskeuring: bestek/relatieve-keuring-HP/beslismodel-wal Opmerkingen:							ja/nee ja/nee
Assenstelsel: linksdraaiend							
							

Goedgekeurd, d.d. 11/10/83

par. RWS

Burg

Fig. 6. Protocol van de positie van pijler H10

Fig. 5. Plaatsafwijking van de portalen van de Ostrea ten opzichte van de theoretische plaats

gaaf te zijn, evenals de grindzak. Tenslotte moet de hele locatie zo vrij zijn van zand dat het funderingsbed in de laatste zulgslagen met de combinatie 'Macoma' - (geladen) 'Ostrea' kan worden opgechoond. Vanzelfsprekend dienen ook de hydro-meteocondities - stroomsnelheid, golven en wind - binnen de randvoorwaarden te vallen.

Is dit het geval, dan begint men met de koppelingsoperatie en wordt de werkschepencombinatie in het vereiste verankeringspatroon gelegd (figuur 4). De feitelijke plaatsing kan aanvangen zodra de combinatie is verankerd. Achtereenvolgens wordt dan het funderingsbed nog eens zoveel mogelijk zandvrij opgechoond, de pijler gepositioneerd op 1 m boven de bodem, en daarna geplaatst, de pijlerpositie gekeurd, de grindzak gelost en de afsluiter geopend, zodat de pijler zich vult met water uit

de Oosterschelde. Vooral het lossen van de grindzak is een uitermate belangrijke handeling. Zou de grindzak niet of onvoldoende worden gelost, dan zou de ruimte tussen en naast de pijlerbilden volslibben, en later het ondervullen met grove beton belemmeren. Om die reden wordt dan ook een uitgebreide duikerinspectie uitgevoerd.

Nadat deze handelingen zijn verricht worden de maatvoorzieningen van de pijler gehaald met een kraan die aan boord van de 'Ostrea' staat, en dan kan er worden ontkoppeld. Met name het ontkoppelen en het wegvaren van de geplaatste pijler is voor de bemanning een kritische operatie, waarbij goed gelet moet worden op de omstandigheden van stroom en golf.

Bij het plaatsen van de pijlers zijn twee criteria van groot belang. In de eerste plaats mag er op het funderingsbed niet meer dan 15 mm zand liggen (Bericht 99, februari 1982). Licht er meer zand, dan ontstaat er later, als de kering klaar is, alsnog kans op verzakkingen. Controle op het opschoonresultaat vindt plaats met een daartoe ontwikkeld zanddetectiesysteem, en met onderwatercamera's, beide aangebracht achter de zuigmonden van de 'Macoma'. In de praktijk blijkt het resultaat van het opschoonen ruim aan de eisen te voldoen.

In de tweede plaats moet de geplaatste pijler voldoen aan de maatvoeringseisen die worden opgelegd door nog aan te brengen elementen, zoals de schuiven en de boven- en onderbalken. Met andere woorden, nadat een pijler is geplaatst moet worden beoordeeld of bij de gemeten positie de genoemde elementen zullen passen. Dit passingsprobleem vormt een moeilijk onderdeel. Immers bij iedere plaatsing moet rekening worden gehouden met de zojuist geplaatste pijler, maar ook met de reeds eerder geplaatste en de nog te plaatsen naast pijler. Daarnaast zijn er veel onderdelen en nogal wat meetprocessen, en vindt het hele gebeuren plaats in de open ruimte, met alle vrijheidsgraden. Bovendien moet rekening gehouden worden met toekomstige deformaties als gevolg van belastingen op de kering.

Voor iedere locatie wordt vooraf bekeken of er een tegelmat nodig is of niet. Bij die beschouwing wordt gebruik gemaakt van de vlakheidsmeting van de 'Cardium' en de controle daarop van de 'Macoma'. Vervolgens wordt bezien welke afwijking de pijler mag hebben nadat hij is geplaatst. Dat kan zijn een verplaatsing in de langs- of dwarsrichting, maar ook een langs- of dwars-scheefstand, een afwijking in de hoogte of een verdraaiing om de verticale as.

Bij het vaststellen van deze toelaatbare afwijkingen is een beperkt aantal maatgevende

passingen bechouwd, zoals de schuiflengte en de ruimte tussen pijler en tegelmat op een hoekpunt. Deze toelaatbare waarden worden ingevoerd in de hoofdcomputer van de 'Ostrea', en vormen onderdeel van de keuringsprocedure na het plaatsen. Ook wordt aangegeven binnen welke grenzen een pijler moet worden geplaatst. Deze waarden worden op een beeldscherm aan boord van de 'Ostrea' geprojecteerd en zijn tijdens het plaatsen een hulpmiddel voor het bedienen en toezichthoudend personeel. In figuur 5 zijn met ellipsen de grenzen aangegeven waarbinnen de pijler bij voorkeur moet worden geplaatst, en waarbuiten hij bij voorkeur niet moet worden geplaatst.

Nadat een pijler gedeeltelijk is geplaatst – 20% van het gewicht rust dan op de bodem – wordt bezien of de positie inderdaad binnen de maatgevende grenzen valt. Is dit het geval dan staat de pijler goed. Is dit niet het geval, bij voorbeeld omdat de mat iets schever is of omdat de pijler teveel is verplaatst, dan wordt een beroep gedaan op de hiertoe ontwikkelde computerprogramma's aan boord. Met deze programma's wordt in twee stappen beoordeeld of de pijlerstand alsnog kan worden geaccepteerd, of dat opnieuw moet worden geplaatst. Omdat dergelijke programma's relatief veel tijd kosten, worden ze in beginsel alleen als controle gebruikt. Het is immers zaak de keuring zo snel mogelijk te laten plaatsvinden, omdat het kenteringsvenster maar weinig tijd biedt om een pijler te plaatsen.

Staat de pijler goed, dan wordt doorgeslagen met aflieren naar een situatie met 80 en tenslotte met 100% van het gewicht op de bodem; al die tijd worden de nodige controles uitgevoerd.

Uiteindelijk, nadat de 'Ostrea' heeft ontkoppeld en is weggevaaren, wordt de pijler, wanneer hij is geballast met water, nogmaals vanaf de wal ingemeten. Deze meting vormt de eindcontrole op de pijlerstand, en wordt gebruikt voor de maatvoering van de nog aan te brengen elementen. In figuur 6 is ter illustratie het resultaat van de metingen van de 'Ostrea' en die vanaf de wal weergegeven voor locatie H 10, waar ook een tegelmat is toegepast. Met het aldus vastleggen van de resultaten wordt als het ware het opleveringsprotocol van een pijler geschreven. Maar deze gegevens worden ook benut om te verifiëren of de pijlerstand niet systematisch afwijkt van de verwachtingen dan wel of het gedrag van de pijler tijdens het plaatsen en waterballasten in overeenstemming is met het verwachte grondmechanische gedrag. Als alle pijlers zijn geplaatst worden de posities samengevat, en is het sluitgat in dit opzicht gereed.

Eind 1982 werd duidelijk dat het losgestorte filter tussen de langstranden van de ondermaten die de fundering vormen van de Oosterscheldekering, onvoldoende stabiel was. Enerzijds werd dit veroorzaakt doordat de teen van het losse filter moest aansluiten op de gladde bovenkant van de ondermat, maar ook zijn de stroomsnelheden waarop gedimensioneerd moet worden, hoger gebleken dan aanvankelijk was opgegeven.

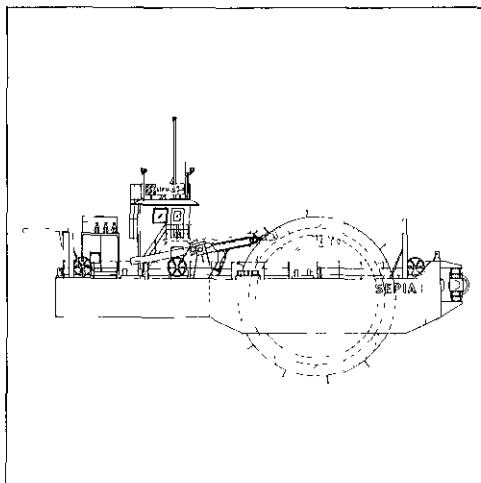
Grindwiepenmatten

Uit een aantal mogelijke manieren om deze instabiliteit te bestrijden is medio januari 1983 een zogenaamde grindwiepenmat gekozen. Zo'n grindwiepenmat bestaat uit een dragernet, verzwaard met grindwiepen of -worsten, die op het net zijn vastgebonden. Het uitgangspunt bij de keuze van deze oplossing was dat niet alleen de constructie van de mat zo eenvoudig mogelijk en volgens bekende methodieken moest worden uitgevoerd, maar dat dit ook gold voor de zate en de mattenlegponton. Anders zou de eerste mat niet al op 1 juni 1983 afgezonken kunnen worden, wat gezien de voortgang van het werk beslist noodzakelijk was.

Aan het ontwerp van de grindwiepenmat en de uitvoeringsmethode worden de volgende eisen gesteld. De mat moet zelf voldoende stroombestendig zijn en het losgestorte filter tegen erosie beschermen. Er mogen geen wiepen op de bovenmat terecht komen, omdat de bovenmat voorafgaand aan het leggen van tegelmatten en het plaatsen van de pijlers nog moet worden opgeschoond. In verband met de beperkte mogelijkheden die het werkschip 'Macoma' heeft voor het zandvrij maken van het losgestorte filter, moet eventueel onder de grindwiepenmat ingesloten zand alsnog kunnen worden verwijderd. De tijd benodigd voor het samenbouwen van een mat dient afgestemd te zijn op de cyclustijd voor het leggen van een mat.

Met inachtneming van deze eisen is de lengte van de grindwiepenmat bepaald op 215 meter en de breedte op 13,50 meter. In samenwerking met de leverancier werd een dragernet ontwikkeld, bestaande uit een weefsel van hoogwaardig staaldraad. Het net is opgebouwd uit acht weefselstroken van gelijke breedte, die in

Fig. 1. Zij aanzicht van de 'Sepia'





langsrichting aan elkaar ge vulcaniseerd worden. Aan de langsranden wordt het voorzien van aange vulcaniseerde zijboorden. De weefselstroken zijn samengesteld uit bundels van zes kettingkoorden met een tussenruimte van 26 mm, en inslagkoorden op een onderlinge afstand van 18 mm. De ketting- en inslagkoorden bestaan uit drie staaldraadjes van 0,6 mm dik. Voor het opwikkelen en het afzinken van de mat zijn aan de kop- en staartzijde eindverbindingen aangebracht. De mat wordt stroombestendig gemaakt door het net te verzwaren met grindwiepen of -worsten, die op onderlinge afstanden van 50 cm met bevestigingsshaken en sjorringtouw aan de kettingkoorden wordt vastgebonden. De inslagdraden voorkomen dat de wiepen tijdens het opwikkelen en afzinken van de mat verschuiven.

De grindworsten worden uitgelegd over de dragermat

De grindwiepenmat op de rol

De omhulling van de grindwiepen bestaat uit zeskant vlechtwerk, iedere halve maas versterkt door een spandraad. Het gaas wordt geleverd in panelen, die worden omgeplooid tot gaaskorven, die worden geplaatst in voorgevormde mallen en gevuld met grind. Vervolgens worden ze dichtgevouwen en dichtgeniet. De wiepen aan de kop- en staartzijde van de mat worden gevuld met silicaatslak, dat een nog iets hoger soortelijk gewicht heeft.

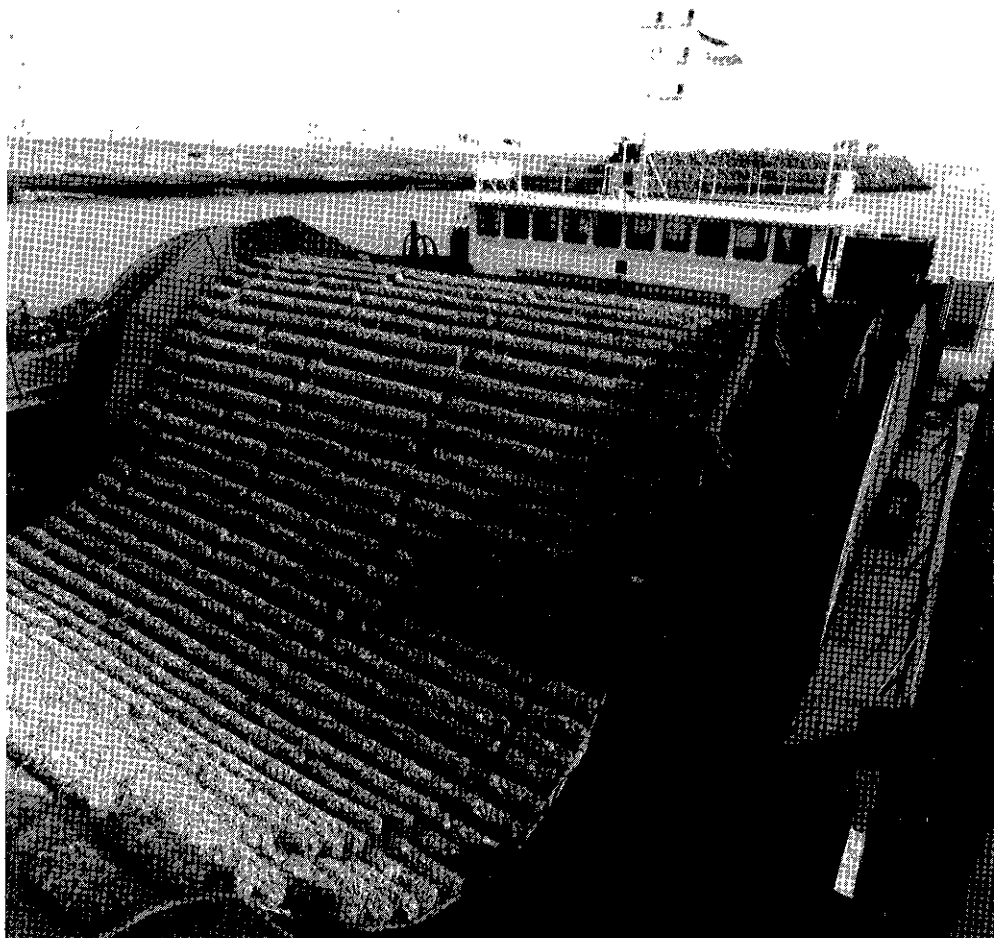
De vervaardiging van de grindwiepen vindt plaats in een loods van 16×30 meter, waarin vier productie-eenheden zijn opgesteld.

Voor het samenbouwen van de matten is in de Sophiahaven een zate ingericht, aansluitend op een bestaande loswal. Uit planningstechnische en economische overwegingen wordt de zate uitgevoerd als een met stalen platen afgedekte betonvloer ter grootte van 15×125 meter. Aan

de landzijde staan twee houdlieren opgesteld om het laatste gedeelte van de mat beheerst te kunnen opwikkelen. Aan de voorzijde van de loswal is een bufferconstructie voor de mattenlegpontoon aangebracht. De zate is tevens voorzien van een verrijdbare overkapping.

De mat wordt in twee fasen samengebouwd, dit om de te mobiliseren opwikkelkracht als gevolg van de wrijving van de mat over de staalplaten te beperken.

Bij de productie wordt allereerst de drager op de zate uitgerold. Dan plaatst men de bevestigingshaken met bindtouw op de kettingkoorden. Deze haken worden in een zogenaamd knopenpatroon aangebracht, zodat een gelijkmatige krachtenverdeling in het dragernet wordt verkregen. Om de voortgang bij het plaatsen van de haken te bevorderen, wordt bij elke

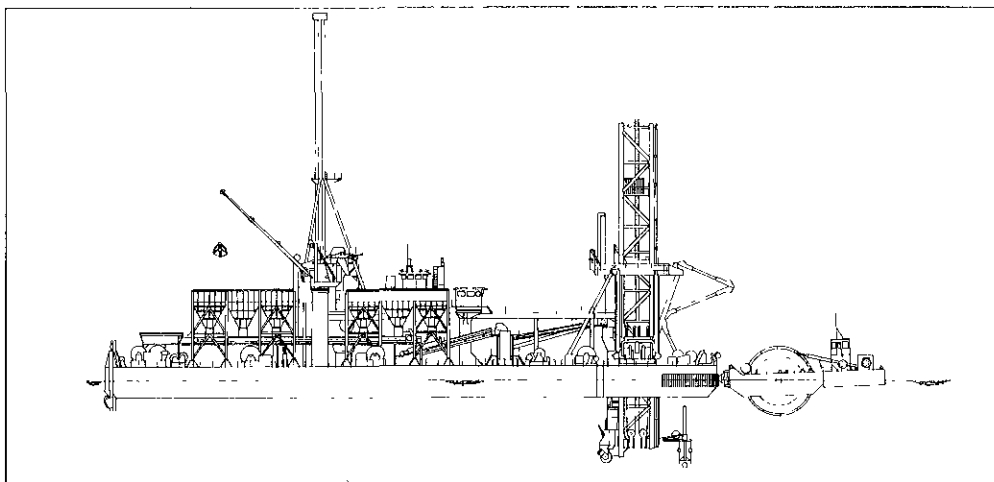


derde kettingbaan een gekleurde kunststofdraad meegeweven. Daarna worden de wiepen met behulp van hydraulische kranen op het net geplaatst, en aan de drager vastgebonden. Als de eindverbinding aan de staartzijde van het net is bevestigd wordt hij gekoppeld met de zinkbalk van de mattenlegponton, die dan het eerste gedeelte van de mat opwikkelt. De zinkbalk is voorzien van een hydraulisch aangedreven grendelsysteem. Na de productie van het tweede gedeelte wordt de eindverbinding van de mat aan de kopzijde verbonden met de eerder genoemde houdlieren.

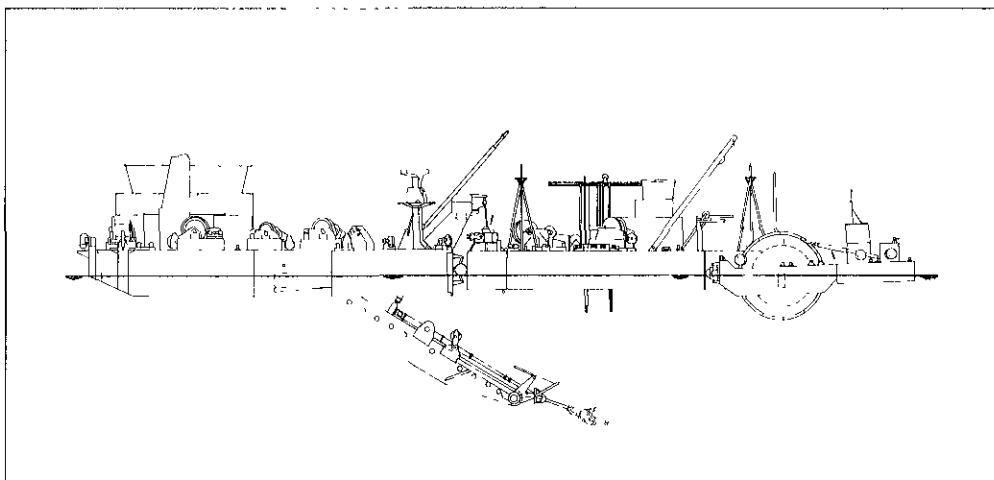
De mattenlegponton 'Sepia' is een U-vormige ponton met een lengte van 25 m en een breedte van 30 m. Tussen de zijpontons is een stalen trommel aangebracht, voorzien van astappen. Op deze mattenrol wordt de grind-

wiepenmat gewikkeld. De aandrijving van de rol tijdens het opwikkelen van de mat en het afremmen ervan tijdens het afzinken van de mat geschiedt door twee hydraulische cilinders, één aan elke kant, die om beurten aangrijpen in uitsparingen aangebracht in de omtrek van de eindflenzen van de mattenrol.

Om de grindwiepenmat te kunnen leggen wordt de 'Sepia' gekoppeld aan het op locatie verankerde werkschip 'Jan Heymans' of aan de 'Macoma'-Donax-I'-combinatie. Het koppelsysteem bevindt zich op de 'Sepia'; het bestaat uit twee buffers en zes afmeerlieren. Elke buffer bestaat uit vier stel schuifbuffers en één rolbuffer. Op de schuifbuffers staat de spankracht tussen de 'Sepia' en het werkschip waaraan hij is gekoppeld. De rolbuffer laat verticale verplaatsingen toe van de schepen ten opzichte van elkaar. Dezelfde installatie



2



3

dient ook voor het afmeren van de 'Sepia' aan de loswal voor de zate.

Het leggen van de grindwiepenmatten in de stroomgeulen Hammen en Schaar geschiedt met behulp van de combinatie 'Macoma'-'Donax-I'. In de stroomgeul Roompot worden de grindwiepenmatten gelegd met behulp van het werkschip 'Jan Heymans'. Voorafgaand aan het leggen van de matten wordt het losgestorte filter met de opschooninstallatie van de 'Macoma' dan wel de 'Jan Heymans' zandvrij gemaakt. Na koppeling van de 'Sepia' met het werkschip worden de matten gelegd, en wel rond de laagwaterkenteringen. Aan de hand

van zogenaamde afzinktabelen worden de afwikkelingsnelheid van de mattenrol en de verhaalsnelheid van de combinatie ingesteld, en zonodig bijgestuurd. Ter controle wordt de positie van de mat juist boven het losgestorte filter ingemeten met behulp van profiel-opnemers, die zowel op de 'Donax-I' als op de 'Jan Heymans' zijn opgesteld. De ligging van de mat op het losgestorte filter wordt gecontroleerd met behulp van de 'Portunus'.

Op 25 mei 1983 werd een aanvang gemaakt met het vervaardigen van de eerste grindwiepenmat. Inmiddels is gebleken dat aan de geplande voortgangssnelheid ruimschoots kon worden voldaan zodat het karwei klaar komt in mei 1984.

Fig. 2, 3. De 'Sepia' gekoppeld met de 'Jan Heymans' (boven) en de 'Macoma'-'Donax I'

Bij de uitvoering van grote waterbouwkundige werken worden vanzelfsprekend nogal wat taken vervuld met gebruikmaking van vaartuigen en pontons. Bij de Oosterscheldewerken worden ook schepen ingezet, variërend van grote werkschepen met off-shore kwaliteiten tot hele kleine meetvletjes.

Doelstelling, taken en uitrusting van de Deltavloot



De hoofdtak van deze zogenoemde Deltavloot bestaat in het uitvoeren van de werken en in het geven van operationele en waterloopkundige steun daarbij. Maar daarnaast doet de vloot dienst bij waterloopkundig en milieutechnisch onderzoek en bij waterloopkundige bewakingstaken.

Vele schepen van deze vloot behoren toe aan de Rijkswaterstaat; andere zijn eigendom van de aannemers; weer andere worden van derden gehuurd. De aannemers zetten bij de uitvoering van de werken in de Oosterschelde hun gespecialiseerde materieel in, dat overigens ook bij andere karweiën weer te gebruiken is: profielzuigers, bakkenzuigers, hopperzuigers, baggermolens, steenstoters, zinkpontons, onderlossers en elevatorbakken. Sleepboten en bokken worden in het algemeen van derden gehuurd. Ook dit zijn gespecialiseerde vaartui-

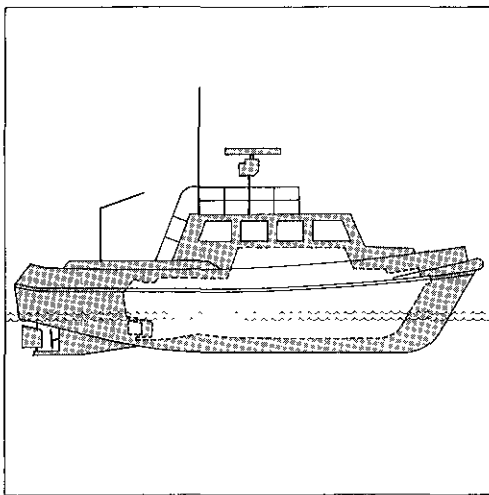


Fig. 1. Groei van de peil-schepen tussen 1956 en 1978

Meetvloot bijeen aan de vooravond van een grote simultaanmeting

gen, voor verscheidene werkzaamheden bruikbaar. Een aantal werkschepen voor de bouw van de Oosterscheldekering bleek echter qua bouw en uitrusting zo specialistisch te moeten zijn, dat zij slechts bij dit ene werk kunnen worden gebruikt, of hoogstens later voor soortgelijke gespecialiseerde werkzaamheden. Voor aannemers of verhuurders is het niet aantrekkelijk om zulke vaartuigen te bezitten. Voor de Rijkswaterstaat heeft dat ook geen voordelen, want de verrekennprijzen zouden zeer hoog moeten zijn, omdat ze praktisch op dit ene werk alleen moeten worden afgeschreven. Het is voor de Rijkswaterstaat van groot belang, dat hij zelf grote invloed kan uitoefenen op het ontwerp van zulke werkschepen, waar het welslagen van de hele operatie van afhangt, en dat hij zelf kan zorgen voor ondersteuning, begeleiding en onderzoek. Over het functioneren van de hier bedoelde bijzondere werkschepen is al eerder geschreven, samenvattend vooral in Bericht 103 (februari 1983). Het zijn het verdichtingsschip 'Mytilus', de mattenrolponton 'Cardium' met de inspectieslede 'Asterias' en de mattenrollen 'Esis' en 'Twen-sis', het hefschip 'Ostrea', de afmeer- en opschoonponton 'Macoma' en de tegelmatten-legger 'Donax-I', met de mattenrol 'Donax-II'. Alleen het rijksvaartuig 'Sepia' (*Inktvis*), dat grindwiepennmatten legt, werd in deze kolommen nog niet eerder genoemd.

Van de bijzondere werkschepen is er maar één niet van het Rijk: de 'Jan Heymans', oorspronkelijk asfaltchip, later verbouwd tot stortschip voor losse filterlagen tussen de funderingsmatten en assistent van de 'Cardium' bij het matten leggen.

Kleine schepen

Voor de operationele ondersteuning en begeleiding van de uitvoering is een groot aantal *niet-gespecialiseerde* scheepjes in de vaart, die op bestekken of huurovereenkomsten worden aangetrokken. Ze worden in hoofdzaak gebruikt door uitvoerders, toezichhouders en scheepsmeeesters, en voor het vervoer van personeel en klein materieel. Ook gespecialiseerde vaartuigen en pontons kunnen tot deze categorie worden gerekend. Het Rijk bezit zelf in deze groep het directievaartuig 'Helcherzee', het voor de bodemkruiper 'Portunus' als moederschip dienende 'Wijker Rib', dat zijn loopbaan begon als steenstoter en daarna lange tijd peilvaartuig is geweest (Bericht 71, februari 1975); verder de rijksbok 'Ursus', het ankerbehandelingsvaartuig 'Arca' (*Arik*), de reparatieponton 'Mactra' (*Strandschelp*) en de roll-on-roll-off ponton 'Sally-A'. Niet van de

Rijkswaterstaat zijn de duikwerkschepen 'Zuidvliet', 'Katseveer', 'Hillechien' en de geo-ponton 'Johan V' (Bericht 98, november 1981).

Voor waterloopkundige ondersteuning, onderzoek en bewaking beschikt de Meet- en Studiefaculteit te Zierikzee over een gestaag groeiende vloot. De taken op dit gebied hebben zich snel vermenigvuldigd en bovendien werden er steeds nauwkeuriger en sneller meetmethoden geïntroduceerd en werd de gegevensverwerking geautomatiseerd; daar bovenop kwamen telkens strenger geformuleerde veiligheidseisen. Tengevolge van een en ander hebben de betrokken meetschepen in de loop der jaren een geheel ander aanzien en een nieuw uitrustingspakket gekregen.

Tot de ondersteunings- en begeleidingstaken van deze vloot behoren werklodgingen van zandstort- en zandwinplaatsen, steenbestortingen, bodembeschermingen en funderingen, stroommetingen voor de planning der werkzaamheden, voor de controle op eerder gedane voorspellingen en zandtransportmetingen. Het waterloopkundig onderzoek waarvoor deze meetschepen gegevens verzamelen, omvat naast getij- en golfonderzoek ook metingen van zouttransport, zoutgehalte, temperatuur en waterdiepte – met behulp daarvan actualiseert men de waterloopkundige modellen in Delft en De Voorst – en ook nog boringen en sonderingen. Ook zijn vele, al dan niet jaarlijks herhaalde lodgingen en peilingen nodig voor de bewaking van de stabiliteit van kunstwerken en oevers. Het plaatsen en trekken van meetopstellingen en onderhoudswerkzaamheden aan golf-, getij- en andere meetopstellingen komen daar natuurlijk nog bij.

Laten we nu in vogelvlucht de ontwikkeling van de vloot van peil- en meetvaartuigen overzien. De geschiedenis begint in 1956 met het in gebruik nemen van de eerste peil- en meetvaartuigen van de Deltadienst. De uitrusting van deze vletten was zéér eenvoudig, en naar huidige begrippen beslist primitief. De scheepjes waren in al hun primitiviteit geweldig wendbaar, en ze gingen zelfs bij stormachtig weer het water op, hoewel ze de classificatie 'zeewaardig' thans niet meer zouden kunnen verwerven. Het enige geautomatiseerde instrument aan boord van deze schepen was een hydrografisch echolood voor dieptemetingen, dat gevoed werd door de enige accu aan boord, die tegelijkertijd werd opgeladen. De rest van de peilwerkzaamheden werd geheel





met de hand verricht. Plaatsbepaling geschiedde aan de hand van zichtbare bakens op de wal en verder met het sextant. De meet- en peilraaien werden tijdens grote meetacties zichtbaar gemaakt met jalons of vlaggen. De echolood-ijking geschiedde door meting van de watertemperatuur en bepaling van het zoutgehalte aan de oppervlakte met een areometer. Voor stroommetingen liet men een Ottmolen in het water zakken, gemonteerd op een meetvis van 50 tot 100 kg; de meetdavit werd bediend met een handlier. De omwentelingen van de Ottmolen werden vastgesteld door het aantal zoemgeluidjes of lichtflikkeringen per tijdseenheid te tellen. Voor tijd- en duurbepaling werd een stopwatch gebruikt. Voor de meting van de stroomrichting werd een weerstandslichaam afgeveerd, dat dan de plaats van een luchtbel of knikker op een stroomroos bepaalde. Tot de uitrusting behoorden mede een waterpastoestel, een drijvende golfbaak en een handwindmeter. Zandtransport werd gemeten met de Delftse fles en monsters nam men met handbediende bemonsteringsapparaten.

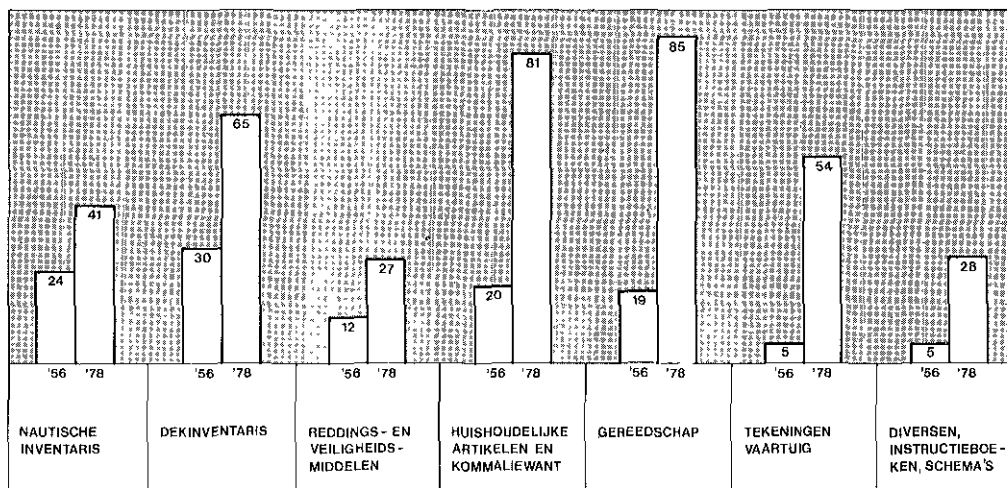
moest daarom preciezer worden. Dit bracht onder andere mee dat men in elk peilschip – wat een luxe! – een tweede accu opstelde om geen last meer te hebben van spanningsschommelingen tijdens het bijladen. De registratie van het echolood verbeterde hierdoor sterk. In 1959 werd de radiografische plaatsbepaling geïntroduceerd. Opnieuw moest de uitrusting van de schepen worden aangepast. In de eerste plaats moest er nu een 220-voltsvoeding worden aangelegd, waarvoor aan boord een aggregaat werd geplaatst dat een redelijk stabiele spanning moest afgeven om betrouwbare werking van de plaatsbepalingsapparatuur te waarborgen. De meeste vletten hadden geen aparte machinekamer en men kon niets anders kwijt dan een kleine luchtgekoelde hulpset, die een gierend geluid voortbracht; dit apparaat nam alle plaats in in de achterpiek, ten koste van de bergruimte voor touwwerk en verf en

Rechts: Overzicht van de meetuitrusting

Dit zijn in principe allemaal heel deugdelijke meetinstrumenten, waarmee de fysische gegevens van de omgeving goed kunnen worden verkend. Ze zijn alleen ongelooflijk arbeidsintensief, veronderstellen een ideale, nooit afgeleide waarnemer en een vlakliggend schip. In werkelijkheid werd er gemeten onder de bitterste omstandigheden; maar het was wel degelijk serieus werk.

Reeds bij de eerste afsluitingen ingevolge het Deltaplan – die van de Zandkreek en het Veerse Gat – werden caissons gebruikt, waarvoor onder water vlakke drempels moesten worden aangebracht. De dieptebepaling met echoloden

Fig. 2. Groei van de inventaris der meetschepen



NAAM VAARTUIG	UITRUSTING t.b.v.																			TYPE VAARTUIG		
	METEN					PEILEN					PLAATSBEPAL.					DIVERSEN				naar taak		
	strom mob	amatec	aztm	pfs	aut drijv	snelh. log.	interpl	H.P. lod. sys.	desc 10	snelpeil	sonar	elac	min ranger	ralog 10	decca 1844	trident	I rindic.	toran	plotter		calculat H.P.	kopieermach
LODYCKE	G		X	X				X	X						X	X			HP.8	9825		meet/werk.
ORISANT			X	X				X	X							X				9825		meet
HOUTVLIET	X		X	X	X			X	X	X					X	X	X		DP.1	9825		meet/peil
MOLENVLIET	X	X	X	X	X			X	X	X					X	X	X		DP.1	9825		meet/peil.
STEENVLIET							X	X	X	X						X			DP.1	9825	X	peil.
PLUIMPOT			X	X				X	X	X						X	X		ZETA	9825		peil/meet
SIERIX			X	X				X	*	X						X	X		ZETA	9825		peil/meet
AGGER								X	X	X						X	X		DP.1	9825		peil.
SCOUDEN								X						X								peil.
VOSVLIET								X						X								peil.
SCHOLLEVAAR							X	X	X	X						X			DP.1	9825	X	peil.
SCHOLEKSTER							X	X	X							X			DP.1	9825		peil.
HAMMEN	G	G						X	X				X	X					HP.8	9825		werk/meet.
HONTSLOO																			decca			milieu.
MEA VOTA																						kontrol/onderh
MAERLOO																						peil-hulpv.
WIJZANDT																						milieu-hulpv.
DELTA		milieu-meetapp.			X						X			*		X			decca			milieu.
VENTJAGER		milieu-meetapp.			X									*		X			decca			milieu.
KONTINU 1.	G	X	X					X					X							2x 9825		meet.
KONTINU 2	X	X	X					X					X							2x 9825		meet.
SPRINGER																		X				kontrol/onderh.

G = geschikt gemaakt

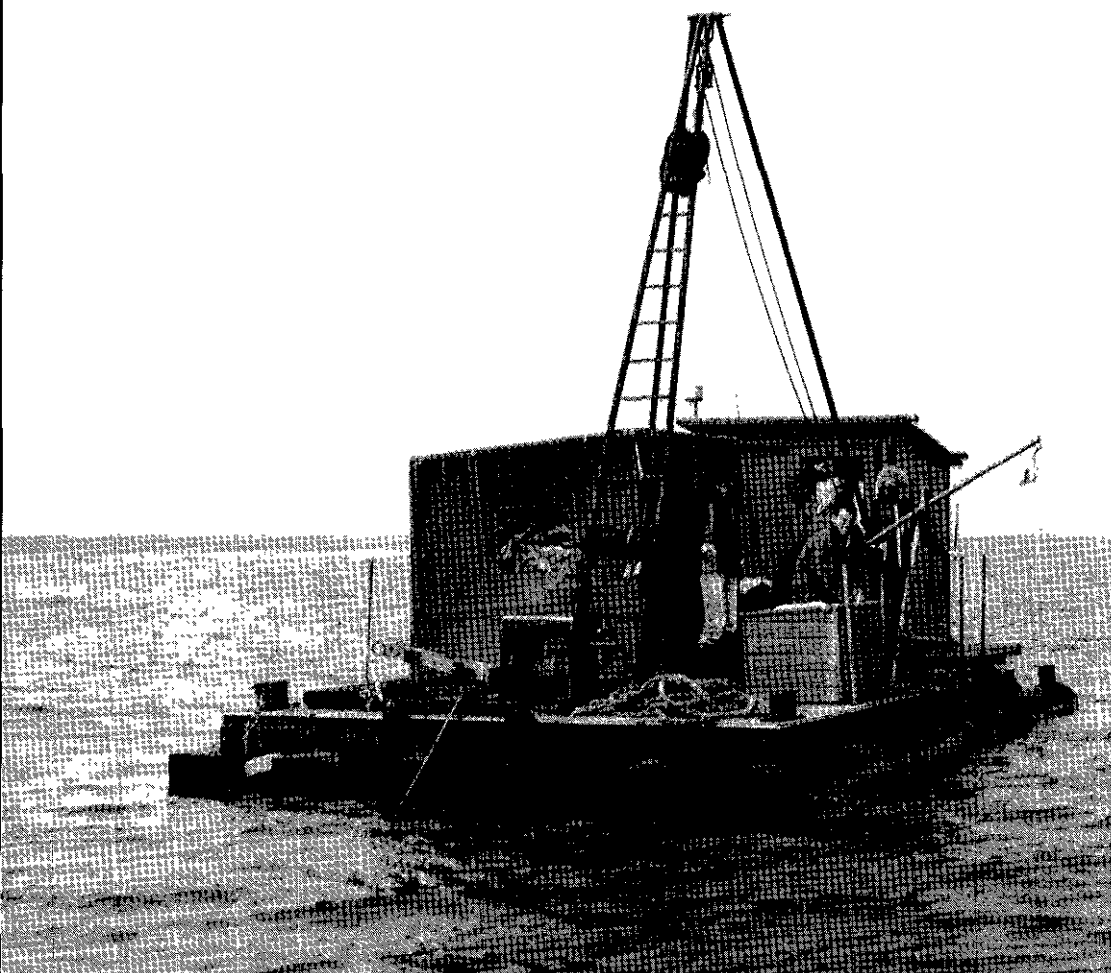
* afwijkend type.

van het toilet, dat wil zeggen de ruimte waar de bemanning zich met behulp van een emmer placht te ontlasten. Maar vanaf 1962 zijn er geen vletten en kotters aangeschaft zonder toiletten en machinekamers. In die laatste ruimte kon naast de voortstuwingsmotor ook het aggregaat worden ondergebracht. De kotters 'Prof. Lorentz' en 'Orisant' waren zelfs uitgerust met een slaapverblijf met kooien, een ruim werkdek, een laadgiek en drie meetdavits, waarvan er twee een hijsvermogen hadden van een halve ton, en bediend werden door onderdeks opgestelde elektrische lieren. Het elektrisch aggregaat in de machinekamer diende nu niet meer alleen voor de voeding van de meetapparatuur, maar ook van de lieren.

In 1969 deed een geheel nieuw type meet-peil-

Het werk/meetvaartuig 'Hammen', bouwjaar 1978

Bij gebrek aan vaartuigen wordt er soms gemeten vanaf een vlot





vaartuig zijn intrede: een ponton dat door twee schottelmotoren snel manoeuvreerbaar was en over niet minder dan 40 echoloden op een rij beschikte. Op papierstroken werd met behulp van verschillende zwartingstinten de diepte en ondiepte geregistreerd in de gevaren raai ten opzichte van een van tevoren ingesteld nulvlak. Obstaten en kuilen konden op deze manier veel sneller in kaart worden gebracht. Met dit systeem is veel gewerkt bij de afsluiting van het Volkerak, het Haringvliet en het Brouwershavense Gat. Over de 'Krabbe', het eerste peilvaartuig van dit type, is meer te lezen in Bericht 49 (augustus 1969); daarna werd dit werk gedaan door de 'Wijker Rib' (Bericht 71, februari 1975).

In 1978 kwam de computer aan boord. Computers en moderne rekenapparatuur verdragen nog minder spanningsschommelingen in de voeding. De gehele scheepsbekabeling diende nu te worden afgeschermd en het vaartuig van een tweede aggregaat voorzien. De bestaande meethutten en machinekamers konden deze

uitbreidingen niet herbergen. Een gunstige omstandigheid was dat een aantal in 1956 gebouwde vaartuigen aan vervanging toe bleek. De aanschaf van vervangende vaartuigen werd voortaan anders aangepakt. Eerst werd een planning gemaakt van de ruimte die voor de gewenste uitrusting nodig was. Pas daarna werd vastgesteld hoe groot het vaartuig worden moet dat ze omvatten kan, waarbij opgemerkt dient te worden dat drie van de nieuwe vaartuigen werden uitgerust met twee voortstuwingsmotoren, om bij de steeds hogere stroomsnelheden die gaan optreden bij de aanleg van de Stormvloedkering in de nabijheid van het bouwwerk operationeel te kunnen blijven. Deze vaartuigen, de 'Houtvliet', 'Molenvliet' en 'Steenenvliet' voldoen bovendien aan de van 1976 daterende Veiligheidsnormen en Voorschriften voor Rijksvaartuigen; zij bezitten een zeewaardigheidsverklaring tot 15 mijl uit de kust, hetgeen voor het werk bij de stormvloedkering niet overdreven is. Tot de uitrusting behoren tevens vier elektrisch

bedienbare davits, zodat deze schepen universeel zijn toegerust voor zowel peil- als meettaken.

In 1978 werd het werkvaartuig 'Hammen' aan de Deltavloot toegevoegd, voor controle en onderhoud van golfgetij- en meetpalen en opstellingen in geheel Zuidwest-Nederland. De peil- en meetvaartuigen mogen niet ankeren in de kwetsbare bodembeschermingen aan weerszijden van de stormvloedkering. In plaats daarvan wordt gebruik gemaakt van vaste ankerpalen, met daaraan voorloperkabels of peuren. Die zijn echter zo zwaar dat de meet-schepen ze niet zelf kunnen uitleggen en opnemen. Tevens moeten er nu, en straks na de voltooiing van de kering, drijvende of zwevende golf- en stroommeetinstrumenten worden uitgezet, die verankerd worden aan op de bodem afgezonken betonblokken. Voor dit uitgebreide verankeringsbedrijf werd in 1980 een groot gecombineerd werk/meetvaartuig aan de vloot toegevoegd, de 'Lodijcke' (Bericht 100, mei 1982). Dit schip is uitgerust met een hydraulische kraan, vier elektrisch bedienbare meetdavits en geautomatiseerde meetapparatuur.

Het laatste vaartuig dat, in 1982, de meetvloot kwam versterken, is de 'Sierix', geheel uitgerust als een modern meet- en peilvaartuig, maar dat ondiep steekt, om op zandplaten en ondiepe visserijpercelen te kunnen opereren.

Tenslotte verrichten de schepen ook milieu-technische metingen, naar de waterkwaliteit, de hydro-biologie en de geo-chemie. Hiervoor worden in hoofdzaak twee omgebouwde directievaartuigen gebruikt, de 'Delta' en de 'Ventjager'.

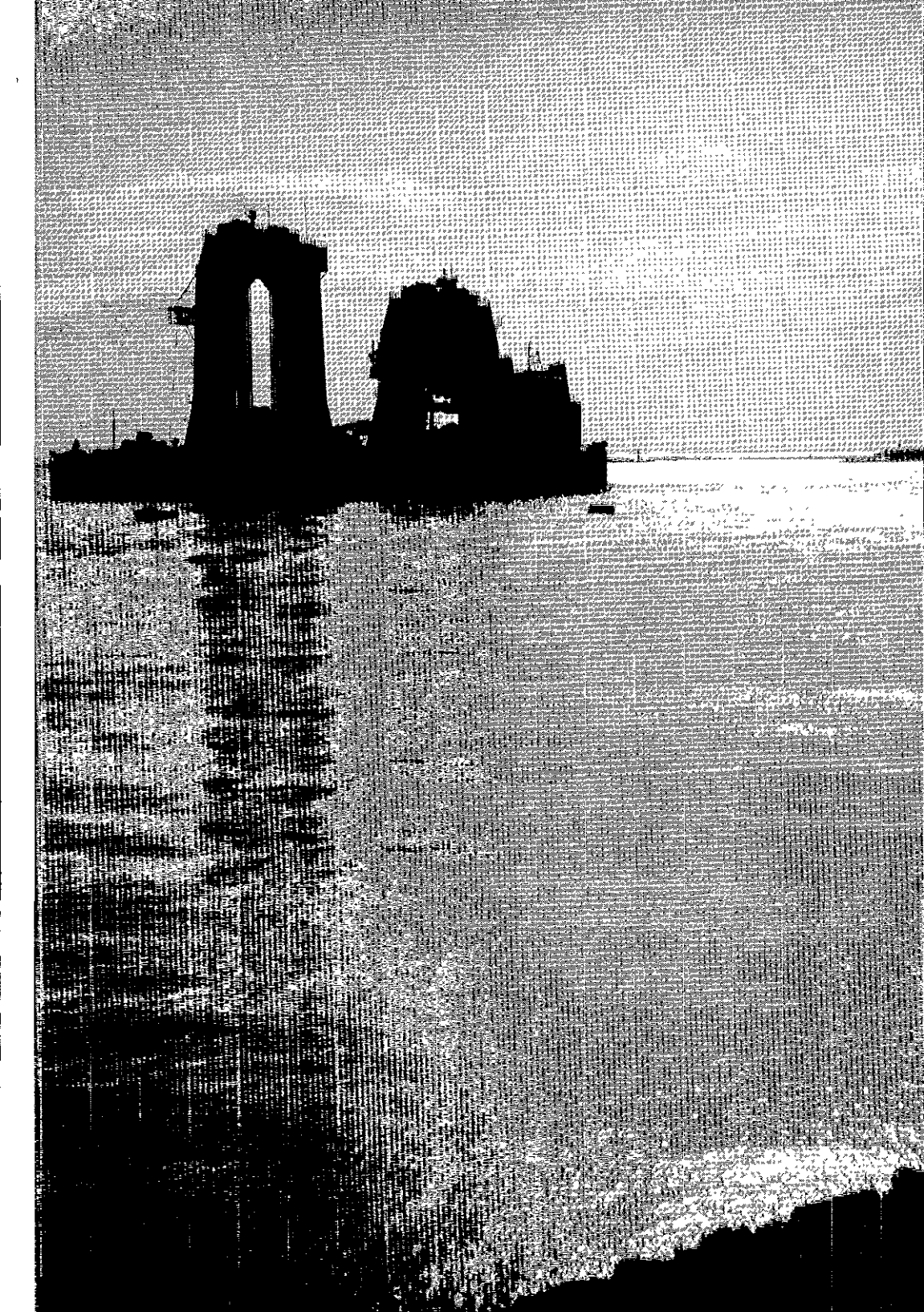
Ook bij deze metingen vindt een steeds verdergaande ontwikkeling plaats op het

gebied van meetmethoden, apparatuur en presentatie.

De 'Ventjager' van de Deltadienst en de 'Dr. L. F. Kamps' van het RIZA worden binnenkort vervangen door één modern ingericht schip, waarvan de bouw in februari 1984 is aangevangen.

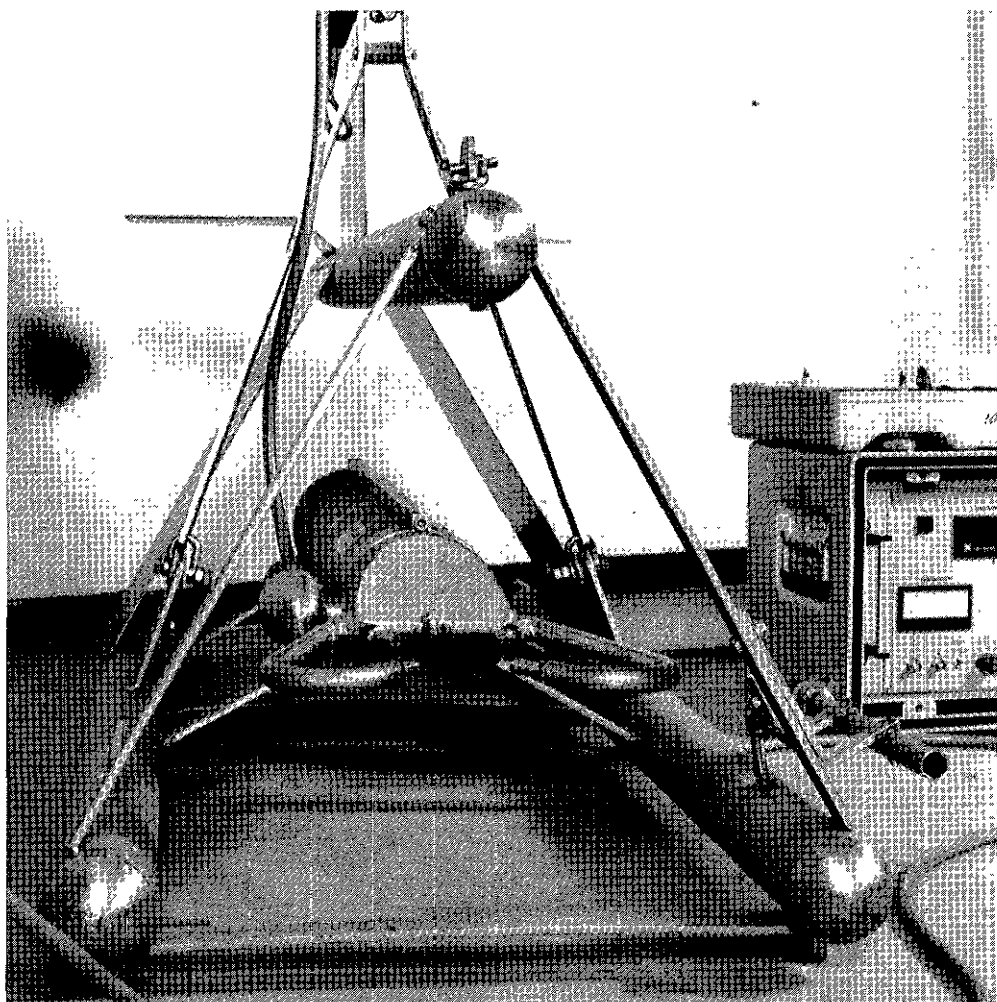
De 'Sierix' een ondiep stekend peil- en meetvaartuig van 1982





Sedert midden 1982 beschikt de Meet- en Studiefaculteit te Zierikzee over een tiental in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium te Delft ontworpen Akoestische Zandtransportmeters. Met deze instrumenten kan, met behulp van een akoestisch signaal, in een verticaal de hoeveelheid opgewerveld zand momentaan gemeten worden. Het gaat hier om zand met een korrelgrootte tussen 50 en 2000 micron dat rond de kenteringen neerslaat en vervolgens door stroom- en golfwerking wederom in beweging wordt gebracht.

Een akoestische zandtransportmeter



Met de komst van dit uiterst hoogwaardig elektronisch instrument – uniek in de wereld! – is het mogelijk geworden om snel en doeltreffend te meten. Daartoe is het instrument ingebouwd in een gestroomlijnde meetvis die vanaf meetvaartuigen kan worden bediend en neergelaten, of in een statief op de bodem of aan een vaste constructie, bij voorbeeld een brug, kan worden opgehangen, zodat men ook onder extreme omstandigheden waarbij vanaf vaartuigen niet meer gemeten kan worden, zandtransporten kan meten.

Het bijzondere karakter van het instrument is bovendien dat naast de zandconcentratie tegelijkertijd de watersnelheid, de stroomrichting, de waterkolom boven de meetvis zelf, de waterdiepte, het transport en de tijd met een frequentie van twee keer per seconde worden ingewonnen.

De eventueel bewerkte gegevens kunnen op cassettebandjes worden opgeslagen via een tafelcomputer. Een aanwiskast met controlemeets met bijbehorende randapparatuur compleetert het geheel.

Om eventuele afwijkingen te kunnen achterhalen in de met de akoestische zandtransportmeter bepaalde zandconcentraties blijven regelmatig lijken noodzakelijk met een andere zandmeter, gebaseerd op een pompfiltersysteem.

Regelmatige controle en het nemen van monsters is tevens nuttig om een indruk te verkrijgen van de korrelgrootte van het zand. De akoestische zandtransportmeter geeft over dit laatste immers geen informatie.

Al vanaf 1978 worden er in de Oosterschelde zandconcentraties gemeten. Aanvankelijk gebruikte men daarvoor een pompfiltersysteem, dat water- en sedimentmonsters oppompte en het mengsel naar een filter leidde waar het op

een 50-micron zeefdoekje werd opgevangen. De doekjes werden vervolgens in potjes verzameld en in het laboratorium werd dan het drooggewicht bepaald. Met behulp van het aantal doorgestroomde liters water kon aldus – achteraf – de concentratie in mg per liter worden bepaald.

Vanaf 1982 is deze apparatuur geleidelijk door akoestische zandtransportmeters vervangen. Maar, zoals gezegd, ter controle worden er nog steeds sedimentwatermonsters opgepompt.

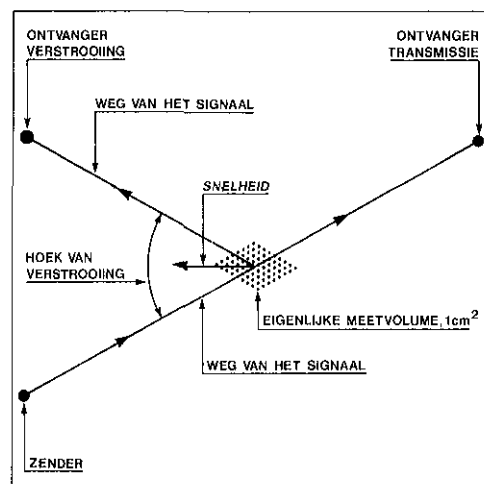
Waarom zandmeten?

De tegenwoordige bodembeweging in de Oosterschelde is deels het resultaat van de natuurlijke ontwikkeling van een complex systeem van estuaria en deels van een kunstmatig opgelegde ontwikkeling, door de aanleg van dijken en dammen en door baggerwerkzaamheden.

Voor de aanleg van de Hellegatdam in 1931, de Grevelingendam tussen 1962 en 1964 en de Volkerakdam in 1969 en het uitvoeren van baggerwerkzaamheden als de doorgraving van de Amer-Bergse Maas in 1964, de verruiming van de Nieuwe Merwede tussen 1920 en 1930 en van het Volkerak-Krammer na 1953 hebben de laatste honderd jaar de morfologische ontwikkeling van de Oosterschelde beïnvloed. Ten gevolge daarvan is allereerst het getijvolume toegenomen, waardoor ook de stroomsnelheden toenamen.

Daarna heeft het doorstroomprofiel zich aangepast in verticale zin, omdat de aanwezigheid van oevers en dijken uitbreiding van het profiel in horizontale zin onmogelijk maakte. Zo is de Oosterschelde over de afgelopen honderd jaar gemiddeld 1,2 meter dieper geworden, en

Fig. 1. Het principe van de Akoestische Zandtransportmeter



De Akoestische Zandtransportmeter gemonteerd in een meetvis

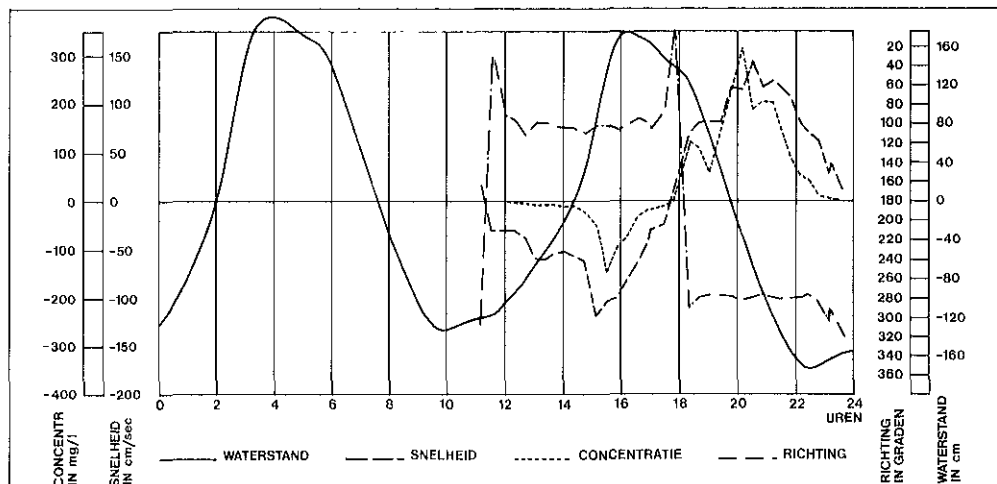


Fig. 2. Dertien-uursmeting in Roompot-Zuid

wel voornamelijk door verdieping van de geulen.

Uit jaarvergelijkingen van peilkaarten blijkt dat regelmatig gigantische zandverplaatsingen optreden. Met de uitvoering van de laatste Deltawerken zal het morfologisch gedrag wederom aan sterke wijzigingen blootstaan. In de afgelopen jaren is men daarom reeds vroegtijdig begonnen met het vastleggen in peilkaarten van de zandbodem in de monding van de Oosterschelde ter plaatse van de toekomstige kering.

Vanwege de bouwwijze van de Oosterscheldkering is bovendien de eis gesteld dat tijdens het monteren van geprefabriceerde onderdelen – matten, pijlers en dorpelbalken – en ook bij de opbouw van de drempel geen noemenswaardig zand tussen de onderscheiden delen mag binnendringen.

Om die reden is kennis van gedrag en voorkomen van zand in dit gebied noodzakelijk. Ook bij de compartimenteringswerken zullen transporten moeten worden gemeten en voorspeld, vooral in verband met de voorgenoemen zandsluitingen.

Eind 1981 is daarom een werkgroep ingesteld voor de begeleiding van de morfologie-studie van de Oosterschelde, met als voornaamste taken: de ontwikkeling van een methode waarmee het zandtransport op willekeurige plaatsen en tijdstippen tijdens de bouw van de kering kan worden voorspeld; voorts het maken van een beschrijving van het verloop van de transporten buiten het gebied van de kering, zoals in de vaargeulen van de grote werkschepen, en de voorspelling van veranderingen in bodemligging, die weer gevolgen hebben voor bepaalde randvoorwaarden zoals stroom, golven en zand; en tenslotte de

Rechts: De werken in de Oosterscheldemond vergroten het zandtransport

voorspelling van het eventueel transport van zwevend materiaal, waaronder slib, gedurende de bouw van de werken.

De werkgroep heeft, om die taak te kunnen uitvoeren, een uitvoerig meetplan opgesteld. Allereerst werd een inventariserend onderzoek over de gehele Oosterschelde uitgevoerd door middel van fotovluchten. Daarbij werden sediment- of troebelheidsbanen waargenomen. Vervolgens werd de aard van deze banen onderzocht door metingen dwars over de geulen, met akoestische zandmeters en troebelheidsmeters.

Het onderzoek naar de relatie tussen het transport en andere grootheden, zoals snelheid en temperatuur van het water en golfgang, werd vervolgens aangepakt met 13-uurs metingen in een aantal meetpunten in raaien loodrecht op de geulen Hammen, Schaar en



Roompot, en wel in verschillende stadia van de doodtij/springtij-cyclus en bij verschillende omstandigheden van weer en jaargetijde. Dit laatste geschiedde om de invloed van watertemperatuur en -samenstelling – 's zomers 20° en veel organisch slib, 's winters 2° en geen organisch slib – en van het verhoogde zandaanbod bij storm te kunnen bepalen. Tevens werd een aantal langdurige metingen van twee à drie weken gedaan om het verloop in de tijd van de zandconcentratie op een aantal locaties te onderzoeken.

Ook werden 13-uurs metingen uitgevoerd en stroombanen evenwijdig aan de geulen; deze congenerdinale metingen dienen ter toetsing van het model UITZAK, waarmee de erosie en de sedimentatie kan worden gemeten in een bepaald traject.

Met het uitvoeren van dit meetplan werd tevens een nieuwe opzet geïnitieerd van de verwerking van de meetgegevens. Daartoe werden verwerkingsprogramma's geschreven waarmee het mogelijk is op iedere plaats in de verticaal tegelijk de zandconcentratie, de snelheid en de richting van de stroom en de tijd te bepalen en zichtbaar te maken. Tegelijk beoogt men hiermee de opbouw van een algemeen toegankelijk databestand.

De inwinning geschiedt aan boord met een tafelcomputer, evenals de eerste verwerking op ruwe gegevens in Zierikzee; daarna worden de gegevens doorgegeven naar Den Haag, waar ze verder worden bewerkt tot bouwstenen voor een voorspelmodel. Tevens kunnen ze op het in Zierikzee aanwezige computersysteem worden overgezet, wat nadere interpretatie mogelijk maakt.

Met de verkregen gegevens wordt de klassieke zandtransportformule thans herijkt. Op basis van de eerste natuurmetingen van 1982 en 1983 is allereerst een voorspelmodel ontwikkeld voor de drie stroomgeulen Hammen, Schaar en Roompot.

Resultaten

Zoals bleek uit fotovluchten van de sedimentbanen, zijn de concentraties in de stroomgeulen Hammen, Schaar en Roompot het grootst nabij de oevers, en gaat er minder transport door het midden van de geulen.

Alleen een enkele zandbaan in het midden van de Hammen zorgt voor een verhoogd aanbod. Verder is met name het ondiepe gedeelte tussen de Hammen en de Schaar ten westen van de Roggenplaat zandrijk.

De concentraties zijn betrekkelijk gering: gemiddeld minder dan 100 mg/liter. Ze vormen op dit moment weinig of geen probleem voor de zandgevoelige handelingen, zoals het leggen van boven- en ondermatten en het plaatsen van pijlers. Dit wordt mede in de hand gewerkt doordat deze handelingen worden verricht op een gunstig moment in het getij, namelijk de laagwaterkentering. Er zijn nog onvoldoende metingen voorhanden om met name de zandtransporten tijdens stormomstandigheden te kunnen bepalen. De transporten zijn trouwens alleen van betekenis onder omstandigheden die gelden tussen gemiddeld tij en springtij. Verder valt op dat de transporten sterke overeenkomst vertonen met de stroompatronen ter plaatse.

Zo is met name in Roompot-Noord sprake van een vloeddominante beweging, veroorzaakt door een sterkere vloedstroom, terwijl in de Schaar-Noord een overwegend ebdominante beweging gaat, als gevolg van de daar relatief sterkere ebstroom.

De zandconcentratie op een bepaald punt blijkt niet alleen afhankelijk van het stroomsnelheidsverloop en de golfwerking ter plaatse, maar ook van bij voorbeeld de turbulentie en de watertemperatuur en van de korrelgrootte van het materiaal dat bovenstrooms wordt opgewerveld. Van belang is verder de mate waarin bovenstrooms materiaal door de stroom kan worden opgenomen. Er zijn immers aan weerszijden van de Oosterscheldedekering over een brede strook bezinkingsvelden aangebracht in de vorm van blokkenmatten en asfaltmatten. Uit droogzeef-analyses van de korrelgrootte blijkt dat de fractie varieert van 100 tot 400 micron, waarbij het aandeel van de fractie tussen 150 en 210 micron het grootst is.

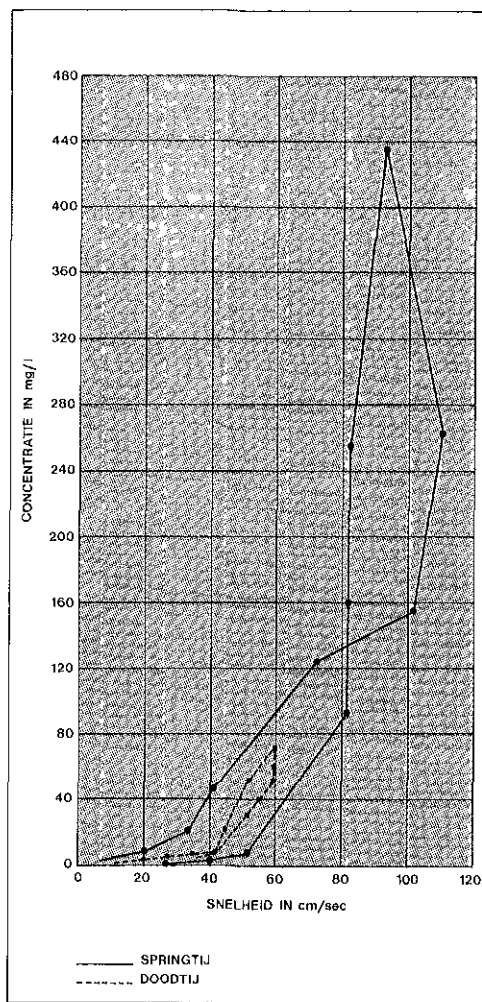


Fig. 3. Zandtransport bij doodtij en bij springtij

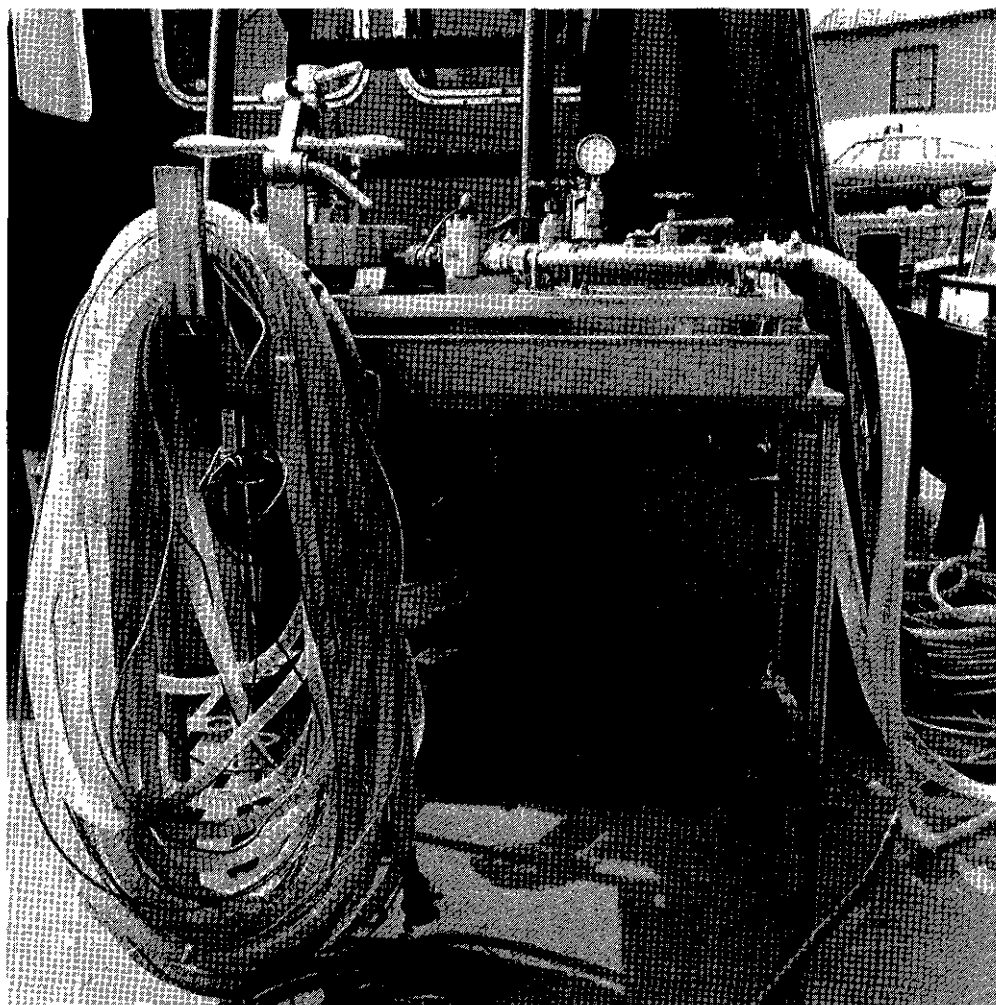
IJking

Het principe van de akoestische zandtransport-meter berust op de combinatie van verstrooiing en transmissie van geluid in een met deeltjes zand gevuld meetvolume. De massaconcentratie en de snelheid van zand in beweging worden gelijktijdig bepaald uit respectievelijk de amplitude en de frequentie-verschuiving van het door de gesuspendeerde deeltjes verstrooide geluid. Dit staat bekend als het Doppler-effect. Het apparaat kan worden gesplitst in twee delen: als eerste de meetvis met zijn drie zenders/ontvangers en de bijbehorende hoog-frequente onderwater-elektronica, die in een waterdichte behuizing is ondergebracht. Als tweede een verwerkingseenheid met laag-frequente elektronica, opgesteld aan boord van het meetvaartuig en via een kabel

en een waterdichte plug verbonden met de onderwater-elektronica op de meetvis. Verder is de vis voorzien van een magnetisch kompas voor de stroomrichting, een drukdoos voor de hoogte van de waterkolom boven de vis, terwijl de aansluiting van een diepte-sensor tot de mogelijkheden behoort. Alle akoestische zandmeters zijn getest in de vuilwatergoot van het Waterloopkundig Laboratorium. Vervolgens konden ze worden ingezet bij metingen in de Oosterschelde. Vanwege de stabiliteitsproblemen met één van de zenders is die voorlopig buiten werking gesteld.

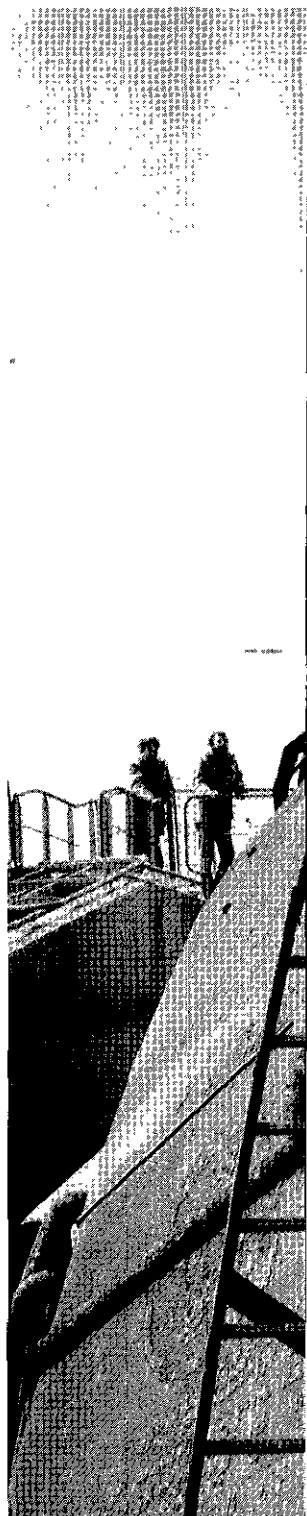
De meting van de concentratie beperkt zich daardoor tot de amplitude van het gereflecteerde signaal, wat de meting iets minder nauwkeurig maakt.

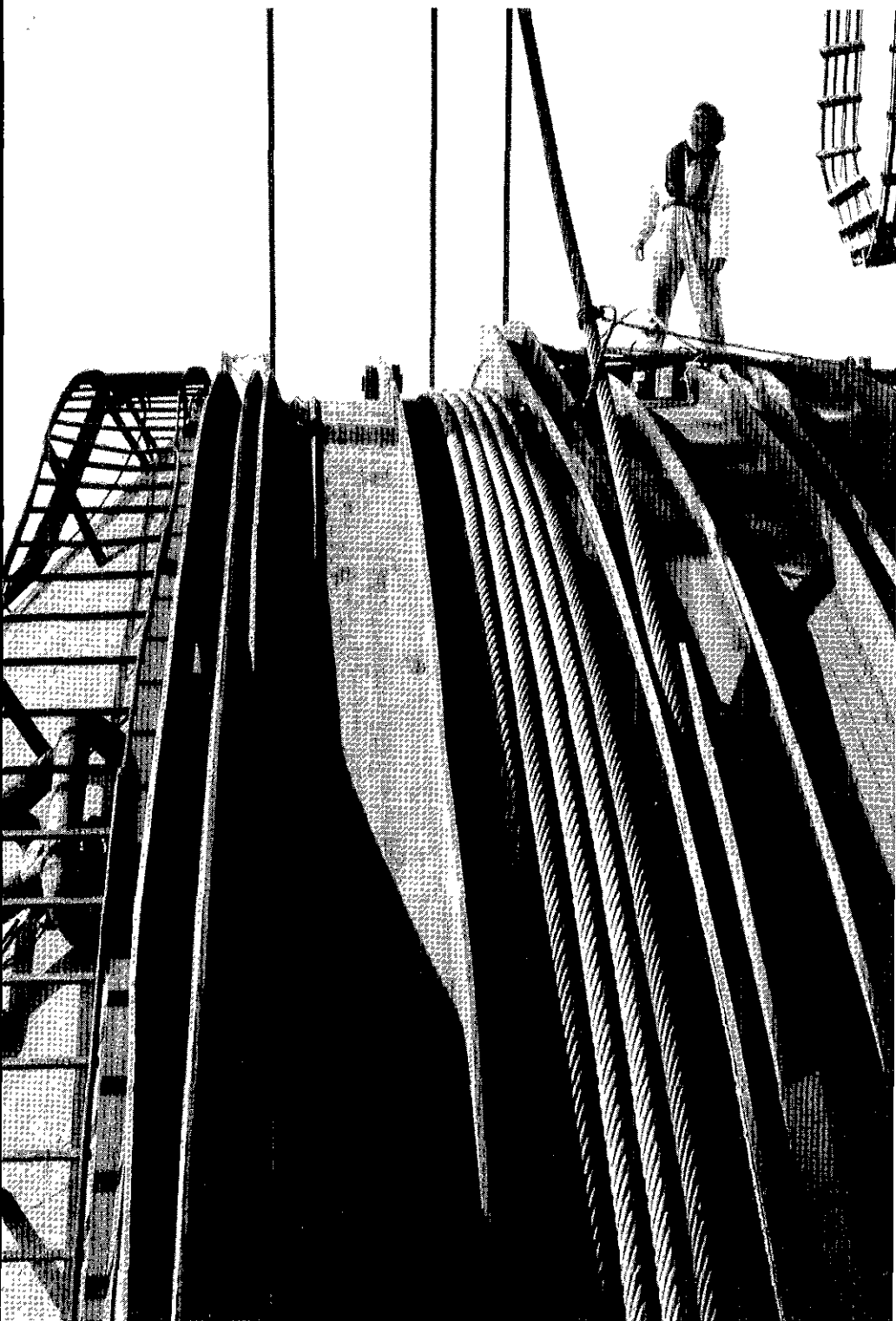
Een eerste vergelijkend onderzoek naar de nauwkeurigheid van de concentratiebepaling



van akoestische zandtransportmeters en pompfiltersystemen leerde dat de systematische afwijking bij concentraties van ongeveer 100 mg/liter klein is. Uit een groot aantal metingen bij de Oosterscheldedekering tijdens dood en gemiddeld tijblijken ook geringere concentraties dan 100 mg/liter voor te komen. Afwijkingen van meer dan 10% kunnen mede veroorzaakt worden door een te gering aantal ijkingen in de lage-concentratieband van de vuilwatergoot. Ook hierom blijft bemonstering met een pompfiltersysteem bij voortdurend geboden. Met deze laatste methode wordt behalve van zand van meer dan 50 micron een klein percentage zout en slib kleiner dan 50 micron meegewogen. Vooral bij kleine monsters is het aandeel van het slib daarin groot. Sinds kort beschikt de meetdienst tevens over een ijktoestel, dat bestaat uit een soort spakenwiel dat in het meetvolume wordt geplaatst en rondgedraaid. Hiermede kan de grootte en de stabiliteit van de uitgangsspanning en dus de concentratie worden bepaald.

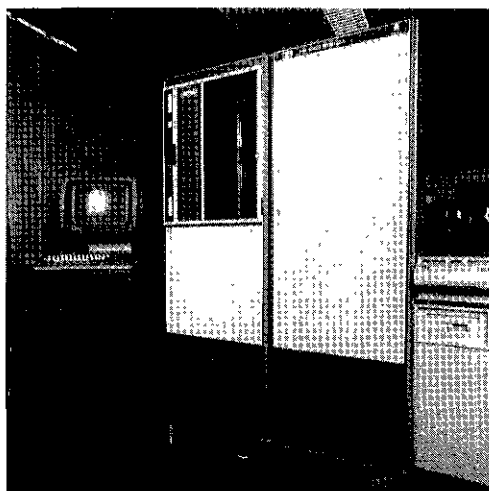
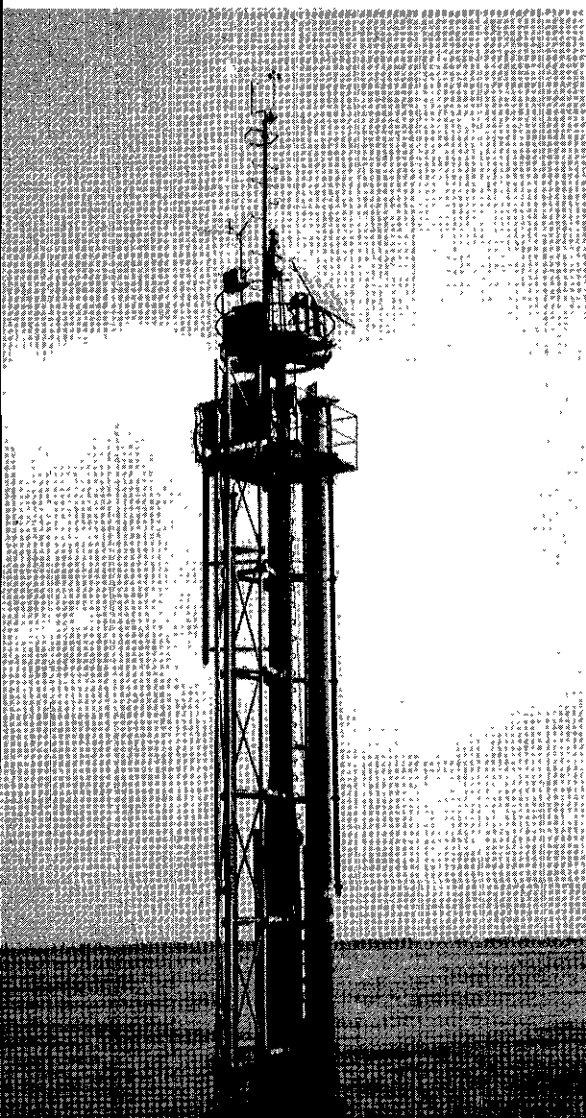
Behalve bij de stormvloedkering zullen zeer zeker ook metingen met akoestische zandtransportmeters bij de compartimenteringswerken nodig zijn, zeker nu er sprake zal zijn van zandsluitingen aldaar. Ook ten behoeve van de morfologische voorspelling van de veranderingen die zullen optreden na het gereed komen van de stormvloedkering zijn zandmetingen uitgevoerd, evenals bij een studie die diende ter vastlegging van de huidige stroomsituatie in het bekken. We kunnen dus wel stellen dat met de komst van de Akoestische Zandtransportmeter een bijzonder waardevol en efficiënt meetinstrument aan het instrumentarium is toegevoegd; het biedt unieke mogelijkheden om in hetzelfde kleine meetgebied simultaan en met een hoge frequentie nauwkeurig tegelijk de zandconcentratie en de stroomsnelheid en -richting te meten.





Bij de Meet- en Studiefaculteit Zierikzee is medio 1983 een nieuw Rekencentrum in gebruik genomen. In het Rekencentrum worden alle verzamelde meetgegevens met behulp van computers bewerkt en in bruikbare vorm gepresenteerd. Ook worden er berekeningen en onderzoeken uitgevoerd die moeten leiden tot het opstellen van adviezen.

Een nieuw Rekencentrum bij de Meet- en Studiefaculteit Zierikzee



De HP 1000

Golfmeetpaal in de Oosterscheldemond

De vernieuwing, die een jaar in beslag heeft genomen, betekent een belangrijke verbetering van de efficiency en biedt veel meer mogelijkheden voor het uitvoeren van omvangrijke en gecompliceerde onderzoeken.

Het Rekencentrum te Zierikzee bestond vroeger uit drie tafelrekenmachines met randapparatuur. Jarenlang was deze apparatuur afdoende om de gegevensstroom aan te kunnen. In 1980 echter trad een belangrijke verandering op. In dat jaar werd een deel van het HISTOS-meetnet operationeel, waardoor de gegevensstroom aanzienlijk toenam.

Het meetnet wint thans continu gegevens in op een veertigtal locaties in en rond de Oosterschelde, ten dienste van de operationele waterlooplekundige begeleiding van de werkschepen. De meetgegevens worden via een telemetrienetwerk overgezonden naar de centrale inwincomputer van het Verwerkings Centrum te Zierikzee. Daar worden de gegevens slechts 24 uur bewaard, teneinde het aantal ervan zoveel mogelijk te beperken. Alle gegevens die nodig zijn voor studie-doeleinden moeten derhalve worden overgeheveld naar het Rekencentrum, daar worden opgeslagen en redelijk gemakkelijk weer ter beschikking worden gesteld van de gebruikers.

Maar niet alleen het meetnet zorgde voor een toename van het aantal te verwerken gegevens, ook het aantal meetcampagnes vanaf schepen werd in de loop van de tijd opgevoerd, om de vragen die door de uitvoering werden gesteld te kunnen blijven beantwoorden. Meetvaartuigen van andere diensten van de Rijkswaterstaat worden dan ook steeds vaker ingezet bij de Oosterscheldewerken. De onderzoeken waarvoor de gegevens worden verzameld, worden steeds omvangrijker en ingewikkelder. Allerlei wiskundige modellen deden hun intrede voor het berekenen en voorspellen van stroomsnelheden, zandbeweging en dergelijke meer. De tafelrekenmachines waren hiervoor niet langer geschikt. De geheugen- en reken capaciteit was te gering en kon bovendien niet erg efficiënt worden gebruikt. Het was niet goed mogelijk programma's achter elkaar op te laten starten, 's nachts of in de weekends.

De systeemopzet was zodanig dat het centrale gegevensbestand slechts voor één calculator tegelijk bereikbaar was, waardoor soms lange wachttijden ontstonden.

Bij de opzet van het nieuwe Rekencentrum hebben de volgende aspecten een belangrijke rol gespeeld: opslagcapaciteit, bereikbaarheid van gegevens, reken capaciteit, rekensnelheid en overdracht van gegevens vanuit het Centrum te Zierikzee. Besloten werd om een HP1000 minicomputer aan te schaffen. De oorspronke-

lijke gedachte om de tafelrekenmachines aan deze minicomputer te koppelen werd verlaten vanwege de relatief trage verbinding voor het uitwisselen van gegevens, terwijl de minicomputer dan vanwege zijn beperkte functie de meeste tijd zou staan te niksen.

De keuze van het type minicomputer werd tevens bepaald door het feit dat in een eerder stadium was besloten tot aanschaf van een HP1000 voor het lodingsstelsel van een collegiale dienst.

De beschikbaarheid van twee HP1000 minicomputers opende de mogelijkheid beide systemen te koppelen, waardoor een zo efficiënt mogelijk gebruik mogelijk werd. Nu kon ook het Hydro-Meteo-Centrum zijn werkzaamheden op het systeem gaan uitvoeren en behoefde geen derde minicomputer te worden aangeschaft. Het Hydro-Meteo-Centrum verzorgt in een operationele dienst de waterlooplekundige voorspellingen voor de uitvoering. Elke zes uur worden berichten opgesteld op grond waarvan de uitvoering beslist of bepaalde activiteiten wel of niet kunnen doorgaan die dag. Dit centrum kampte met dezelfde problemen als waar het Rekencentrum mee zat. Het grote voordeel van een minicomputer is dat verscheidene gebruikers gelijktijdig van dezelfde computer en eventueel van dezelfde gegevens gebruik kunnen maken. Bovendien kan de gebruiker terwijl hij achter het beeldscherm zit een aantal programma's klaar zetten voor latere verwerking. Het uiteindelijke totale systeem bestaat uit twee gekoppelde HP1000 minicomputers met daaraan vast tien beeldschermen, zeven plotters, vier printers, twee digitaliseertafels, een magneetbandeenheid en vijf schijf-eenheden met een totale capaciteit van 400 Mb, dat wil zeggen ongeveer 200 miljoen gegevens.

Globaal kan de taak van de Meet- en Studiefdeling Zierikzee, wanneer het gaat om de verwerking van gegevens, gesplitst worden in drie basisfuncties: Inwinning, waar meetgegevens binnenkomen en ruwe data de deur uit gaan; Verwerking, waar de ruwe data worden omgewerkt tot schone data, en Advisering, die op grond van de schone data adviezen opstelt. De ingewonnen meetgegevens vallen in een aantal verschillende categorieën: waterstanden, golven, lodingen, stroom en zo meer. Deze meetgegevens worden behalve via vaste verbindingen ook door schepen ingewonnen. Alle gegevens worden ter verwerking aan het computersysteem aangeboden; het verschil in herkomst komt alleen tot uiting in de gebruikte informatiedragers: schepen leveren hun gegevens op cassette of ponsband.

De verwerking van de meetgegevens bestaat in

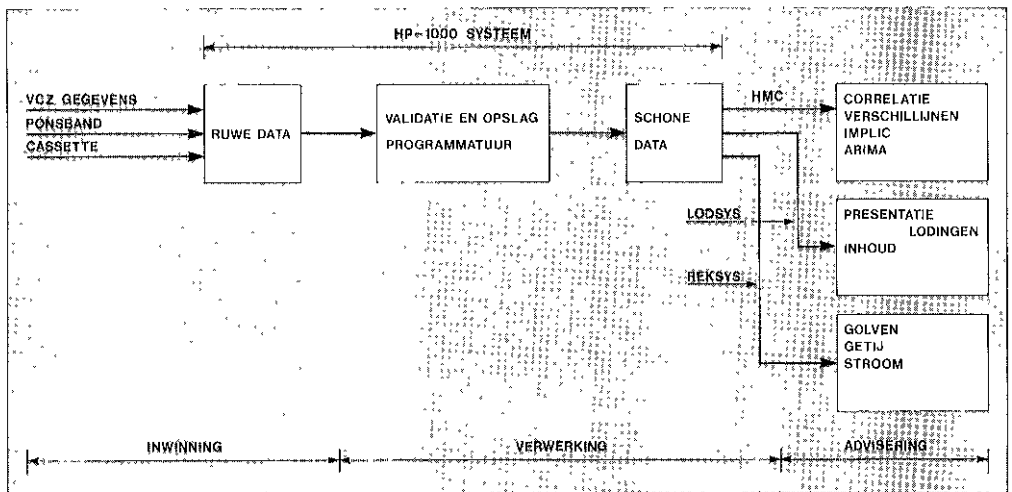
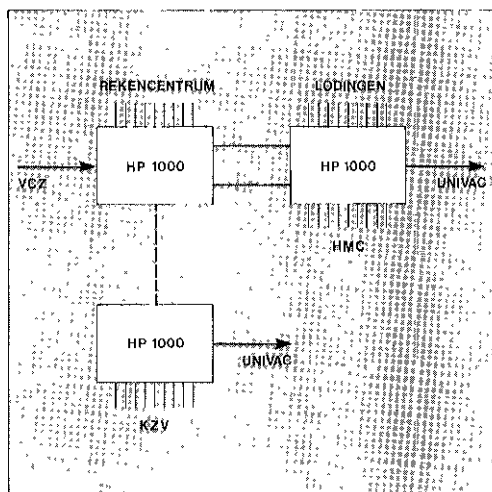


Fig 2 Opzet van de gegevens-verwerking

wezen uit controle, correctie en opslag. Bij de advisering wordt gebruik gemaakt van verschillende computerprogramma's, ook wel applicatieprogramma's genoemd. Er zijn afzonderlijke programma's voor golf-, getij- en stroomonderzoek, voor waterloopkundige voorspellingen en voor de presentatie van lodingskaarten en overzichten. Al deze programma's maken gebruik van de opgeslagen schone data. De bereikbaarheid van de gegevens heeft een belangrijke rol gespeeld bij de opzet van het systeem. Voor de administratie van de gegevens die in het systeem zijn opgeslagen en verwerkt, gebruikt men een gegevensbank. De gegevens worden aan de hand van een aantal kenmerken opgeslagen en kunnen zo ook weer opgevraagd worden.

De belangrijkste kenmerken waaraan bij het opvragen gerefereerd moet worden zijn periode, meetplaats, meetsoort en meetwaarde. Deze benadering is erg gebruikersvriendelijk, mede omdat de computer zelf de hele administratie bijhoudt. Andere voordelen zijn gelegen in de handige coördinatie van gegevensopslag en uniformiteit van bestanden. Per gegevenssoort is maar één centraal bestand aanwezig, dat voor alle gebruikers bereikbaar is. Er hoeven dus geen aparte bestandjes te worden aangemaakt voor elk onderzoek. Verder is er sprake van een goede beveiliging van de gegevens, waardoor het onmogelijk is dat ze per ongeluk verloren gaan. Het geheel is zo flexibel dat het uitbreidbaar is met andere gegevenssoorten. Een verantwoord gebruik van de gegevensbank maakt het wel noodzakelijk dat er een centrale beheerder wordt aangewezen die de opslag coördineert en die tevens zorgt dat er een catalogus wordt aangelegd van beschikbare meetplaatsen,

Fig. 1. Het communicatiesysteem van de Meet- en Studiefaculteit Zierikzee



meetsoorten en meetperioden.

Ten opzichte van de tafelrekenmachines heeft de invoering van een minicomputer een aantal ingrijpende wijzigingen tot gevolg. De programmeertaal op de HP1000 is FORTRAN. Dit is een taal die eerst in machinecode moet worden omgezet voordat een programma uitgevoerd kan worden. Tijdens het uitvoeren van een programma kan derhalve niets veranderd worden en ook kan er niet gekeken worden hoever het programma afgedraaid is, of of het fout loopt, zoals wel kon op de tafelrekenmachines, waarmee men BASIC sprak. Voor de programma-ontwikkeling betekent het, dat meer aan een bureau op papier zal worden geprogrammeerd en gecontroleerd dan voorheen. Als voordeel van FORTRAN kan echter genoemd worden de wereldwijde standaardisering en daardoor de grote onderlinge uitwisselbaarheid; ook de verkrijgbaarheid van een groot aantal standaardpakketten voor bijvoorbeeld tekenwerk en statistische bewerking.

Omdat de HP1000 over veel meer geheugenruimte beschikt, kunnen de programma's veel overzichtelijker en veel meer opgesplitst in logische delen worden opgezet. Dit is niet alleen belangrijk tijdens de bouw van een programma, maar vooral ook als er later wijzigingen aangebracht moeten worden of teruggegrepen moet worden op bestaande

programma's van andere gebruikers.

Zolang de programma's gebruik maken van de centraal opgeslagen bestanden, hoeft de programmeur geen kennis te hebben van de organisatie en de toegang tot de gegevens, omdat hij twee standaard-aanroepen ter beschikking krijgt, waarmee hij vrijwel alle gegevenshandelingen kan uitvoeren. Kennis van de besturingsopdrachten van de computer zal wel in beperkte mate opgedaan moeten worden, evenals uiteraard van de programmeertaal FORTRAN.

Het beschikbaar komen van het nieuwe Rekencentrum betekent een belangrijke verbetering van de gegevensverwerking door de Meet- en Studiefaculteit Zierikzee, zowel in kwantitatief als in kwalitatief opzicht. De gegevensverwerking is een van de pijlers waarop de taak van de dienst rust. Het is verheugend te constateren dat de overige studiediensten van de Rijkswaterstaat, in Vlissingen, Hellevoetsluis, Hoorn en Delfzijl besloten hebben hun Rekencentrum aan te passen volgens hetzelfde concept als Zierikzee. In Vlissingen zijn de eerste stappen daartoe reeds gezet. Deze ontwikkeling zal mede een bijdrage leveren tot een goede samenwerking tussen de diensten onderling en de mogelijkheid bieden om elkaar waar nodig bijstand te verlenen op een snelle en efficiënte manier.

Bemaling van de bouwputten van het Bathse Spuikanaal

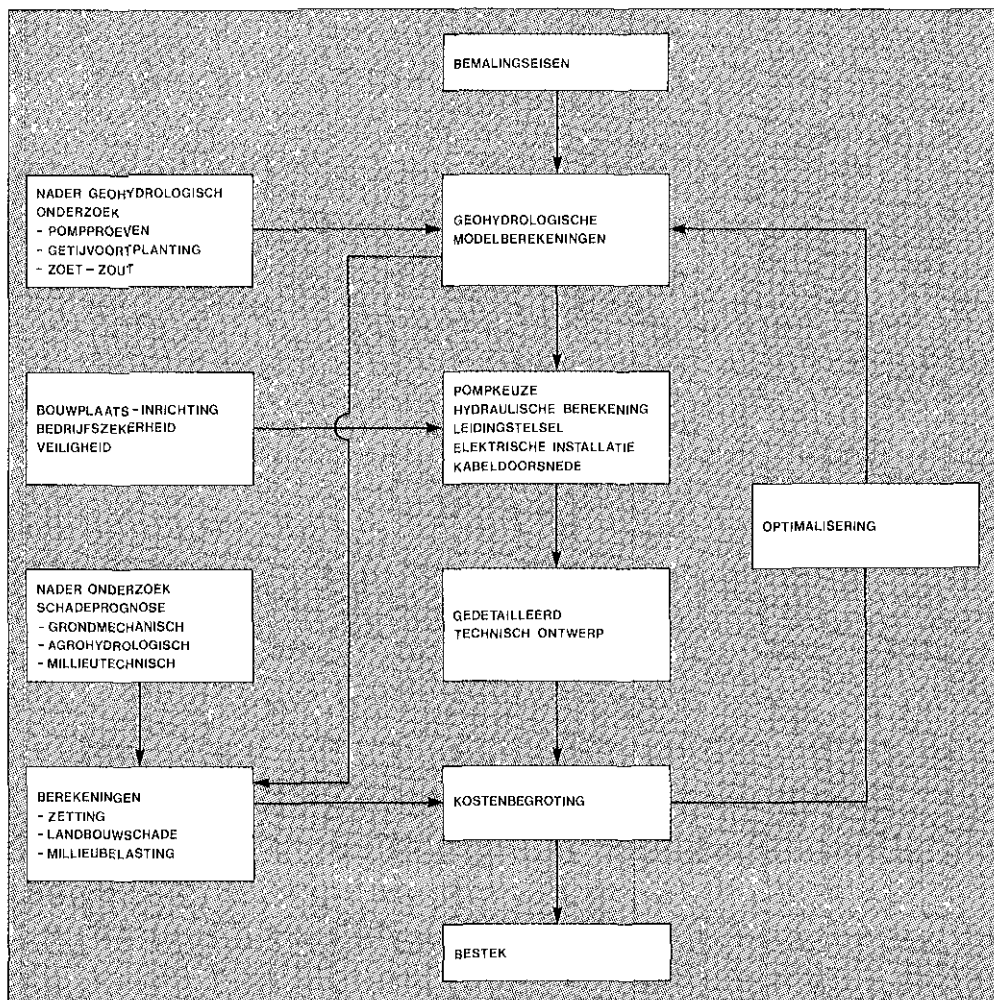
Bij de aanleg van het Bathse Spuikanaal moet een aantal kunstwerken worden uitgevoerd. Niet alleen dient een tweetal zinkerbundels onder het kanaal te worden doorgevoerd; er worden ook een sifon en een spuisluis gebouwd. Voor deze vier bouwwerken moeten bouwputten worden aangelegd met dieptebemalingen rondom. De belangrijkste bemaling is die rondom de bouwput van de spuisluis: hij heeft de grootste capaciteit en moet het langst blijven functioneren, wel anderhalf jaar. Tijdens de bouw van de spuisluis is de bemaling van de bouwput continu in bedrijf en draait daarbij op volle toeren. Het Bathse Spuikanaal loopt van noord naar zuid parallel aan en betrekkelijk dicht tegen het Schelde-Rijnkanaal. Beide kanalen worden gekruist door een aantal wegen, door de spoorlijn Vlissingen-Bergen op Zoom, alsook door een groot aantal leidingen, die hoofdzakelijk zijn geconcentreerd in twee zinkerbundels ten zuiden van de Kreekrakbruggen. In het zuidelijke gebied worden beide kanalen nog gekruist door een kanaalsloot die de afwatering verzorgt van het poldergebied ten oosten van het Schelde-Rijnspand. Dit afwateringskanaal wordt middels een sifon onder de beide kanalen doorgevoerd in de richting van de spuiboezem en loost dan het overtollige water via een sluisje nabij Bath op de Westerschelde. Voor alle genoemde kruisingen is de bouw van kunstwerken noodzakelijk. Een aantal ophogingen die dienen als landhoofd voor de verkeersbruggen kan vanaf het maaiveld worden opgebouwd; daarbij is de stand van het grondwater geen enkel probleem. In een enkel geval, zoals bij de spoorbrug, moest het grondwater met een eenvoudige

Fig. 1. Schema van de totstandkoming van een gedetailleerd bemalingsadvies

vacuümbemaling over slechts geringe diepte worden verlaagd.

Voor vier andere kunstwerken echter was het nodig bouwputten met diepe bemalingen aan te leggen, omdat daar betonwerken zouden worden uitgevoerd op grote diepte. Dit was het geval bij de aanleg van de twee zinkerbundels in het gebied tussen de Kreekrakbruggen en de Bathse brug, bij de sifon en bij de spuisluis te Bath. Voor de spuisluis werd al in een vroeg stadium een bouwput aangelegd in de Westerscheldedijk, die overigens tot aan de ontgraving in november 1982 nog niet werd bemalen.

Om de bouw van die kunstwerken op diepten tot N.A.P. -10 à -11 meter in den droge mogelijk te maken is het nodig de grondwaterstand ter plaatse van de bouwputten tot dat niveau te verlagen. Dit gebeurt door het



installeren van een bemaling rond de bouwputten; men noemt dat ook wel bronnering van de bouwputten. De installatie van de bemaling geschiedt kort voor het begin van de ontgraving van de bouwput. De installatie en de verdere uitvoering van de bemaling wordt meestal door een bronbemalingsbedrijf als onderdeel van het totale bouwbestek in onderaanneming uitgevoerd. In deze vorm blijft het een geïntegreerd onderdeel van de totale bouwverantwoordelijkheid van de hoofdaannemer tegenover de bouwdirectie. Al ver voorafgaand aan de installatie van de bemaling wordt aan een bemalingsdeskundige om een bemalingsadvies gevraagd. In het geval van de bouwputten voor de kunstwerken van het Bathse Spuikanaal is dit werk uitbesteed aan het Laboratorium voor Grondmechanica in Delft. Het bemalingsadvies omvat niet alleen

een bepaling van de te verwachten op te pompen hoeveelheid grondwater – het 'waterbezwaar' van de bouwput – maar veelal ook de keuze van de soort bemaling en het inrichtingsplan.

Waterbezwaar

Voor het bepalen van het waterbezwaar van een bouwput wordt gebruik gemaakt van een rekenmodel. Als zodanig staan zowel analytische formules en analoge modellen als computerprogramma's ter beschikking. Bij grote bouwputten, en afhankelijk van de complexiteit van de grondopbouw, die dan in lagen moet worden opgesplitst, zullen veelal computerprogramma's worden toegepast om tot een verantwoorde bepaling van het waterbezwaar te komen. In het rekenmodel

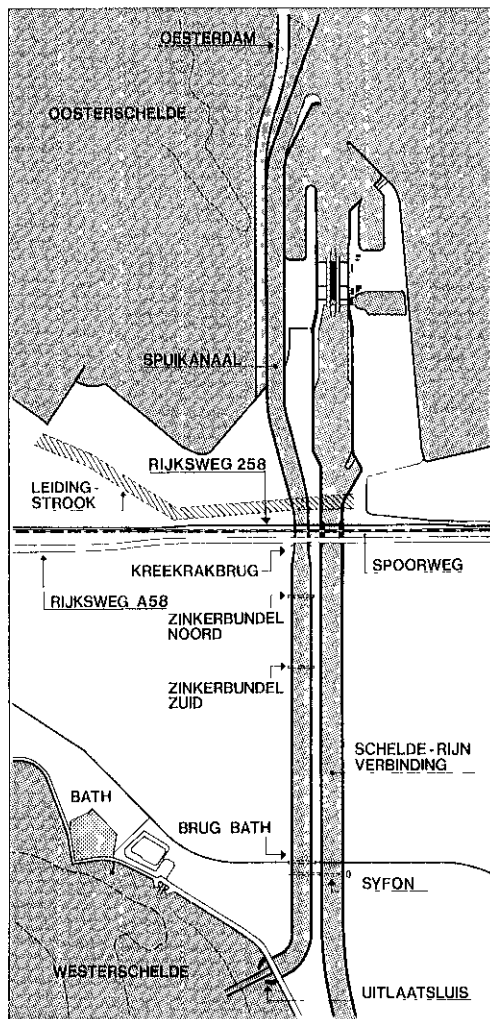


Fig. 2. Overzicht van het Bathse Spuikanaal

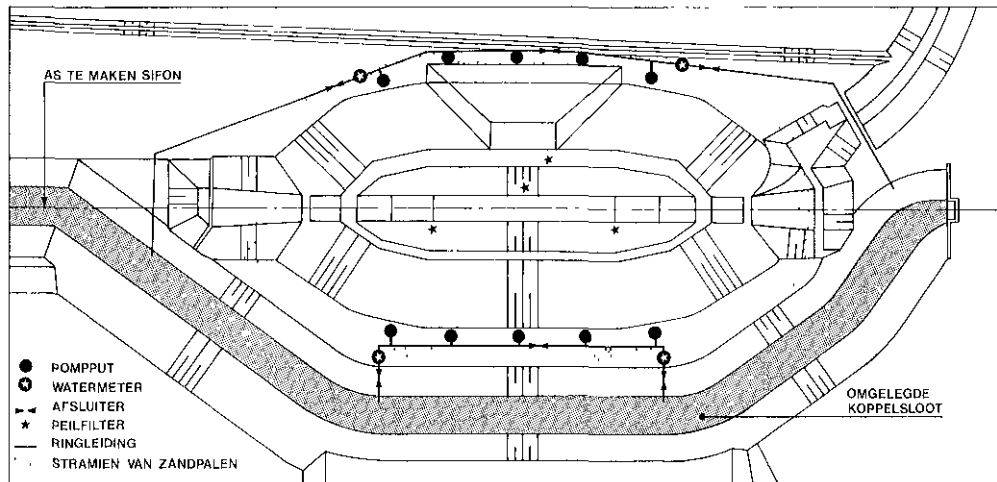
Fig. 3. Bemalingsplan voor de bouwput van de sifon

opgesteld. De samenstelling van de grond was hier overigens geheel anders dan in de mond van de Oosterschelde, of ook achterin dit estuarium, bijvoorbeeld ter plaatse van de Krammersluizen, waar diepe, zandige bovenpakketten voorkomen.

Over het gehele tracé van het Bathse Spuikanaal op Zuid-Beveland komt echter vrij ondiep een consistent klei/veenpakket voor. Deze laag bevindt zich op N.A.P. -3 tot -6 meter en heeft een grote weerstand tegen verticale grondwaterstromingen. Erboven bevindt zich een ondiep fijnzandig zandpakket en beneden N.A.P. -6 meter weer een zandpakket tot grote diepte. Dit is het te bemalen pleistocene zandpakket; daarin dienden de filters van de bemalingsputten te worden geplaatst. Voor de invoering van de potentiaal-randvoorwaarden in het rekenmodel moet in eerste instantie de vereiste verlaging van de grondwaterspiegel worden bepaald. Het diepste punt van de te ontgraven bouwput is hiervoor bepalend, met dien verstande dat de grondwaterstand tijdens de bouw minimaal 0,5 à 1 m beneden dit diepste aanlegpunt blijft. Aan de buitenzijde van de bouwput voor de spuisluis moet bij de watervoedende grens nog rekening worden gehouden met de getijbeweging en met het mogelijk optreden van een stormvloed tijdens de bouw. Om de getij-invalde te bepalen is voorafgaand aan het bemalingsadvies enkele getijden lang continu de grondwaterstand gemeten in een stijgbuis ter plaatse van de bouwput voor de sifon en die voor de spuisluis op een diepte van -15 m. Ter plaatse van de bouwput voor de spuisluis werd in het te bemalen diepere zandpakket wel een gedempt getij geregistreerd, met nog ongeveer 25% van het getijverschil buiten; de

moet een aantal grootheden worden ingevoerd, zoals een schematisering van de situatie en de geometrie van de bouwput en de ondergrond, de geo-hydrologische constanten van de ondergrond en de watervoedende grenzen, met de daarop in te voeren potentiaal-randvoorwaarden.

Voor een juiste schematisering en een goede opsplitsing is het nodig vooraf alle bestaande grondgegevens te bestuderen, zoals boringen en sonderingen. Indien blijkt dat er niet voldoende gegevens beschikbaar zijn, zullen aanvullende grondboringen moeten worden uitgevoerd. Voor het gebied van de bouwputten bij het Bathse Spuikanaal was dit niet nodig; de grondopbouw was uit bestaande gegevens genoegzaam bekend, zodat de geo-hydrologische opbouw van het rekenmodel op grond daarvan meteen kon worden



demping bedroeg dus ongeveer een factor 4. In de randvoorwaardenbepaling voor het rekenmodel wordt met deze getij-involed rekening gehouden. Om de meest reële waterbezwaarberekeningen te verkrijgen is het vooraf vereist de in het model in te voeren geohydrologische grondconstanten van de ondergrond zo nauwkeurig mogelijk te bepalen. Het gaat hier om het bepalen van de voor de grondwaterstroming karakteristieke doorlatendheidsfactoren in horizontale en verticale zin. De meest praktische en betrouwbare manier om dit te doen is het houden van een pompproef. Maar omdat het een vrij kostbare aangelegenheid is, is in overleg met de bemalingswerkgroep voor de compartimenteringswerken in dit geval een andere weg bewandeld, waarmee vijftig- à zestigduizend gulden werd bespaard. In plaats van een pompproef is namelijk een inventarisatie opgezet van alle reeds vroeger uitgevoerde bemalingen van bouwputten in de omgeving van het geplande Spuikanaal, zoals bemalingen van bouwputten voor kunstwerken onder het Schelde-Rijnkanaal uit de periode 1967–1974. Ook werden de praktijkgegevens van de bemalingen van alle bouwputten in de omgeving die toen, in 1981, in bedrijf waren, bestudeerd. Uit deze praktijkcijfers konden de doorlatendheidsfactoren voor het betreffende gebied vrij nauwkeurig worden bepaald. Daarmee werden de waterbezwaren voor de bouwputten voor de sifon en de spuisluis berekend. Voor de bouwput voor de sifon kwam dat uit op een waterbezwaar van 350 m³/uur en voor de bouwput van de spuisluis op een waterbezwaar van maximaal 500 m³/uur. Bij de berekeningen van het waterbezwaar voor de bouwput van de spuisluis is rekening gehouden met het feit dat die grenst

aan de Westerschelde. Op enige afstand buiten de zeedijk komt de eerder genoemde ondiep gelegen klei/veenlaag niet meer voor. Dit impliceert een verandering in de afstand van de watervoedende grenzen. Wel zal, wanneer de bemaling eenmaal in bedrijf is, de zandige oever aan de buitenzijde van de zeedijk enigszins dichtslibben, doordat de grondwaterbeweging steeds landwaarts, naar de bemalingsputten is gericht. Hierdoor wordt slib dat via de Westerschelde wordt aangevoerd in de vooroever geïnfiltreerd. Dit proces is bij andere bouwputten, zoals die van de Krammersluizen, al eerder geconstateerd. Deze inslibbing veroorzaakt een voor grondwater weerstandbiedende laag op en in de vooroever, waardoor de op te pompen hoeveelheid water na verloop van tijd afneemt.

Bemalingsadvies

Zoals gezegd, een bemalingsadvies bestaat niet alleen uit het bepalen van de geo-hydrologische grondconstanten en het berekenen van het totale waterbezwaar, maar betreft ook de algehele inrichting van de bemaling, dus ook de keuze van de soort bemaling – vacuumbemaling of diepwellbemaling –, het aantal pompputten, hun plaatsen en onderlinge afstanden, en de constructie van de pompputten en de diepte, afmetingen, en filterafstelling ervan; zelfs aangaande de kwaliteit van toe te passen materialen wordt geadviseerd, omdat de leidingen bestand moeten zijn tegen de kwaliteit van het op te pompen grondwater. Onderdeel van het bemalingsadvies is ook een berekening van de invloed van de bemaling op de onmiddellijke omgeving van de bouwput. De bemaling van een grondpakket kan een

totale zakking van het maaiveld ofwel zetting van de ondergrond tot gevolg hebben. Eventueel kunnen bij bemalingen van ondiepe pakketten verdrogingen optreden in landbouwgebieden, wanneer daar niet tijdig maatregelen tegen worden genomen. In het onderhavige geval bleek dat het gebied waarover grondwater naar de bemaling toestroomt, zich vanwege de weerstandbiedende werking van het ondiepe klei/veenpakket veel verder uitstrekt dan in een over de gehele hoogte alleen maar zandig, zogenaamd freatisch pakket het geval zou zijn. Voor de bouwputten bij het Bathse Spuikanaal werd berekend dat het gebied waarover water toestroomt zich uitstrekte tot 2 à 2,5 kilometer vanuit het centrum van de bouwputten. Uit deze berekeningen volgde bovendien dat de grondwaterstanden in het ondiepe, dat wil zeggen boven het klei/veenpakket gelegen zandpakket, door de bemalingen slechts minimaal beïnvloed zouden kunnen worden; er zouden dan ook geen verdrogingen te verwachten zijn als gevolg van de bemalingen. In dit ondiepe zandpakket overheersen de natuurlijke fluctuaties, zoals bijvoorbeeld de wisselvalligheid vanwege neerslag en verdamping. De beïnvloeding van de grondwaterstijghoogte in het dieper gelegen te bemalen zandpakket is groter en strekt zich verder uit. Voor het bemalingsadvies zijn deze verlagingen van de grondwaterstijghoogten berekend, evenals de daaruit voortvloeiende maximaal te verwachten zettingen van de ondergrond. De zetting blijkt in het algemeen geen nadelige gevolgen te hebben voor de omgeving, omdat hij meestal regelmatig optreedt. Alleen als de grondgesteldheid van plaats tot plaats sterk wisselvallig is en er onregelmatige zettingen ontstaan, kan er schade in de omgeving optreden. Het vaststellen

van schade als gevolg van bemalingen is geen eenvoudige zaak. Daarom is voorafgaand aan de installatie van de bemalingen een onafhankelijk expertise-bureau ingeschakeld. Dit bureau heeft van de kunstwerken en gebouwen in een ruime omgeving zowel uitgebreide fotoseries genomen alsook nauwlettende beschrijvingen van de staat van bevindingen opgesteld. Bovendien is er een onafhankelijke wateronttrekkingscommissie ingesteld ter

Uitvoering

De aanleg van een bemaling bestaat in het installeren van een aantal pompputten aan de rand van de bouwput, op vooraf bepaalde afstanden van elkaar. Gezamenlijk moeten de geïnstalleerde pompen het berekende waterbezuur uit het bemalingsadvies kunnen opbrengen. De installatie begint met het boren van diepe ronde gaten in de grond met behulp van een zuig- of spoelboorinstallatie, waarbij tijdens het boren in het boorgat een wateroverdruk van enkele meters waterkolom in stand wordt gehouden om te voorkomen dat de boorgaten instorten. De boorgaten hebben ruime afmetingen en worden tot grotere diepten doorgezet dan de vereiste grondwaterstandsverlagingen voor de bouwput. In het onderhavige geval bedroegen de boorgatdiameters minimaal 50 cm en werden diepten bereikt tot N.A.P. -31 meter. Na het boren van het gat tot op voldoende diepte wordt er een stijgbuis in neergelaten met een diameter van 25 cm. Deze buis wordt goed centraal in het boorgat afgesteld en vervolgens omstort met filtermateriaal: grof zand of filtergrind met een korrel-diameter in de orde van 1,5 mm. De neergelaten

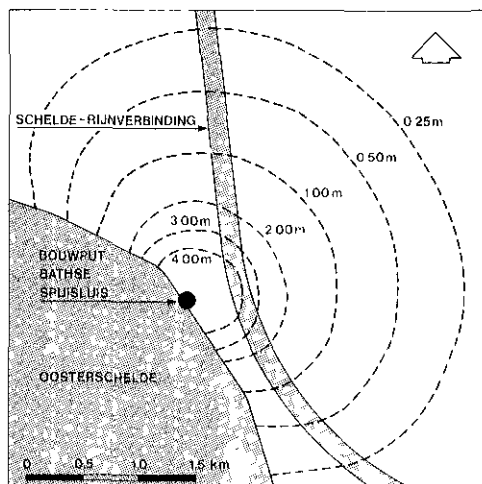
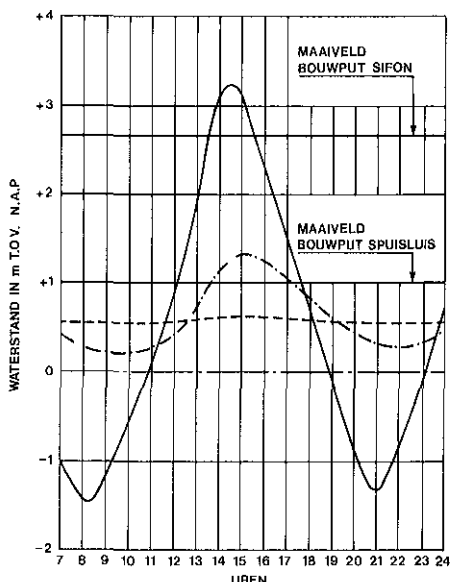


Fig. 4. Verlaging van de grondwaterstijghoogte in het bemalen diepe zandpakket rondom de Bathse Spuisluis



- VERLOOP BUITENGETIJ IN DE WESTERSCHELDE
OP 7-10-1980
- VERLOOP GRONDWATERSTIJGHOOGTE IN EEN
STUIGBUIS T.P.V. BOUWPUT SIFON OP EEN
DIEPTE VAN N.A.P. -15,00m
- .-.- VERLOOP GRONDWATERSTIJGHOOGTE IN EEN
STUIGBUIS T.P.V. BOUWPUT SPUISLUIS BATH OP
EEN DIEPTE VAN N.A.P. -15,00m

stijgbuis bestaat tegenwoordig overal uit plastic. De onderste 10 meter van de stijgbuis zijn voorzien van spleetopeningen van ongeveer 0,8 mm; dit is het filtergedeelte van de stijgbuis, dat loopt van N.A.P. -20 tot -30 meter. In elke zo geplaatste stijgbuis wordt vervolgens een onderwaterpomp gehangen, en wel zo diep dat hij altijd in voldoende mate beneden het waterniveau in de pompput blijft. Voor voldoende koeling van de motor moet er tijdens het pompen altijd minimaal 2 à 3 m water boven de pomp staan. Als gevolg van de geconstateerde radiale onttrekking van grondwater aan de bodem is de stand van het water in de pompput tijdens het pompen een aantal meters lager dan in de omringende grond. Hoeveel deze extra verlaging bedraagt, wordt bij het bemalingsadvies berekend. Het is onder meer afhankelijk van de pompcapaciteit, van

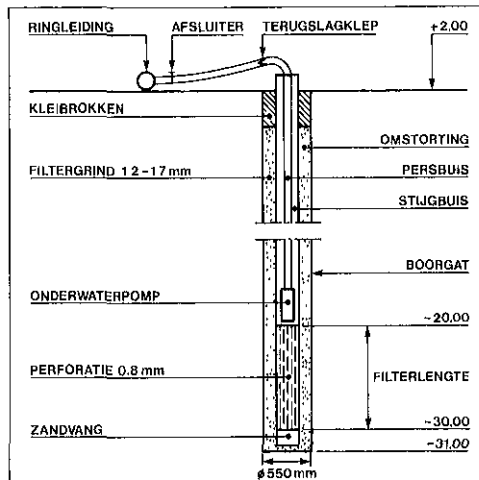


Fig. 6. Doorsnede van een pompput

Fig. 5. Meting van de getij-in-vloed in het diepe zandpakket bij de sifon en de spuisluis

de diameter van de pompput en van de doorlatendheid van de omringende grondsoorten. Bovendien bestaat er een criterium voor de maximale toestromingssnelheid van grondwater naar een put. Geadviseerd werd de pompen in het onderhavige geval derhalve op een diepte van N.A.P. -19 meter te hangen. Op een aantal punten, zoals bij voorbeeld bij de bouwput voor de sifon, werden de pompen later wat dieper gehangen, omdat de waterstand in de pompputten enkele meters lager bleek dan werd verwacht. Het filtermateriaal rondom de stijgbuis zorgt ervoor dat het grondwater uit de omgeving van de pompput gemakkelijker naar het filter kan toestromen. Het zorgt tevens voor verticaal transport van het water in het boorgat, en is belangrijk bij gelaagdheid in de ondergrond. Omdat de pompputten op betrekkelijk grote afstanden van elkaar worden

geplaatst – 25 à 30 m – is het verticale transport van grondwater bij gelaagde bovenpakketten onvoldoende verzekerd. Om dit verticale transport desondanks te bevorderen is het een praktisch goede en betrekkelijk goedkope methode om rondom de bouwput een stramien van zandpalen aan te brengen. Men boort daartoe gaten van 25 tot 30 cm in doorsnede tot ruim in het pleistocene, te bemalen zandpakket. Hierin wordt vervolgens grof zand of soms filtergrind gestort. Dit gebeurt op korte afstanden van elkaar in een stramien van 4 à 5 rijen, drie meter hart op hart. Bij de bouwputten voor de sifon en de Bathse Spuisluis is deze vorm van zanddrainage ook toegepast, met als bijkomend voordeel dat de daar aanwezige ondiepe weerstandbiedende klei- en veenlagen werden doorboord, zodat kon worden voorkomen dat nog in belangrijke mate horizontaal water op de bouwputtaluds uitstroomde. De onderwaterpompen die in de pompputten worden opgehangen zijn meestal langwerpige centrifugaalpompen met een geringe diameter, zodat ze ruim in de stijgbuizen passen. De pompen zuigen het water aan en persen het via stijgleidingen naar de bovengrondse ringleiding waarop alle stijgleidingen zijn aangesloten. De ringleiding wordt op ruime afstand van de bouwwerkzaamheden aangelegd, opdat hij ook later bij de grondaanvulling niet in de weg komt te liggen. Bij de bepaling van de pompcapaciteit en de dimensionering van de ringleiding dient er rekening mee te worden gehouden dat de ringleiding tot over de kruin van de ringdijk van de bouwput moet worden gevoerd. Bovendien ondervindt het opgepompte water weerstand wanneer het door de leidingen stroomt. Om deze weerstanden te overwinnen stelt men de opvoerhoogte op enkele meters meer dan het werkelijke waterhoogteverschil tussen de waterstand in de pompput en de uitstroomhoogte bij het lozingspunt. In het bemalingssysteem wordt altijd een aantal beveiligingen ingebouwd. Bij de elektriciteitsvoorziening komt dit neer op het inbouwen van alarmsignaleringsystemen en het achter de hand houden van een noodstroom-

aggregaat. In de leidingen zelf worden terugslagkleppen en afsluiters gemonteerd. De kans op grote schade of grote stagnatie in de bouwwerkzaamheden wordt zo tot een minimum teruggebracht.

Het opgepompte water wordt via de ringleidingen op het dichtstbijzijnde open water geloosd. Bij de bouwput van de sifon is dit de dichtbij gelegen koppelsloot, die de verbinding vormt tussen de sifon onder de Schelde-Rijnverbinding en de spuiboezem bij Bath. Voor de bouwput van de Bathse Spuisluis ligt dit lozingspunt in de Westerschelde. De ringleiding is daartoe over de westelijke ringdijk, waarvan de kruin ligt op N.A.P. + 9 m, naar de buitenteen van deze ringdijk gevoerd.

De onttrekking van grondwater nabij de bouwputten is evenals de lozing van het opgepompte water gebonden aan een vergunning. Vergunningen worden verstrekt onder nadrukkelijk gestelde voorwaarden, vooral bewakingsbepalingen ten aanzien van kwantiteit en kwaliteit van het opgepompte water. Behalve debietmetingen moeten op grote schaal periodiek grondwaterstandsmetingen worden uitgevoerd in peilfilters; niet alleen binnen de bouwput maar ook in een ruime omtrek buiten de bouwput; ze moeten zowel het bovenste als het onderste te bemalen zandpakket betreffen. Dit wordt geëist in een periode vóór, tijdens en geruime tijd na het bemalen van een bouwput. Ook moeten monsters van het opgepompte water worden genomen en daarop kwaliteitsbepalingen worden uitgevoerd. De resultaten hiervan worden periodiek aan verschillende instanties toegezonden, waaronder de provincie. De bewaking van de wateronttrekking en het volgen van de invloed op de omgeving is hiermee verzekerd.

Uit de praktijk is gebleken dat de geadviseerde en dienovereenkomstig uitgevoerde bemalingen rond de vier genoemde bouwputten voor de kunstwerken van het Bathse Spuikanaal goed hebben gefunctioneerd, zodat de uitvoering van de kunstwerken een vlot verloop heeft gehad.

Samenvattingen

Doelstelling, taken en uitrusting van de Deltavloot

Bij de Deltawerken worden veel schepen gebruikt, niet alleen voor de uitvoering van bij voorbeeld de Oosterscheldekering, maar ook voor allerlei technische en waterloopkundige ondersteuning, voor onderzoek en bewaking. Deze schepen zijn deels eigendom van Rijkswaterstaat, deels van aannemers; voor een ander deel worden ze van derden gehuurd. Over de grote specifieke werkschepen werden al vele afzonderlijke artikelen geschreven, over de kleinere schepen niet. Toch is de ontwikkeling van met name de meetvloot opmerkelijk, door de voortdurende vergroting en modernisering ervan. Zo werd de gegevensinwinning in hoog tempo geautomatiseerd, hetgeen niet geringe eisen stelde aan de elektrische installatie en de ruimteverdeling aan boord.

Pijlerplaatsingen in de Hammen en de Schaar

Vanaf midden 1983 worden er pijlers geplaatst in de sluitgaten van de Oosterscheldekering. De plaatsing van een pijler wordt voorafgegaan door een aantal voorbereidende werkzaamheden. Waar nodig – en dat bleek op slechts drie plaatsen het geval – wordt ter correctie van de pijlerstand een tegelmat aangebracht. Voorts wordt de losse bestorting afgedekt met een grindwiepenmat.

Van elke pijler wordt voor hij naar het sluitgat wordt overgevoerd de bodem schoon gemaakt en de grindzak gecontroleerd. De plek waar de pijler wordt afgezonken wordt nog een keer zandvrij gezogen, en dan liert men de pijler af, eerst tot 20% van het gewicht, dan tot 80 en 100%, telkens controlerend of de stand goed is. Tenslotte wordt de pijlerpositie nog eens van de wal af ingemeten en in een protocol vastgelegd.

Grindwiepenmatten

Toen duidelijk werd dat het losgestorte filter tussen twee filtermatten voor de fundering van de Oosterscheldekering niet altijd voldoende stabiel zou zijn, zijn er grindwiepenmatten ontworpen om het filter tijdelijk af te dekken en voldoende stroombestendig te maken.

De matten bestaan uit staaldraad waarop ronde met grind gevulde worsten van gaas zijn gebonden. Ze worden gemaakt op een zate in de Sophiahaven en afgezonken door de ponton 'Sepia' in samenwerking met andere werkschepen.

De volgens de planning benodigde productie wordt ruimschoots gehaald.

Een akoestische zandtransportmeter

Om de morfologie van de Oosterscheldebodem te leren kennen en in zijn ontwikkeling te kunnen volgen is voortdurende meting nodig van het zandtransport in het estuarium. Sinds kort beschikt men voor dit doel over een nieuw instrument: de akoestische zandtransportmeter. Uit de wijze waarop een akoestisch signaal door een watervolume met zanddeeltjes wordt verstrooid en afgebogen, kan de zandconcentratie in dat volume worden bepaald, terwijl tegelijk de tijd en de snelheid en richting van de stroom ter plaatse worden geregistreerd. Dit apparaat werkt onder alle omstandigheden, en draagt mede daardoor aanzienlijk bij tot de uitvoering van het omvangrijke meetprogramma dat thans in de Oosterschelde wordt uitgevoerd.

Een nieuw rekencentrum bij de Meet- en Studiefaculteit Zierikzee

Bij de Meet- en Studiefaculteit Zierikzee is midden 1983 een nieuw Rekencentrum in gebruik genomen. De opbouw daarvan heeft een vol jaar in beslag genomen. Nu is een belangrijke verbetering bereikt in de effectiviteit van het centrum. De mogelijkheden tot het uitvoeren van omvangrijke en gecompliceerde onderzoeken zijn sterk uitgebreid. Dat was inderdaad hard nodig, sedert in 1980 een uitgebreid meetnet in de Oosterscheldemonding in werking trad, onder andere voor het opstellen van korte-termijnvoorspellingen van de golf-, getij- en stroomomstandigheden in het werkgebied van de stormvloedkering. De overige studiediensten van de Rijkswater-

Bemaling van de bouwputten bij het Bathse Spuikanaal

Bij de aanleg van het Bathse Spuikanaal, tussen het Zoommeer en de Westerschelde, moesten vier kunstwerken worden aangelegd in bouwputten. De belangrijkste daarvan is de Bathse Spuisluis in de Westerscheldedijk. In zulke bouwputten dient de grondwaterstand een halve meter te blijven beneden het laagste constructiedeel, en daarom moeten zij worden bemalen. Voorafgaand daaraan wordt een bemalingsadvies uitgebracht, waarin het waterbezwaar van de put wordt berekend en een inrichtingsplan voor de bemaling voorgesteld.

Het artikel beschrijft hoe een en ander in dit concrete geval is verlopen. Een belangrijke bijzonderheid van het grondprofiel hier was dat tussen de oppervlakkige en de diepe, te bemalen zandlaag een consistent veen/kleipakket lag, dat een grote weerstand vertoonde tegen verticale grondwaterstromingen.

Summaries

Placing of piers in the Hammen and in the Schaar

Piers have been placed in the closure gaps of the Oosterschelde barrier since mid-1983. The placing of a pier is preceded by a number of preliminary operations. Where necessary – which proved to be the case with only three of the piers – a tile-mat is installed to correct the position of the pier. In addition to this the loose deposit is covered with a gravel cover-mat. The underside of each pier is cleaned and the gravel bag checked before it is transported to the closure gap. The sand is once more removed by suction at the spot where the pier is to be sunk. Then the pier is let down, first up to 20% of the weight, then up to 80% and 100%, while its position is constantly checked. Finally comprehensive measurement of the pier's position is carried out from the shore and this is put on record.

Gravel cover-mats

When it became clear that the loose deposit filter between two adjoining filter mats for the foundation of the Oosterschelde barrier was not always sufficiently stable, gravel cover-mats were designed to provide the filter with temporary protection and sufficient resistance against the current.

The mats consist of meshed tubing filled with shingle which is attached to metal fibre. These are made in a yard in the Sophiahaven and are later lowered into the water by the 'Sepia' pontoon in conjunction with other service vessels.

The required production indicated in the plans has been amply achieved.

The objectives, tasks and equipment of the Delta fleet

A large number of ships are used in the delta works, not only for the execution of the Oosterschelde barrier, but also for all kinds of technical and hydraulic relief, for research and for keeping guard. These ships are owned partly by the Rijkswaterstaat and partly by the contractors and a further part is hired from a third party. Several separate articles have been written on the large specific service vessels, but not on the smaller ones. However the development of the measuring fleet in particular is remarkable for its continual enlargement and modernisation. Thus data gathering has been automatised and its assimilation computerised at a high pace, which has made no mean demands upon the electrical installations and accomodation arrangements on board.

An acoustic sand-conveyance gauger

In order to become acquainted with and to follow the morphology of the Oosterschelde bed it is necessary to keep a constant check on sand conveyance in the estuary. A new instrument has recently become available for this purpose: the acoustic sand-conveyance gauger. The sand concentration in a given volume of water can be determined by the defraction and dispersal of an acoustic signal passing through that same volume of water. At the same time the time, speed and direction of the current can be registered. This instrument will work under any circumstances and is therefore a great asset to the extensive measuring programs at present being carried out in the Oosterschelde.

A new computation centre at the Measuring and Study Department in Zierikzee

A new computation centre came into use at the Measuring and Study Department in Zierikzee in mid 1983. It has taken a whole year to build this up. An important improvement has been achieved in the effectivity of the centre. The possibilities for carrying out extensive and complex research have been considerably enlarged.

This was indeed badly needed as in 1980 an *extensive measuring net* came into operation in the mouth of the Oosterschelde. Amongst other things it was intended for the setting up of short-term forecasts on the wave, tide and current conditions in the working area of the storm-surge barrier.

The remaining study services of the Rijkswaterstaat will modernise their computation centres in a similar fashion.

Drainage of the construction pits at the Bathse Spuikanaal

Four hydraulic structures had to be installed in construction pits at the laying of the Bathse Spuikanaal, between the Zoommeer and the Westerschelde. The most important of these is the Bathse sluice in the Westerschelde dike. The groundwater level should be maintained at half a metre below the lowest part of the structures in the construction pits, which explains the need for drainage. Firstly an advice on drainage is presented in which the water-load in the pit is calculated and lay-out plans for drainage are suggested.

The article describes the progress of some of the aspects in this specific case. An important characteristic of the ground-profile in this case was that a consistent peat/clay layer lay in between the surface layer and the deep sand layer intended for drainage, which presents a hindrance to vertical water currents.

Vorderingen

in de periode 1 oktober 1983
– 1 januari 1984

Philipsdam

Het betonwerk van de Kramersluizen en het dienstengebouw werden opgeleverd op respectievelijk 20 oktober en 24 november.

Flakkeese Spuisluis

Met de hevel zijn natuurmetingen verricht. Op basis van de resultaten werd de apparatuur aangepast en ingeregeld.

Omkading van het Markiezaat

In de verslagperiode is de westelijke Markiezaatskade voltooid. Op 27 november is enige stormschade opgetreden aan de steenbestorting en kleibedekking; de schade werd onmiddellijk hersteld. Na het installeren van de bewegingswerken kon het doorlaatmiddel in de westelijke Markiezaatskade op 24 oktober in gebruik worden genomen, zodat het peil op het Markiezaat nu kan worden beheerst.

Oesterdam

Ten gevolge van erosie was de noordelijke vooroever van het werkeiland in de Oesterdam plaatselijk zo steil geworden, dat er grote kans op

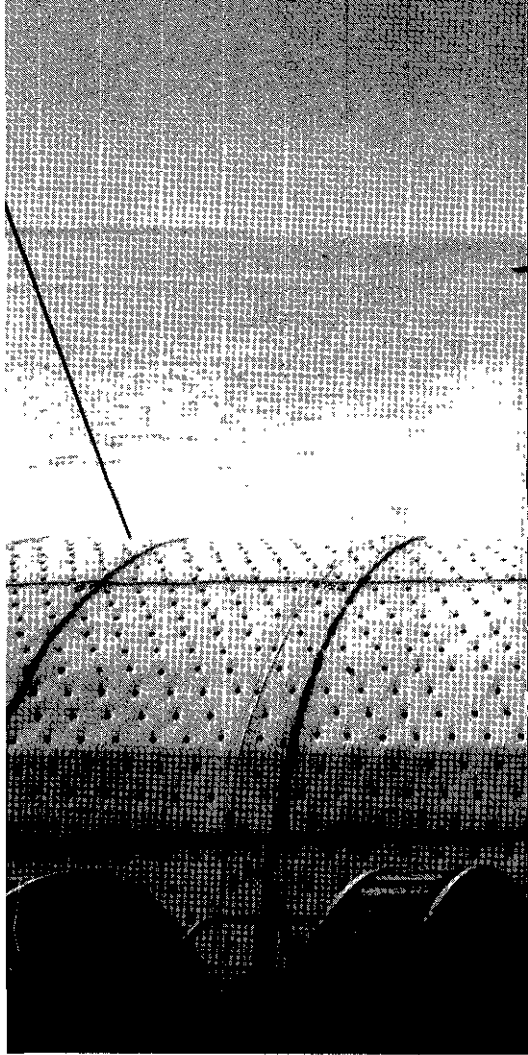
zettingsvloeiingen onstond. Met mijnsteen zijn de onderwartertaluds verflauwd.

Bathse Spuikanaal

Vanaf begin oktober 1983 is vanaf de Molenplaat zand in den droge uitgereden voor de aanleg van de omkading van een specieberg in het Markiezaat. In november 1983 kon worden begonnen met het opspuiten van zand in deze omkading. Het zand wordt met hoppers aangevoerd vanuit een zandwinplaats nabij het Tholense Gat. Tussen de Molenplaat en de

Markiezaatskade is een speciedepot in gereedheid gebracht. Om hier voldoende specie uit het Spuikanaal in kwijt te kunnen moesten de zuidelijke en oostelijke omkading worden verhoogd. Men is begonnen met het aanbrengen van een oeverbescherming langs het Spuikanaal.

Er is grondwerk uitgevoerd, zodat de sifon nu functioneert voor de afwatering; de tijdelijke afvoersloot vervalt hiermee. Naast het tracé van de te bouwen spoorbrug is een hulpbrug gebouwd. Van de definitieve brug zijn de beide





landhoofden en het heiwerk voor de pijlers gereed gekomen; één brugdeel is gestort. In totaal moeten er vijf brugdelen worden gemaakt. Het betonwerk aan de Bathse Spuisluis verloopt tot nu toe volgens planning; de zes kokers zijn in beton gereed. In uitvoering is het schuiven- en bedieningsgebouw. Een begin werd gemaakt met de aanleg van ontvang- en stortebedden en met de gedeeltelijke aanvulling van de bouwput.

Oosterscheldekering

Over de sterkte van de verschil-

lende onderdelen van de bodembescherming onder permanente getijbeweging bestaat nog geen eensluidend oordeel. Voor enkele onderdelen of gedeelten daarvan is een onderzoeksprogramma opgesteld. Tevens wordt gezocht naar doeltreffende inspectiemethoden. Van de zijranden van de steenasfaltmatten wordt verwacht dat zij na afloop van de bouw van de kering onder bepaalde omstandigheden niet voldoende stabiel zullen blijken te zijn. De stabiliteit kan vergroot worden door bestorting met staalslakken of breuksteen. Onderzoek

ter bepaling van de stabiliteitsgrens is in voorbereiding. Naar verwachting zal het onderzoek naar de dimensionering van de bodembescherming in mei 1984 voltooid kunnen worden. In de vorststreken periode is de geplande produktie met het 'Cardium' – 'Jan Heymans'-bedrijf haalbaar gebleken. In oktober kwam het funderingsbed in de Schaar gereed. De vlakheid van de gelegde matten is zo goed dat op geen enkele locatie een tegelmat vereist is. Door aanpassingen van de zand-grind-samenstelling en optimalisering van het

stortproces is de kwaliteit van het losgestorte filter tussen de matten verbeterd.

Medio oktober is een aanvang gemaakt met het leggen van matten in de Roompot, het sluitgat waar de grootste waterdiepten en stroomsnelheden worden aangetroffen. Het materieel wordt hier tot aan het maximum belast.

Ondanks najaarsinvloeden is de productie in de Roompot tot aan de Kerst goed geweest. Het geïntegreerd leggen van grindwiepenmatten verloopt tevens naar wens. Het ziet er naar uit dat het mattenlegbedrijf voor de bouwvakvakantie 1984 beëindigd zal kunnen worden.

In juni 1983 is na een korte proefperiode begonnen met het leggen van grindwiepenmatten in de Hammen. Begin september waren alle losgestorte filters afgedekt. Momenteel worden afwisselend grindwiepenmatten gelegd in de Schaar en de Roompot. In de Schaar worden de matten evenals in de Hammen gelegd met de 'Macoma' - 'Donax' - 'Sepia' - combinatie. In de Roompot moeten de losse filters vanwege de zeer hoge stroomsnelheden die daar optreden zo snel mogelijk worden vastgelegd. Het leggen van de grindwiepenmat is hier dan ook ingepast in de cyclus van het mattenlegbedrijf. De 'Sepia' wordt in dit geval gekoppeld aan de 'Jan Heymans'.

In de tweede helft van november stonden in de Hammen alle 16 pijlers, ruim binnen de toegestane toleranties, op hun plaats. Na het leggen van grindwiepenmatten in de Schaar start het plaatsen van pijlers in dit sluitgat weer eind februari. De voortgang is zo goed dat maatregelen worden voorbereid om de behaalde tijdswinst maximaal te kunnen benutten.

Nadat in de Hammen twee

pijlers waren geplaatst is begonnen met het aanbrengen van de onderlagen van de drempel rondom de pijlers in het noorden van dit sluitgat.

De beproevingen van het opschoon- en het verdichtingsapparaat zijn met goed gevolg afgesloten.

De topaagstort, een speciale kraan op een ponton, is opgeleverd. In de verslagperiode werden de onderdelen uitgebreid getest, en waar nodig verbeterd. Begin januari 1984 starten de werkbeproevingen, om er achter te komen of met de voorgestelde werkmethode de vereiste kwaliteit behaald kan worden. Het stortbedrijf met de steenstorters kende een voorspoedige start.

De uitvoering van de damazzetten verloopt volgens plan. De eerste fase van de damazzet Noord-Beveland kwam gereed. De werkzaamheden bestonden uit de opbouw van een filter van zand en breuksteen, glooiingsconstructies en grondwerk. Van de damazzetten Roggenplaat-Noord en Schouwen werden, ruim binnen de nauwkeurigheden, de landhoofdelementen geplaatst en gevuld met beton. Dit was de tweede fase. De zettingen in de ondergrond zijn wat groter geworden dan werd verwacht. Zij kunnen echter binnen het ontwerp worden opgevangen.

Begin 1984 komt de tweede fase van de damazzetten Roggenplaat-Zuid, Neeltje Jans en Noord-Beveland in uitvoering. Dan wordt ook begonnen met de gewapend-betonnen bovenbouw van de landhoofden Schouwen en Roggenplaat-Noord, ofwel de derde fase.

Voor de drempelopbouw moeten, ten behoeve van het laden van de steenstorters, een zestal loswallen worden verzwaaard, in vier werkhavens. De loswal op het werkeiland

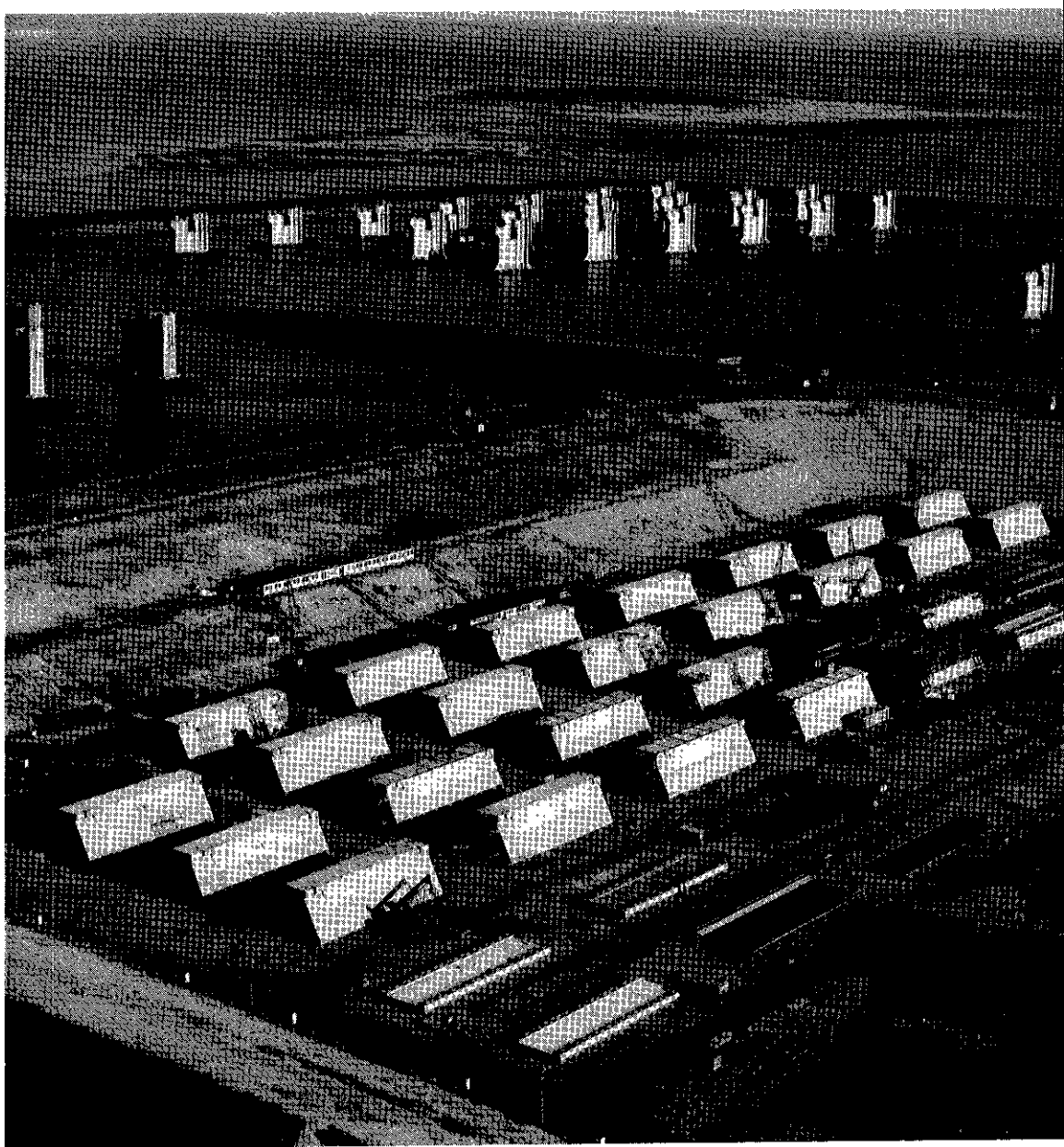
Het bouwdok 'Schaar', november 1983. Drie van de vier compartimenten zijn geïnundeerd.

Roggenplaat en de eerste loswal in de buitenhaven Neeltje Jans zijn gereed, en de tweede loswal in deze haven is in uitvoering. Het gehele programma moet in augustus 1984 gereed zijn.

Onderhoudsbaggerwerk werd uitgevoerd in Compartiment I van het bouwdok Schaar, tussen de daar staande pijlers, in de buitenhaven Neeltje Jans en in de toegangseul naar de Roompothaven. Plaatselijk was in de Roompot op de grondverbetering enige bestorting noodzakelijk.

Voortgegaan werd met bestortingen aan de rand van de bodembescherming. De Roompotsluis is operationeel; er worden voorbereidingen getroffen om hem in de loop van februari 1984 in gebruik te nemen. De drie sluitgaten zijn vanaf die tijd verboden voor de openbare vaart.

De ruwbouw van het bedieningsgebouw, het 'Ir. J. W. Tophuis' is gereed; begin december werd het hoogste punt bereikt. De afbouwwerkzaamheden zijn al in augustus 1983 begonnen; ze verlopen volgens de planning. Ook de fabricage van de rompen van de dorpelbalken in bouwdok IV loopt volgens schema. Er worden thans



voorbereidingen getroffen voor het maken van de koppen of eindstukken aan de rompen; de produktie daarvan begint januari 1984.

De betonnen landhoofdningen voor de zes landhoofden in de sluitgaten zijn gereed, en gedeeltelijk al afgevoerd naar

de plaats van bestemming. De produktie van verkeerskokers loopt op schema. In eerste instantie worden de helften apart gemaakt en vervolgens samengebouwd tot één koker. Het maken van de hamerstukken is gestart.

De fabricage van schuiven,

bewegingswerken en elektrische installaties is thans in volle gang en verloopt volgens schema. Assemblage van de drie hoofdonderdelen van de schuiven vindt pas plaats nadat door meting in het sluitgat precies bekend is welke maat gerealiseerd moet

worden. Van de hydraulische cilinders werden de eerste exemplaren al grotendeels geassembleerd.

Na de succesvolle beproeving van het eerste hydraulische aggregaat is de serie-fabricage van deze aggregaten en de inbouw in containers op gang gekomen. Een tweetal laadplatforms werd besteld, met behulp waarvan de containers in de verkeerskokers kunnen worden gebracht voordat die naar de kering worden vervoerd.

Een studie naar de gevoeligheid van de installatie op het gebied van besturing en bewaking heeft aangetoond dat bescherming tegen blikseminslag noodzakelijk is. De kans hierop is zeer reëel. In voorbereiding zijn maatregelen om de gevolgen hiervan tot een minimum te beperken. De fabricage van de procescomputers voor de besturing en bewaking van de individuele schuifbewegingswerken is thans eveneens in volle gang. Ze zuilen worden ingebouwd in de containers die in de verkeerskoker worden opgesteld.

De meetsystemen van het bijzonder materieel hebben in de praktijk bewezen nauwkeurig te werken. De funderingsmatten liggen zeer vlak, en de pijlers staan ruim binnen de gewenste grenzen. Ook de 'Sepia', de mattenponton van het grindwiepenmattenbedrijf, blijkt te beschikken over een deugdelijk systeem. Dat de grindwiepenmatten goed liggen is geconstateerd door het onderwatervoertuig 'Portúnus'. Een daarop geïnstalleerde profielopnemer heeft op een groot aantal plaatsen nauwkeurig de ligging van de matten ten opzichte van de bovenmatten in kaart gebracht. De systemen van de steenstorters 'Libra' en 'Ham I' zijn operationeel. Deze schepen werken met het

'Artemis'-plaatsbepalingssysteem. De controle van het gemaakte werk heeft tot nu toe plaats gevonden met behulp van gewone peilvaartuigen, geassisteerd door sonar en duikers. Met ingang van januari 1984 zal het speciaal voor de drempel ontwikkelde peilsysteem op de 'Scholekster' deze taak overnemen.

Het opschoonvaartuig 'Dragon Fly', de verdichtingsponton 'Manus' en de toplaagstorter 'Trias', alle drempelvaartuigen, worden voorzien van eenvoudige meetsystemen. Hun operationele beproeving is nagenoeg afgerond. De ontwikkeling van systemen voor inmeting en plaatsing van elementen zoals dorpelbalken, bovenbalken en schuiven is in volle gang.

De sterke groei van de vraag naar zowel inspecties als werkzaamheden onder water heeft geleid tot oprichting van een Onderwater Activiteiten Groep. Hierin werken de duikbedrijven, de aannemer en de Rijkswaterstaat samen. Eind 1983 werd ook een duikmedische begeleidingsgroep gevormd. Naast het verzorgen van een aantal duikmedische cursussen voor de duikers wordt aandacht besteed aan het opstellen van voorschriften en het geven van richtlijnen voor het werken in de Oosterschelde, aangezien de wetgeving op dit gebied te kort schiet.

Voor het controleren van de ruimtes onder de pijlers op slib en aangroei wordt een zogenaamde inspectiemuis ontwikkeld, de 'Trigla'. De werkzaamheden zijn nagenoeg afgerond.

Fotoverantwoording

Aero Camera 406, 455

Rijkswaterstaat 410, 418, 420, 426, 427, 429,
430, 435, 438

Jack van Bodegom 417

Wim Riemens 423, 437, 453

Van der Kloet 428

Jaap Wolterbeek 433

