

Werkdocument

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ

Aan
Projectgroep DELRAP, Henk Smit,
Jos de Jong, Nelie Houtekamer,
Natuur en Recreatieschap de Gre-
velingen

Van	Doorkiesnummer
Jaap Consemulder	(0118) 672296
Datum	Bijlage(n)
29 maart 1996	2
Nummer	Project
RIKZ/AB-96.807X	DELHOC
Onderwerp	
Oeverontwikkelingen Grevelingenmeer periode 1980-1995	

Bijlage 1: overzichtskaart

Bijlage 2: tabellen

0. Samenvatting

Ten behoeve van de evaluatie van de ontwikkelingen in het Grevelingenmeer is onderzocht welke oeverontwikkelingen hebben plaatsgevonden in de periode 1980-1995. In dit kader is nagegaan in hoeverre een verplaatsing heeft plaatsgevonden van de lijn van NAP -0,20 m (dat wil zeggen de scheiding tussen land en water; het peil van het meer is namelijk NAP -0,20 m) en van NAP -2,00 m (de aangehouden scheiding tussen ondiep water en diep water).

De oevers van de onderzochte gebieden zijn niet tot het einde van de evaluatie-periode gemeten. De hierna geschetste ontwikkelingen van de oevers zijn daardoor het resultaat van een extrapolatie van gesignaleerde trends tot en met 1995. Een deel van de gemeten gegevens is momenteel niet geschikt voor een dergelijke extrapolatie. Dit wordt meestal veroorzaakt doordat te weinig metingen beschikbaar zijn of omdat de laatste opname te lang geleden is verricht.

Uit een vergelijking met een eerder verrichte analyse voor de periode 1980-1990 blijkt, dat de resultaten van extrapolaties met voorzichtigheid moeten worden beoordeeld. Een plotselinge omslag van de trend kan aanzienlijke verschillen tot gevolg hebben ten aanzien van geprognosticeerde ontwikkelingen, vooral als het zeer vlakke oevers betreft. Een verhoging of verlaging van enkele cm's kan betekenen dat een dieptelijn tientallen meters in horizontale richting wordt verplaatst. Over de veelal aangehouden lengte tussen de dwarsprofielen van 500 m, levert dit verschillen in de oppervlakte van enkele hectaren op.

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon (0118) 67 22 00
Telefax (0118) 61 65 00

In 1971 is het bekken stagnant geworden. Uit het hierna volgende overzicht kan worden geconcludeerd dat de effecten hiervan op de morfologie nog steeds voortgaan. Er vindt nog steeds erosie op de waterlijn plaats. Soms wordt deze erosie gecompenseerd door een sedimentatie. Dit betreft vooral een deel van de Slikken van Flakkee, waar een onverwachte, aanzienlijke sedimentatie is opgetreden. Deze sedimentatie neemt toe. In een stagnant bekken moet ervan worden uitgegaan dat een dergelijke sedimentatie niet structureel is, zodat aangenomen moet worden, dat in een (veel) later stadium een omslag naar erosie zal plaatsvinden.

Het resultaat van de analyses per type oever in de perioden 1980-1990 en 1990-1995 is:

type oever	oever- lengte	beoor- deelde lengte	afname droog gebied	toename ondiep gebied	gemiddelde jaarlijkse verplaatsingslijn t.o.v. startdatum NAP -0,20 m NAP -2	
m	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m)	(m)
10 jaar, periode 1980-1990						
onverdedigd	23.890	21.050	186.200		-0,88	
	25.890	10.490		146.250		0,51
directe verdediging	5.790	3.050	12.750		-0,42	
	5.790	1.420		7.200		0,09
indirecte verdediging	16.230	11.800	227.850		-1,93	
	17.930	12.200		189.950		-0,37
dir.+ indir. verdediging	11.580	11.280	13.550		-0,12	
	13.330	6.980		20.950		0,18
TOTAAL (gemeten in 10 jaar)			440.350	364.350		
Indien de totale oeverlengte in het bekken wordt beschouwd en daarbij het uitgangspunt wordt gehanteerd dat de gemiddelde jaarlijkse erosie van de beoordeelde oevers óók geldt voor de niet beoordeelde oevers van hetzelfde oevertype, dan is:						
de jaarlijkse afname droog gebied: 6,06 ha						
de jaarlijkse toename ondiep gebied: 8,49 ha						
5 jaar, periode 1990-1995						
onverdedigd	18.390	13.150	31.450		-0,48	
	21.540	6.250		41.050		0,84
directe verdediging	10.390	6.350	11.400		-0,24	
	9.990	2.550		2.800		-0,02
indirecte verdediging	14.130	10.050	48.850		-0,97	
	14.130	8.150		42.400		0,07
dir.+ indir. verdediging	16.780	11.250	7.250		-0,13	
	16.780	5.050		13.600		0,31
TOTAAL (gemeten in vijf jaar)			98.950	99.850		
Indien de totale oeverlengte in het bekken wordt beschouwd en daarbij het uitgangspunt wordt gehanteerd dat de gemiddelde jaarlijkse erosie van de beoordeelde oevers óók geldt voor de niet beoordeelde oevers van hetzelfde oevertype, dan is:						
de jaarlijkse afname droog gebied: 2,71 ha						
de jaarlijkse toename ondiep gebied: 5,42 ha						

De laatste jaren is de afname van het droge gebied circa 2,7 ha per jaar. Dit is met inbegrip van een toename van het niet verdedigde deel

van de Slikken van Flakkee; dit gebied wordt per jaar met 1,2 ha uitgebreid.

De gesignaleerde afname van het droge gebied is in de periode 1990-1995 gedaald tot ongeveer de helft van de afname in de periode 1980-1990. Indien de opgetreden sedimentatie ter plaatse van de Slikken van Flakkee niet wordt meegerekend, dan is deze daling ongeveer 1/4 van de afname in de periode 1980-1990.

1. Inleiding

In het kader van de evaluatie van het Grevelingenmeer worden onder andere de ontwikkelingen van de oevers nader beschouwd.

In dit werkdocument wordt ingegaan op de oeverontwikkelingen die hebben plaatsgevonden in de periode van 1 januari 1980 tot en met 31 december 1995.

Karakteristiek voor de oeverontwikkelingen zijn de wijzigingen in de oppervlakte droog gebied, ondiep water en diep water. Voor deze rapportage is aangehouden dat het droge oppervlak boven het streefpeil van NAP -0,20 m ligt en het ondiepe gebied in de zone tussen NAP -0,20 m en NAP -2,00 m. De diepe zone ligt beneden NAP -2,00 m. Deze laatste zone is verder buiten beschouwing gelaten omdat men de veranderingen van deze oppervlakte niet van belang acht.

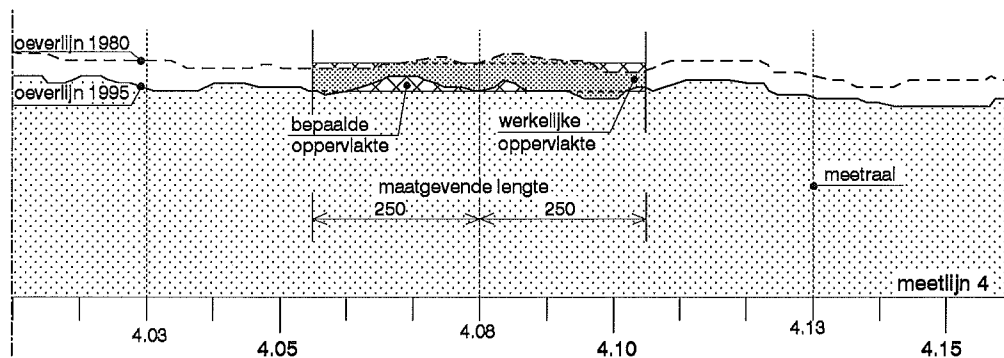
2. Aanpak

Langs de belangrijkste oevers in het Grevelingenmeer liggen circa 55 meetlijnen. Elke meetlijn is per honderd meter vastgelegd door raaipalen. Ter plaatse van deze palen worden dwarsprofielen gemeten. Er bestaan in het bekken ruim 1250 plaatsen waar vanaf 1972 de dwarsprofielen minstens eenmaal zijn gemeten.

Voor het uitwerken van de metingen van de oevers is in januari 1991 een selectie van representatieve dwarsprofielen gemaakt. Meestal is uitgegaan van één dwarsprofiel per 500 m. Destijds zijn 120 representatieve profielen geselecteerd. Deze profielen zijn ook voor deze evaluatie aangehouden.

Met behulp van het computerprogramma ZEEKOE is de verplaatsing van de dieptelijnen van NAP -0,20 m en NAP -2,00 m grafisch weergegeven. De onderzochte gebieden zijn vanzelfsprekend niet tot het einde van de evaluatie-periode gemeten, zodat de lijnen die verplaatsingen aangeven, geëxtrapolerd zijn tot en met 31 december 1995. Bij het extrapoleren is rekening gehouden met de resultaten van een onderzoek in 1988 van de Technische Universiteit Delft. Hierin zijn onder andere de oeverontwikkelingen in het Grevelingenmeer beschouwd. Uit dit onderzoek blijkt, dat de jaarlijkse verplaatsing van de waterlijn in het algemeen een parabolische kromme vertoont.

Per geselecteerd dwarsprofiel zijn voor de perioden 1980-1990 en 1990-1995 de wijzigingen van de positie van de beide dieptelijnen bepaald. Dit levert de (deels geprognostiseerde) verplaatsing op van de desbetreffende dieptelijnen in het dwarsprofiel. Door deze verplaatsing te vermenigvuldigen met de voor dat dwarsprofiel maatgevende oeverlengte (veelal 500 m) ontstaat de wijziging in oppervlakte. Uit de schets (figuur 1) blijkt, dat de dieptelijnen in de verschillende jaren niet evenwijdig lopen. De hier aangegeven aanpak is daarom een benadering van de werkelijke wijziging van de oppervlakte.



Figuur 1. Bepalen oppervlakte verplaatsing waterlijn

De verandering van de oppervlakte droog gebied wordt uitsluitend veroorzaakt door de verplaatsing van de lijn van NAP -0,20 m (de gemiddelde waterlijn). De verandering van de oppervlakte ondiep gebied wordt samengesteld uit de verplaatsing van twee verschillende dieptelijnen, enerzijds de verplaatsing van de dieptelijn van NAP -0,20 m en anderzijds de verplaatsing van de lijn van NAP -2,00 m. Als één van de lijnen niet bekend is, is het niet mogelijk de verandering van de oppervlakte ondiep gebied te berekenen. De aldus geproduceerde wijzigingen in oppervlakten geven een indruk van de veranderingen die zich in het gebied hebben voltrokken.

3. Nauwkeurigheid

Vanaf 1972 zijn de dwarsprofielen gemeten. In het algemeen geschiedde dit frequent doch niet jaarlijks.

De ontwikkelingen van de oevers behoeven nu minder vaak te worden gevolgd dan vlak na de afsluiting van het bekken. De veranderingen worden immers steeds kleiner. Om deze reden heeft de directie Zeeland overwogen het meetprogramma in het Grevelingenbekken geheel te beëindigen. De afspraak is gemaakt dat alleen de representatieve profielen in de verschillende gebieden voorlopig nog regelmatig worden gemeten. De frequentie van de soms jaarlijks verrichte metingen is eveneens aanzienlijk verlaagd. Dit alles heeft geleid tot een aanzienlijke reductie van de meetinspanning in het Grevelingenmeer.

Het blijft hierdoor voorlopig mogelijk, met een weliswaar kleinere nauwkeurigheid dan vroeger, om de ontwikkelingen te analyseren en te vergelijken met vroegere perioden.

Het gehele bekken wordt niet gelijktijdig gemeten. Dit levert problemen op bij de uitwerking. Zo blijkt, dat in sommige gebieden na 1971 een aantal jaren achtereen jaarlijks is gemeten, gevolgd door een aantal jaren waarin niet of nauwelijks is gemeten.

Ter plaatse van de meeste voormalige platen, zijn de laatste lodingen meer dan vijf jaar geleden verricht. Soms komt het voor dat een hiaat in de meting aanwezig is, omdat de op de oever uitgevoerde meting niet aansluit op de loding die vanaf het water is verricht.

In enkele gebieden is het aantal metingen minimaal: drie metingen vanaf 1972.

Eén en ander heeft tot gevolg dat het niet zonder meer mogelijk is alle gegevens op een verantwoorde wijze te extrapoleren teneinde een resultaat tot en met 31 december 1995 te verkrijgen.

Dit betekent, dat het weergeven van de ontwikkelingen niet altijd even nauwkeurig kan geschieden. Soms is het zelfs niet verantwoord een schatting te geven.

Op grond van het voorgaande is in de tabellen (bijlagen 2 en 2a) aangegeven of het schatten van een verplaatsing geheel onmogelijk is of dat een prognose onnauwkeurig is. In het laatste geval moet de vermelde verplaatsing worden beschouwd als "the best professional judgement".

Totaalbeeld gehele bekken

De oevers zijn volgens bijlage 1 gesplitst in vier typen: onverdedigde oevers, oevers met een directe verdediging, oevers met een indirecte verdediging en oevers met zowel een indirecte als een directe verdediging.

Er bestaan enkele oevers waar geen metingen zijn verricht.

Teneinde een beeld te verkrijgen van het gehele bekken, is de gemiddelde verplaatsing van een oevertype gebruikt als indicatie voor de niet gemeten gebieden van hetzelfde oevertype. Hiermee wordt het eindresultaat minder nauwkeurig omdat een gemiddeld resultaat van gemeten gebieden gebruikt wordt als norm voor de niet gemeten gebieden. Zo wordt echter wel een totaalbeeld verkregen van het gehele gebied. Het is niet mogelijk dit totaalbeeld op een betere wijze te bepalen.

4. Resultaten

Er is ruim 60 km oeverlengte beschouwd. De oevers zijn gesplitst in vier typen (onverdedigd, direct verdedigd, indirect verdedigd en indirect + direct verdedigd). Soms zijn gedurende deze evaluatieperiode nieuwe verdedigingen aangebracht, waardoor deze oever in één periode bij twee verschillende oevertypen behoorde. In dat geval is de oever ondergebracht bij het type waarbij de oever behoorde vlak voor de einddatum van de evaluatieperiode. Ten gevolge van dit uitgangspunt is het mogelijk dat bij oevers die van een stabiele directe verdediging zijn voorzien, toch een terugwijking van de waterlijn heeft plaatsgevonden. Het betreft dan veelal opgetreden erosie in de periode vóór de aanleg van de directe verdediging.

Ter plaatse van het Strand Grevelingendam zijn langs de waterlijn over een grote zone, werkzaamheden verricht. Er is onder andere een gebied voor plankzeilen gecreëerd. Voorts zijn oeververdedigingen aangepast en ligweides aangelegd op plaatsen tussen de (vroegere) vooroever verdediging en de oever. Het verwerken van de ontwikkelingen op het niveau boven de waterlijn is daarom niet reëel. Voor dit gebied is dan ook alleen de verplaatsing van de lijn van NAP -2,00 m in beschouwing genomen.

Het resultaat van de analyse is vermeld in bijlage 2 (periode 1980-1990) en bijlage 2a (periode 1990-1995). Hierna worden de in de bijlage aangegeven resultaten van de evaluatie nader belicht.

**Onverdedigde oevers
(tabel 1 (1980-1990) en tabel 1a (1990-1995))**

In de meeste gevallen is de erosie de laatste vijf jaar kleiner geworden dan de periode daarvoor. De achteruitgang van de oeverlijn bedraagt momenteel ongeveer 0,5 m tot 3 m per jaar. Een uitzondering op deze regel vormt de Slikken van Flakkee, waar een toenemende vooruitgang van de oeverzone (1980-1990: 0,15 ha per jaar; 1990-1995: 0,6 ha per jaar) overheerst. In dit gebied komen grote verschillen voor. Enerzijds is een jaarlijkse achteruitgang van 10 m geconstateerd, anderzijds een jaarlijkse vooruitgang van 21 m. Deze grote verschillen ontstaan mede omdat de oever hier zeer vlak is. Een geringe aan- of afvoer van sediment kan zo leiden tot relatief aanzienlijke verschillen. Over de verplaatsing van de dieptelijn van NAP -2,00 m kan over de laatste vijf jaar door een gebrek aan recente meetgegevens, weinig worden gezegd. De verplaatsing in de periode 1980-1990 verschilt per raai en bedroeg ongeveer 10% van de verplaatsing van de waterlijn, maar dan in tegengestelde richting.

Opmerking

De in grote zones optredende sedimentatie langs de waterlijn op de Slikken van Flakkee is uitzonderlijk, omdat het hier een onverdedigde oever betreft. Deze sedimentatie is op een aantal plaatsen nog opmerkelijker omdat dit nu plaatsvindt in een oorspronkelijk eroderende omgeving, waardoor het lijkt of een trendbreuk is opgetreden. Een visuele waarneming bevestigt de voortgang van dit opmerkelijke proces. Op sommige plekken kan uit de metingen een dieper wordende vooroever worden afgeleid. Dit geeft richting aan een in aantocht zijnde erosie; daartegenover wordt op sommige plaatsen de vooroever echter ondieper, hetgeen juist op een continuering van de sedimentatie duidt. Naar verwachting zal hier uiteindelijk toch een omslag naar erosie plaatsvinden. Over de termijn waarop dit zal plaatsvinden is in dit stadium niets te zeggen.

Oorzaak sedimentatie

De oorzaak van de onverwachte sedimentatie bij de Slikken van Flakkee kan door de hiaten in de metingen en door het huidige, beperkte meetprogramma, niet worden vastgesteld. Voorts vergt een diepergaand onderzoek veel tijd.

Hierna worden enkele suggesties gegeven voor de mogelijke oorzaak van deze sedimentatie.

Ter plaatse van de Slikken van Flakkee is de bodem onder water zeer vlak. Flauwe bodemhellingen over grote afstanden hebben in dit groot-schalige gebied toch hoogteverschillen van enkele decimeters tot gevolg. De waterlijn verloopt nogal ongelijkmatig, omdat een geringe afwijkende bodemhoogte soms een inscharing en dan weer een uitbouw van

de oever oplevert over enkele honderden meters. Ook zijn eilandjes en (verplaatsende) schelpen-ruggen aanwezig, die lokaal zorgen voor beschutting van oeverzones.

Golven en de door golven en wind geïnduceerde stroming veroorzaken sedimenttransport. Een ingeschaarde oever wordt minder zwaar door de golven aangevallen dan een uitstekende oever of eilandjes. De golfwerking zorgt voor een herverdeling van sediment. Het losgewerkte sediment wordt van de ondiepe delen getransporteerd naar diepere delen en/of van bolle gebieden naar holle gebieden en/of vanwege de overheersende windrichting, van het westen naar oosten. Deze fenomenen veroorzaken een vlakker wordende waterlijn en een vlakker wordende oppervlakte onder water.

De metingen zijn op een situatietekening uitgezet. Ondanks het beperkte aantal gegevens is deze herverdeling van het sediment toch duidelijk zichtbaar: de diepere delen worden opgevuld en de hogere delen worden geëgaliseerd.

Hypothese

Naar aanleiding van de hiervoor beschreven ontwikkelingen kunnen hypothesen worden opgesteld omtrent de oorzaak van deze onverwachte sedimentatie. Het betreft zowel plaatselijke als voor het gehele gebied geldende mogelijkheden.

- egaler worden van de waterlijn; ten gevolge van sedimenttransport worden inscharingen opgevuld (echter, de sedimentatie vindt ook plaats als er geen inscharing aanwezig is);
- sedimenttoevoer vanaf het westen (echter, ook in het noordwesten treedt sedimentatie op);
- meetfouten in de voorlaatste meting (echter, ook visueel is een optredende sedimentatie geconstateerd);
- herverdeling van sediment, waarbij de aanvoer van sediment in het zeer ondiepe gedeelte vooralsnog overheerst (echter, op enkele plaatsen trad hiervoor erosie op);
- aanwezigheid van een evenwichtssituatie, waarbij de erosie wordt afgewisseld door sedimentatie, dit afhankelijk van seizoensinvloeden en jaarlijkse effecten (echter, bijna alle jaren vonden de metingen plaats in het najaar);
- specifieke golfbelasting (echter, waarom zou deze anders zijn dan vroeger?);
- verandering van het windklimaat in een bepaald seizoen (echter, zouden de verschillen in de bodemligging dan zo groot zijn?).

Oevers met een directe verdediging

(tabel 2 (1980-1990) en tabel 2a (1990-1995))

De oeverlijnen, met uitzondering van die langs de noordzijde van de Hompelvoet en de Veermansplaat, zijn stabiel. De erosie op de Hompelvoet is waarschijnlijk het gevolg van het deformerende van de verdediging. De erosie op de Veermansplaat is ongetwijfeld ontstaan in de periode voor de aanleg van de directe oeververdediging in het jaar 1992/1993.

De geringe vergroting van het ondiepe gebied is het gevolg van sedimenttransport van de vooroever naar de geul. Hoewel dit niet is onderzocht, moet ervan worden uitgegaan dat de vooroever vanaf de teen van de directe verdediging langzaam verdiept. Afhankelijk van het lokale golfklimaat kan dit er uiteindelijk toe leiden dat in de toekomst, plaatselijk, de dieptelijn van NAP -2,00 m zal worden overschreden. Dit betekent, dat een afname van de oppervlakte aan ondiep water kan ontstaan.

**Oevers met een indirecte verdediging
(tabel 3 (1980-1990) en tabel 3a (1990-1995))**

Op de waterlijn vindt nog steeds een aanzienlijke erosie plaats. De gemiddelde terugwijking neemt echter duidelijk af: van 1,9 m per jaar in de periode 1980-1990 tot circa 1 m per jaar in de periode 1990-1995.

De vergroting van de oppervlakte aan ondiep water wordt de laatste vijf jaar vooral veroorzaakt door de landwaartse verplaatsing van de waterlijn en niet door de verplaatsing van de lijn van NAP -2,00 m.

Langs de noordzijde van de Stampersplaat is de oppervlakte aan ondiep water verminderd. De laatste vijf jaar is de landwaartse verplaatsing van de dieptelijn van NAP -2,00 m in raai 25.13 ongeveer 3 m per jaar. In de onderzochte periode 1980-1995 is de lijn van NAP -2,00 m in de raaien 25.09 en 25.13 meer dan 20 m verplaatst in de richting van de indirecte verdediging. De teen van deze verdediging, die op ongeveer NAP -1,00 m is aangelegd, kan hierdoor op den duur worden aangetast. Als gevolg daarvan zal de stabiliteit van deze verdediging kritisch moeten worden gevolgd.

**Oevers met een directe en een indirecte verdediging
(tabel 4 (1980-1990) en tabel 4a (1990-1995))**

De directe verdediging bestaat vaak uit een summiere verdediging op de waterlijn. Een enkele maal komt het voor dat deze doorbreekt. Dit is kennelijk het geval geweest bij raai 16.04z op de Hompelvoet, waar in 15 jaar een terugwijking is gemeten van circa 24 m. De erosie in raai 4.48 (Slikken van Flakkee) is waarschijnlijk het gevolg van een meetfout; uit visuele inspectie blijkt daar geen erosie aanwezig te zijn. De secundaire verdediging op de Punt van Goeree bestaat uit een zeer dunne laag fijn grind. De erosie in raai 6.03 is dan ook niet abnormaal. De werkelijke erosie is hier groter, omdat de beheerder van het recreatiegebied zo nu en dan de oeverlijn herstelt. Hierbij is de secundaire verdediging grotendeels verloren gegaan.

Op de Plaat van Oude Tonge (Strand Grevelingendam) neemt de oppervlakte ondiep water af. Ter plaatse van raai 1.20 bedraagt de terugwijking ongeveer 1 m per jaar. Dit gebied is op het noordwesten georiënteerd. Door de grote strijklengte en de overheersende windrichting komen hier vaak hoge golven voor. Deze veroorzaken de verplaatsing van het sediment naar een zone beneden NAP -2,00 m.

Door het ontbreken van gegevens is het onduidelijk welke ontwikkelingen zich in de meeste ondiepe gebieden voltrekken.

5. Conclusies.

1. Doordat geen complete dataset beschikbaar is, is het niet mogelijk een aantal gebieden goed te analyseren. Dit betreft vooral de voormalige platen.
2. De snelheid van de verplaatsing van de oeverlijn (NAP -0,20 m) en de lijn van NAP -2,00 m neemt af; de oevers zijn nog niet in evenwicht.
3. In het algemeen kan worden gesteld dat in het gehele bekken de erosie van het droge gebied overheerst; daardoor neemt gelijktijdig de oppervlakte aan ondiep water toe.
4. Indien de totale oeverlengte in het bekken wordt beschouwd en daarbij het uitgangspunt wordt gehanteerd dat de gemiddelde jaarlijkse erosie van de beoordeelde oevers óók geldt voor de niet beoordeelde oevers van hetzelfde oevertype, dan is:
 - de erosie van het droge gebied in de periode 1990-1995 vermindert ten opzichte van de periode 1980-1990 van circa 6,1 ha per jaar tot circa 2,7 ha per jaar; echter, als de aanzandingen op de Slikken van Flakkee (totaal 1,2 ha per jaar) niet worden meegeteld, bedraagt de erosie nog ongeveer 3,9 ha per jaar.
 - de toename van het ondiepe gebied in de periode 1990-1995 vermindert ten opzichte van de periode 1980-1990 van circa 8,5 ha per jaar tot circa 5,4 ha per jaar.
5. In vlakke gebieden betekent een verhoging of verlaging van enkele centimeters respectievelijk een winst of verlies van een grote oppervlakte. Zo is het niet beschermde droge gebied in het noordelijke deel van de Slikken van Flakkee de laatste vijf jaar met circa 12 ha uitgebreid; elders in dit gebied ging circa 6 ha verloren.
6. Vanaf 1980 is, als rekening wordt gehouden met de totale oeverlengte, ongeveer 75 ha boven water liggend gebied in het water verdwenen.
7. Ten opzichte van de periode 1980-1990 is de laatste vijf jaar een toename van de jaarlijkse oeverachteruitgang geconstateerd ter plaatse van enkele indirect verdedigde en onverdedigde oevers, te weten enkele dwarsprofielen op de Slikken van Flakkee, Preekhilpolder, Dwars in den Weg en Slikken van Bommene. Het is mogelijk dat de toename van de achteruitgang ter plaatse van de Preekhilpolder berust op een meetfout.
8. Lokaal is op enkele van de op het noordwesten georiënteerde oevers (Plaat van Oude Tonge, Stampersplaat) een achteruitgang van de ondiepe vooroever zichtbaar. Dit veroorzaakt daar een verkleining van het areaal ondiep water.

6. Aanbevelingen

De gesignaleerde sedimentatie ter plaatse van de onverdedigde oever van de Slikken van Flakkee is exceptioneel en vereist daarom een nader onderzoek.

Teneinde te kunnen nagaan wat zich hier precies afspeelt, wordt het volgende aanbevolen:

1. Bepalen van de huidige ligging van het gebied door dit volledig in te meten tussen NAP en NAP -5 m.
2. Diepgaand te onderzoeken welke omstandigheden ter plaatse van de Slikken hebben geleid tot de gesignaleerde ontwikkeling alsmede na te gaan waarom deze ontwikkeling zich elders niet voordoet.
3. Prognotiseren welke ontwikkelingen zich zullen voordoen tot het bereiken van een eindsituatie.

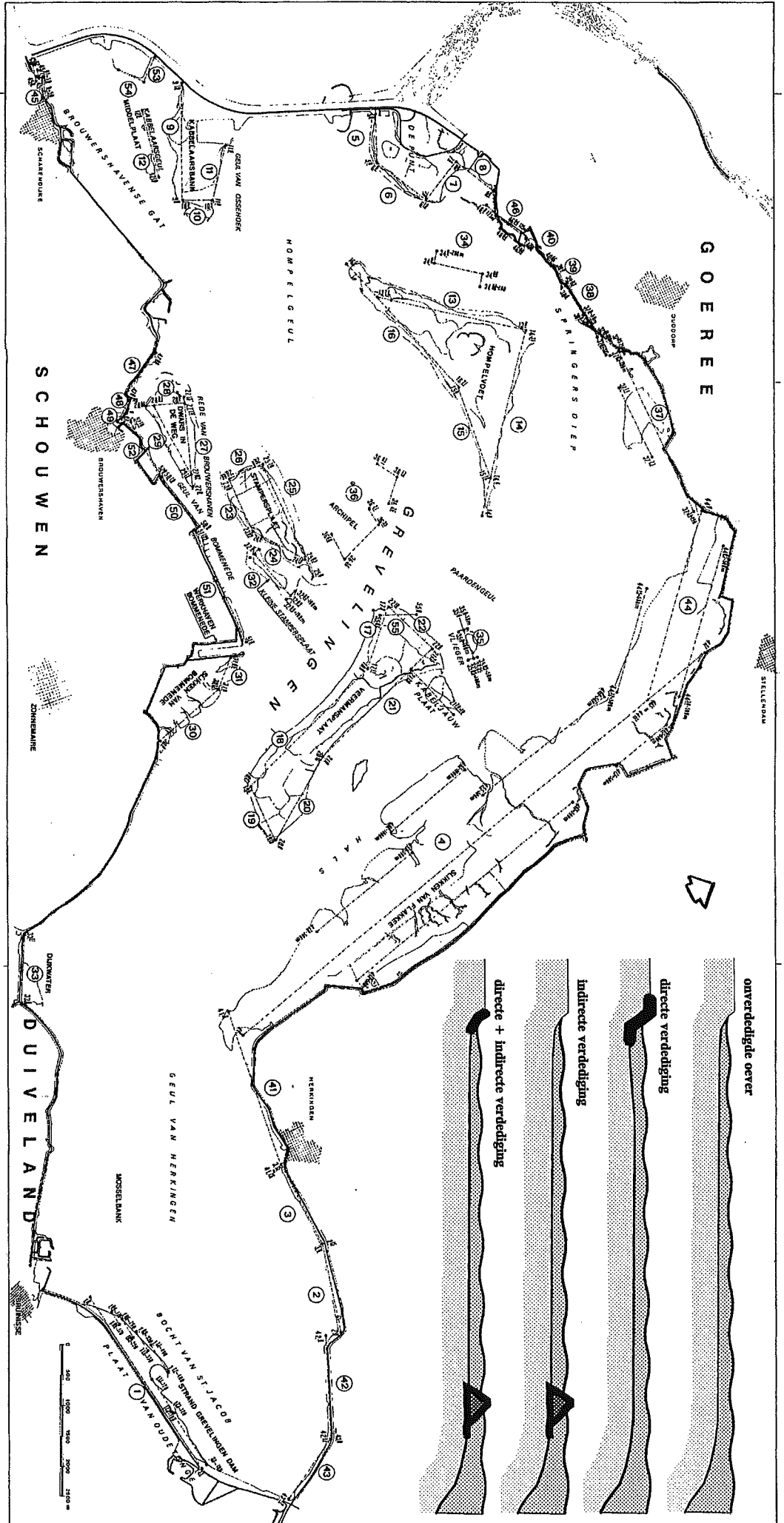
De resultaten van het aanbevolen onderzoek zullen bijdragen tot een beter begrip van morfologische ontwikkelingen in de afgesloten zeearmen. Het resultaat kan worden gebruikt voor het beter prognotiseren van de morfologische ontwikkelingen in andere min of meer stagnante watersystemen, zoals het Krammer-Volkerak.

7. Literatuur

Consemulder, J., januari 1991. Oeverontwikkelingen Grevelingenmeer periode 1-1-1980 tot 1-1-1990. Notitie DGW GWWS-91.13021.

Leeuwestein, W. en P. Schoot, januari 1988. Evaluatie oevers Grevelingenmeer, Deelproject 1B van het project oevererosie. Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft.

Leeuwestein, W. en P. Schoot, januari 1988. Evaluatie oevers, Eindrapportage van het project oevererosie. Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft.



onverdedigde oever

directe verdediging

indirecte verdediging

directe + indirecte verdediging

Lokatie	raai nr.	maatg. lengte (m)	verpl. NAP-0.20 (m)	verpl. NAP-2.0 (m)	wijziging droog (m2)	oppervlakte ondiep (m2)
---------	-------------	-------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------------

TABEL 1: ONVERDEDIGDE OEVERS

SL. V. FLAKKEE	4.03	550		1)		
	4.08	500	-28		-11	-14000 8500
	4.13	500	-46		-11	-23000 17500
	4.18	450	-46		0	-20700 20700
	4.60	750	-34		4	-25500 28500
	4.65	500	0		10	0 5000
	4.70	500	75		7	37500 -34000
	4.75	500	-2		1)	-1000
	4.80	500	-11		1)	-5500
	44.27	500	-17		1)	-8500
	44.22	500	33		1)	16500
	44.17	500	13		1)	6500
	44.12	500	23		1)	11500
	44.07	500	80		1)	40000
	44.02	450	4		1)	1800
	subtotaal					15600 46200
PREEKHIL POLDER	8.05	800	13		1)	10400
MIDDELPLAAT	12.02	400		3)	1)	
	12.06	600		3)	1)	
HOMPELVOET	14.11	550	-16	2)	1)	-8800
	14.26	350	-5	2)	1)	-1750
	14.28	300	-11		1)	-3300
VEERMANSPLAAT	17.07	400	1		4 2)	400 1200
	17.09	300	-1	2)	5 2)	-300 1800
	18.03	400	-40	2)	3 2)	-16000 17200
	18.08	500	-36	2)	4 2)	-18000 20000
	18.13	500	-8	2)	5 2)	-4000 6500
	18.18	500	-3	2)	9 2)	-1500 6000
	18.23	650	-40	2)	1 2)	-26000 26650
	19.03	500	8	2)	2 2)	4000 -3000
	19.07	500	-41	2)	1)	-20500
	20.03	550	-19	2)	1)	-10450
	20.08	400	-10	2)	1)	-4000
	20.13	650		1)	1)	
	21.03	550	-26	2)	1)	-14300
	21.08	500	-19	2)	1)	-9500
	21.13	450	-16	2)	1)	-7200
	21.17	400	-21	2)	1)	-8400
	O2120.02	400	-23	2)	3)	-9200 9200
	O2120.06	250	-20		3)	-5000 5000
STAMPERSPLAAT	24.02	450	-4		7	-1800 4950
	24.07	550	-2		3	-1100 2750
DIJKWATER	33.02	600	-20	2)	-17	-12000 1800
	33.07	200		3)	-14	-2800
	33.09	300		3)	-39	-11700
VLEIEGER (O en W)	35.03	500		3)	29	14500
OUDD STELDAM	37.05	900	-35		1)	-31500
	37.25	500	-5		1)	-2500
	37.30	500	1		1)	500
BROUWERS CAMP	52.03	440		1)	-1	
	52.08	500		1)	0	
	totaal					-186200 146250

TABEL 2: DIRECTE VERDEDIGING

PL. V. O. TONGE	1.02	500	0	12	0	6000
	1.17	270	5)	4		
DE PUNT	6.09	200	0	1)	0	
HOMPELVOET	13.03	200	0	1)	0	
	14.06	500	0	1)	0	
	14.16	250	-15 2)	1)	-3750	
	14.21	750	-12 2)	1)	-9000	
VEERMANSPLAAT	17.03	300	0	4 2)	0	1200
DWARS I/D WEG	29.12	350	0	0	0	0
		totaal			-12750	7200

TABEL 3: INDIRECTE VERDEDIGING

PL. V. O. TONGE	1.07	800	5)	3		
	1.11	550	5)	3		
	1.14	350	5)	4		
SL. V. FLAKKEE	4.23	550	-22	8	-12100	16500
	4.28	500	-47	5	-23500	26000
	4.33	500	-38	2	-19000	20000
	4.38	450	-53	-2	-23850	22950
DE PUNT	7.01	300	-10	1)	-3000	
KABELAARSBANK	10.02	500	-1	1)	-500	
	11.02	400	-10	1)	-4000	
	11.06	350	-4	1)	-1400	
HOMPELVOET	13.06	450	1)	1)		
	13.11	450	1)	1)		
	13.15	450	1)	1)		
	13.20	350	1)	1)		
VEERMANSPLAAT	W2120.02	400	-13 2)	0 2)	-5200	5200
	22.03	500	1)	1 2)		
	22.07	500	4 2)	16 2)	2000	6000
STAMPERSPLAAT	23.02	450	-3	4	-1350	3150
	23.07	450	0	1	0	450
	25.05	600	-8	15	-4800	13800
	25.09	400	0	-21	0	-8400
	25.13	400	-9	-13	-3600	-1600
	25.17	400	-12	-28	-4800	-6400
	26.03	600	-53	13	-31800	39600
DWARS I/D WEG	28.03	500	-10 2)	-2	-5000	4000
	29.02	600	-6 2)	0	-3600	3600
	29.08	650	1)	2		
SL. V BOMMENEDE	30.02	500	-22 2)	1	-11000	11500
	30.07	450	-15	1	-6750	7200
	30.11	300	-16	2	-4800	5400
	31.03	600	-33	2	-19800	21000
MARKENJE	37.15	600	-35 4)	1)	-21000	
	37.20	500	-38 4)	1)	-19000	
STR. W. REPART	45.01	200	1)	3		
		totaal			-227850	189950

TABEL 4: DIRECTE + INDIRECTE VERDEDIGING

PL. V. O. TONGE	1.20	350	5)	-5		
	1.25	500	5)	-4		
	1.28	450	5)	10		
SL. V. FLAKKEE	4.43	550	-1	-2	-550	-550
	4.48	500	-5	-1	-2500	2000
	4.53	450	5)	-3		
DE PUNT	5.04	800	0	1)	0	
	6.03	600	-5	1)	-3000	
HOMPELVOET	13.01	300	1)	1)		
	13.23	400	0 2)	1)	0	
	14.01	350	1 2)	1)	350	
	14.03	300	0 2)	1)	0	
	15.03	500	-1 2)	1)	-500	
	15.07	400	0 2)	1)	0	
	15.11	400	0 2)	1)	0	
	15.15	300	0 2)	1)	0	
	N16.04	400	0 2)	8 2)	0	3200
	Z16.04	500	-14 2)	12 2)	-7000	13000
	16.10	550	0 2)	1)	0	
	16.15	500	0 2)	1)	0	
	16.20	500	2 2)	1)	1000	
	16.25	450	-3 2)	1)	-1350	
VEERMANSPLAAT	W2120.06	600	0 2)	1 2)	0	600
DWARS I/D WEG	27.03	450	-1 2)	0	-450	450
	27.06	450	1 2)	2	450	450
	27.12	600	0 2)	3	0	1800
	totaal				-13550	20950

niet opgenomen gebieden:

ONVERDEDIGD	raai	lengte
BATTENOORD	nvt	400
DE PUNT	7.05	500
PUNT-BROUWERSDAM	nvt	150
OUDDORP	40	100
HAVEN BROUWERSHAVEN	52.1	200

DIRECTE VERDEDIGING

KABELAARSBANK	9	1370
KABELBNK-MIDDELPLAAT	nvt	1000
MIDDELPLAAT	12.09	100

INDIRECTE VERDEDIGING

KABELAARSBANK	9	1030
KABELAARSBANK	11.08	350

DIRECTE + INDIRECTE VERDEDIGING

KABELAARSBANK	9	1180
---------------	---	------

toelichting:

- 1) prognose is onmogelijk; geen recente meting aanwezig
- 2) prognose zeer onnauwkeurig door te weinig metingen
- 3) betreffende diepte komt niet (meer) voor
- 4) hiaat in de laatste meting, prognose onnauwkeurig
- 5) werkzaamheden verricht, ontwikkelingen onbruikbaar

Lokatie 1990-1995	raai nr.	maatg. lengte (m)	verpl. NAP-0.20 (m)	verpl. NAP-2.0 (m)	wijziging droog (m2)	oppervlak ondiep (m2)
----------------------	-------------	-------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------------

TABEL 1a: ONVERDEDIGDE OEVERS

SL. V. FLAKKEE	4.03	550		1)	1)		
	4.08	500	-14		-3	-7000	5500
	4.13	500	-12		-7	-6000	2500
	4.18	450	-14		2	-6300	7200
	4.60	750	-51		1	-38250	39000
	4.65	500	35		4	17500	-15500
	4.70	500	0		2	0	1000
	4.75	500	1		1)	500	
	4.80	500	-21		1)	-10500	
	44.27	500	-17		1)	-8500	
	44.22	500	50		1)	25000	
	44.17	500	26		1)	13000	
	44.12	500	44		1)	22000	
	44.07	500	106		1)	53000	
	44.02	450	13		1)	5850	
	subtotaal					60300	39400
PREEKHIL POLDER	8.05	800	-16		1)	-12800	
MIDDELPLAAT	12.02	400		3)	1)		
	12.06	600		3)	1)		
HOMPELVOET	14.11	550	-1	2)	1)	-550	
	14.26	350	-1	2)	1)	-350	
	14.28	300	-2	2)	1)	-600	
VEERMANSPLAAT	17.07	400	0	2)	0 2)	0	0
	17.09	300	0	2)	1 2)	0	300
	18.03	400		1)	0 2)		
	18.08	500		1)	1 2)		
	18.13	500		1)	0 2)		
	18.18	500		1)	1 2)		
	18.23	650		1)	0 2)		
	19.03	500	-1	2)	1 2)	-500	1000
	19.07	500	-14	2)	1)	-7000	
	20.03	550	-4	2)	1)	-2200	
	20.08	400	-3	2)	1)	-1200	
	02120.06	250	-5	2)	3)	-1250	1250
DIJKWATER	33.02	600	-4	2)	-5	-2400	-600
	33.07	200		3)	-8		-1600
	33.09	300		3)	-15		-4500
VIEGER (O en W	35.03	500		3)	11		5500
OUDD STELDAM	37.05	900		3)	1)		
	37.25	500		3)	1)		
	37.30	500	0		1)	0	
BROUWERS CAMP	52.03	440		1)	0		
	52.08	500		1)	1		
	totaal					31450	41050

TABEL 2a: DIRECTE VERDEDIGING

PL. V. O. TONGE	1.02	500	0	2	0	1000
	1.17	270	5)	2		
DE PUNT	6.09	200	0	1)	0	
HOMPELVOET	13.03	200	0	1)	0	
	14.06	500	0	1)	0	
	14.16	250	-3 2)	1)	-750	
	14.21	750	-1 2)	1)	-750	
VEERMANSPLAAT	17.03	300	0	0 2)	0	0
	20.13	650	1)	1)		
	21.03	550	-5 2)	1)	-2750	
	21.08	500	-3 2)	1)	-1500	
	21.13	450	-6 2)	1)	-2700	
	21.17	400	-4 2)	1)	-1600	
	02120.02	400	-7 2)	3)	-2800	2800
STAMPERSPLAAT	24.02	450	2	1	900	-450
	24.07	550	1	0	550	-550
DWARS I/D WEG	29.12	350	0 2)	0	0	0
	totaal				-11400	2800

TABEL 3a: INDIRECTE VERDEDIGING

PL. V. O. TONGE	1.07	800	5)	1		
	1.11	550	5)	1		
	1.14	350	5)	2		
SL. V. FLAKKEE	4.23	550	1	5	550	2200
	4.28	500	-11	3	-5500	7000
	4.33	500	-8	2	-4000	5000
	4.38	450	-11	0	-4950	4950
DE PUNT	7.01	300	-5	1)	-1500	
KABELAARSBANK	10.02	500	-2	1)	-1000	
VEERMANSPLAAT	22.03	500	1)	-1 2)		
	22.07	500	-1 2)	1 2)	-500	1000
STAMPERSPLAAT	23.02	450	-1	0	-450	450
	23.07	450	-1	1	-450	900
	25.09	400	0	0	0	0
	25.13	400	-2	-15	-800	-5200
	25.17	400	-1	-1	-400	0
	26.03	600	-7	4	-4200	6600
DWARS I/D WEG	28.03	500	-7 2)	8	-3500	7500
	29.02	600	-2 2)	-1	-1200	600
	29.08	650	1)	0		
SL. V BOMMENEDE	30.02	500	-15 2)	0	-7500	7500
	30.07	450	-3 2)	-1	-1350	900
	30.11	300	-4 2)	-2	-1200	600
	31.03	600	-6 2)	-2	-3600	2400
MARKENJE	37.15	600	-8 4)	1)	-4800	
	37.20	500	-5 4)	1)	-2500	
STR. W. REPART	45.01	200	1)	2		
	totaal				-48850	42400

TABEL 4a: DIRECTE + INDIRECTE VERDEDIGING

PL. V. O. TONGE	1.20	350	5)	-10		
	1.25	500	5)	0		
	1.28	450	5)	5		
SL. V. FLAKKEE	4.43	550	0	0	0	0
	4.48	500	-4	0	-2000	2000
	4.53	450	5)	-1		
DE PUNT	5.04	800	0	1)	0	
	6.03	600	-2 5)	1)		
KABELLAARS BANK	11.02	400	0	1)	0	
	11.06	350	12	1)	4200	
HOMPELVOET	13.01	300	1)	1)		
	13.06	450	1)	1)		
	13.11	450	1)	1)		
	13.15	450	1)	1)		
	13.20	350	1)	1)		
	13.23	400	-1 2)	1)	-400	
	14.01	350	-2 2)	1)	-700	
	14.03	300	-1 2)	1)	-300	
	15.03	500	0 2)	1)	0	
	15.07	400	-1 2)	1)	-400	
	15.11	400	0 2)	1)	0	
	15.15	300	0 2)	1)	0	
	N16.04	400	0 2)	1 2)	0	400
	Z16.04	500	-10 2)	0 2)	-5000	5000
	16.10	550	0 2)	1)	0	
	16.15	500	0 2)	1)	0	
	16.20	500	0 2)	1)	0	
	16.25	450	-1 2)	1)	-450	
VEERMANSPLAAT	W2120.06	600	0 2)	1 2)	0	600
	W2120.02	400	-7 2)	10 2)	-2800	6800
STAMPERSPLAAT	25.05	600	1	2	600	600
DWARS I/D WEG	27.03	450	0 2)	0	0	0
	27.06	450	0 2)	0	0	0
	27.12	600	0 2)	-3	0	-1800
		totaal			-7250	13600

niet opgenomen gebieden:

ONVERDEDIGD	raai	lengte
BATTENOORD	nvt	400
DE PUNT	7.05	500
OUDDORP	40	100
HAVEN BROUWERSHAVEN	52.1	200

DIRECTE VERDEDIGING

PUNT-BR.DAM	nvt	150
VEERMANSPLAAT	O2120.08	500
KABELLAARS BANK	9	1370
KABELBNK-MIDDELPLAAT	nvt	1000
MIDDELPLAAT	12.09	100

INDIRECTE VERDEDIGING

KABELLAARS BANK	9	1030
-----------------	---	------

DIRECTE + INDIRECTE VERDEDIGING

KABELLAARS BANK	9	1180
-----------------	---	------

toelichting:

- 1) prognose is onmogelijk; geen recente meting aanwezig
- 2) prognose zeer onnauwkeurig door te weinig metingen
- 3) betreffende diepte komt niet (meer) voor
- 4) hiaat in de laatste meting, prognose onnauwkeurig
- 5) werkzaamheden verricht, ontwikkelingen onbruikbaar