

Evaluatie van zeewaartse kustverdediging

Rapport: RIKZ-99.009

Auteur: Tj. van Heuvel

met medewerking van:

J.H.M. de Ruig (RIKZ)
A.W. Kraak (RIKZ)
H.D. Rakhorst (DNH)
A. Prakken (DNN)
R. Hillen (HKW)
P. Roelse (RIKZ)
C. Israël (RIKZ)
G.H. Snijders (RIKZ)

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
Samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Wijze van evalueren	7
3 Evaluatie Texel-Eierland	9
4 Evaluatie Noordoost-Vlieland	13
5 Evaluatie West-Ameland	17
6 Potentiële locaties voor zeewaartse kustverdediging	19
7 Conclusies	25
8 Geraadpleegde literatuur	27
Colofon	28
Lijst van figuren / foto's	

Samenvatting

Dit rapport bevat de evaluatie van een 3-tal zeewaartse projecten, die mede op advies van de POK's *) ter plaatse van Texel-Eierland, West-Ameland en Noordoost-Vlieland zijn gerealiseerd.

Nu, na bijna 5 jaar worden -per individuele oplossing- de eerste conclusies getrokken of het beoogde doel om in het kustvak de *kustlijnhandhaving te optimaliseren*, wordt bereikt. De conclusies zijn vervolgens vertaald naar conclusies en aanbevelingen op een generiek beleidsniveau.

De voorliggende evaluatie is aangekondigd in Kustbalans 1995, de tweede kustnota, onder actiepunten 5.

Eindconclusie met betrekking tot de "juistheid" van de keuze van de aangelegde constructies is nog niet helemaal te geven. De periode van 5 jaar is nog relatief kort in vergelijking met planperiode voor de constructies (25-50j).

De combinaties van "harde" constructies met een aanvullende zandsuppletie tijdens de aanleg leiden bij Texel en Vlieland tot reductie van de structurele erosie, maar een inschatting van de uitstraling naar de omgeving is op dit moment niet te geven.

Uit een analyse van potentiële locaties langs de Nederlandse kust blijkt dat er geen aanleiding is om op dit moment zeewaartse constructies aan te leggen. Mocht die behoefte in de toekomst toch ontstaan, dan is "maatwerk" een vereiste.

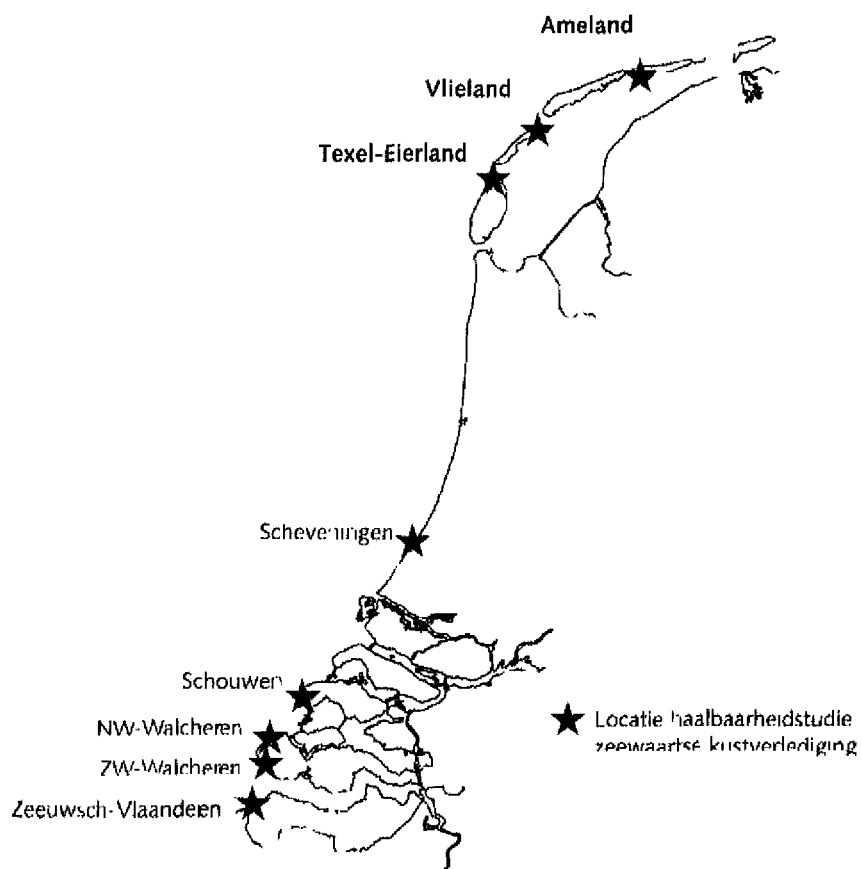
Belangrijke constatering is dat de resultaten van de evaluatie het geformuleerde beleid uit de nota "Kustbalans 1995" bevestigen.

Daarnaast zijn twee aanbevelingen geformuleerd:

Bij kustvakken die een cyclisch patroon van erosie en sedimentatie vertonen is "timing" van de aanleg van zeewaartse verdedigingen van belang (bijvoorbeeld Ameland). Dit vereist inzicht in de specifieke morfologische processen over lange tijdsperioden. Een gefaseerde aanleg van een zeewaartse kustverdediging is daarom aan te bevelen, zodat optimaal op ontwikkelingen kan worden ingespeeld.

Na de aanleg van een zeewaartse kustverdediging moeten specifieke aanvullende metingen inzicht geven of voorspelde ontwikkelingen (met rekenmodellen) ook werkelijk optreden. De resultaten dienen vervolgens ter verbetering van de rekenmodellen. De ontgrondingskuil bij dam Eierland was in 1993 niet nauwkeurig voorspeld. Het rekenmodel is inmiddels geoptimaliseerd met behulp van meetresultaten.

*) POK= Provinciaal Overlegorgaan voor de kust



1 Inleiding

Dit rapport betreft de evaluatie van zeewaartse projecten, zoals aangekondigd is in de nota Kustbalans 1995, de tweede kustnota [1], onder actiepoint 5:

" In 1999 zal de minister van Verkeer en Waterstaat, in overleg met de desbetreffende POK's *), de uitgevoerde "zeewaartse" projecten (Texel-Eierland, West-Ameland en Noordoost-Vlieland) evalueren".

Bovengenoemde projecten waren bij het uitbrengen van nota Kustbalans 1995 zojuist gereed gekomen, of nog in uitvoering. In het voorliggende evaluatierapport worden de werking, de effecten op de omgeving en de kosten van de zeewaartse kustverdedigings oplossingen geëvalueerd. De resultaten hiervan zijn afgezet tegen de belangrijkste beleids-analytische overwegingen en voorspellingen van vóór de aanleg. Nu, na bijna 5 jaar, worden de eerste conclusies getrokken of het beoogde doel, optimalisatie van de kustlijnhandhaving, wordt bereikt. En vervolgens wordt antwoord gegeven op de vraag of zeewaartse projecten aanleiding geven ze uit te breiden, of ze ook elders langs de kust toe te passen.

In de nota Kustbalans 1995 is aangetoond dat suppleren een effectieve en voordelige werkwijze is het beleid van Dynamisch Handhaven van de kustlijn. De meest gebruikte methoden zijn het suppleren van zand op het strand of onderwateroever. Gesteld werd dat: "een combinatie van hard en zacht mogelijk de meest efficiënte oplossing kan zijn, als steeds maar suppleren op lange termijn duurder is". Men spreekt dan van "rug tegen de muur" situaties, waarbij de aanleg van dammen uitkomst kan bieden.

Mede op advies van de POK's, zijn op 3 locaties dergelijk zeewaartse oplossingen gerealiseerd: Texel-Eierland, de westpunt van Ameland en de noordoosthoek van Vlieland. Steeds betreft het combinaties van een "zachte en harde" kustverdediging. Hierbij moet gedacht worden aan een zandsuppletie in combinatie met bijvoorbeeld een dam dwars op de kust of een vooroever bestorting.

De opbouw van het rapport is als volgt:

Na een inleiding en een algemene beschouwing over de wijze van evalueren (H 2) worden de drie zeewaartse verdedigingen individueel geëvalueerd (H 3,4,5), op basis van rapporten opgesteld door de betrokken Regionale Directies. In deze rapporten zijn de morfologische veranderingen en de effecten op ondermeer de ecologie na de aanleg uitvoerig beschreven en geanalyseerd. Vervolgens komen aan de orde de potentiële lokaties voor een zeewaartse verdediging, waar voorlopig niet voor een harde oplossing gekozen is (H6).

Tenslotte zijn de conclusies van de individuele oplossingen vertaald naar een generiek beleids nivo. Dit resulteert in een aantal conclusies en aanbevelingen voor het dynamisch handhaven van de Nederlandse kustlijn in de komende jaren (H 7).

*) POK = Provinciaal Overlegorgaan voor de Kust

2 Wijze van Evalueren

Omdat de 3 uitgevoerde zeewaartse projecten door de regionale directies in detail zijn beschreven in afzonderlijke rapporten, zal hier slechts op hoofdlijnen gekeken worden naar opgetreden ontwikkelingen.

Per locatie worden de volgende aspecten behandeld:

- De belangrijkste beleidsanalytische overwegingen die geleid hebben tot de aanleg
- De morfologische ontwikkelingen in het kustvak na de aanleg
- De effecten op de omgeving, zowel met betrekking tot morfologie als ecologie, beleving en lokale economie
- Een kosten/ baten analyse, met een verwachting voor de toekomst
- Conclusies

Belangrijke overwegingen om tot onderzoek naar de aanleg van een zeewaartse constructie over te gaan, is in alle gevallen de sterke kusterosie in combinatie met grote suppletieverliezen geweest. In de soms uitvoerige voorstudies is doorgaan met suppleren afgezet tegen alternatieven die een combinatie zijn van hard en zacht. Het gekozen alternatief werd als de meest efficiënte oplossing beschouwd, waarbij het geheel van aanleg- en vervolgcosten lager werd geraamd dan door gaan met suppleties. Omdat door de aanleg van een "hard" element de kustlijn verder zeewaarts komt te liggen, wordt gesproken van zeewaartse kustverdediging.

In de onderliggende rapporten [2,3] wordt uitvoerig ingegaan op de veranderingen van de kustlijnligging en de morfologie van de vooroever, na de aanleg van de constructie. Per locatie wordt samengevat wat er in de afgelopen 4-5 jaar is veranderd in het kuststelsel. Aangezien deze periode kort is in vergelijking tot de cyclische morfologische processen en de beoogde levensduur van de constructie, kan slechts een voorlopige inschatting gemaakt van de werking.

De aanleg van de zeewaartse verdediging om lokaal de kustlijnpositie te handhaven en de zandverliezen te beperken, kan morfologische effecten induceren in de naaste omgeving, ondermeer als gevolg van verschuivingen in stromingspatronen. Naast deze morfologische effecten zal ook de invloed op aspecten zoals ecologie, beleving en recreatie/ economie ter sprake komen. Deze aspecten zijn soms uitvoerig in de beleidsanalyses belicht, en hebben meegewogen in de keuze van het alternatief.

Een analyse met betrekking tot de kosten en baten gaat in op de effectiviteit van de constructie. Hierbij zijn de ramingen van vóór de aanleg, voor zover mogelijk, bijgesteld voor de werkelijk gemaakte kosten en een inschatting van de kosten van onderhoud en aanvullende suppleties in de naaste toekomst.

Per kustvak worden tenslotte enkele specifieke conclusies getrokken, die in het hoofdstuk conclusies en aanbevelingen vertaald zijn naar een generiek niveau.

3 Evaluatie Texel-Eierland

Overwegingen die geleid hebben tot de aanleg

Tot 1979 kende de kust van Eierland, het noordelijke kustvak van Texel tussen de Slufter en de vuurtoren (km 25.4 -30.8), een structurele erosie van gemiddeld ruim 500.000 m³ per jaar. Om deze structurele erosie te compenseren zijn na 1979 regelmatig suppleties uitgevoerd, waarbij het zand eerst uit het Robbengat en later uit de diepere delen van de Noordzee is gewonnen. Na 1990 blijkt het jaarlijkse verlies echter ca. 600.000 m³ te zijn.

De hoge suppletiekosten rechtvaardigde een uitgebreid onderzoek naar andere goedkopere kustverdedigings maatregelen. In deze studie "Kustverdediging Eierland" [4,5] zijn naast doorgaan met zand suppleren vier alternatieven uitgewerkt. Na een afweging heeft het POK zich uitgesproken voor de variant van een middellange dam loodrecht op de kust, iets ten zuiden van de vuurtoren (km 30.5). Overwegingen bij deze keuze waren het financiële voordeel op lange termijn, de flexibiliteit en de minst vergaande gevolgen voor morfologie, ecologie en lokale recreatie/ economie. De gevolgen voor de Eierlandse duinen, de Slufter en de Waddenzee werden als gering ingeschat.

De uitvoering van het werk startte in 1994 met een strandsuppletie van 2 miljoen m³, waarna in 1995 tussen begin april en juli de dam is aangelegd. De dam heeft een totale lengte van 800 m, en stak bij aanleg ongeveer 550 m in zee.

De morfologische ontwikkelingen na de aanleg

Om de veranderingen rond de constructie te kunnen volgen is een intensief monitoringsprogramma opgezet, waarbij in een gebied rondom de dam regelmatig gemeten is. Opmerkelijk na de aanleg was het ontstaan van een ontgrondingskuil aan de kop van de dam met een diepte van NAP - 18m. Een verdere verdieping is tegengegaan door een bestorting aan te brengen. Op grond van modelresultaten was een kuil van NAP -10 tot -13 m voorspeld. Het tempo en de mate van verdieping waren derhalve verrassend. Waarschijnlijk is hier door een combinatie van factoren sprake van een tijdelijke situatie. De kuildiepte is momenteel NAP -12 m.

Al direct na aanleg ontwikkelde zich een natuurlijke kustboog ten zuiden van de dam. Buiten de invloedssfeer van de dam (zuidelijk van km 29) vindt echter nog steeds erosie plaats. Uit een globale zandbalansberekening volgt dat in plaats van de ruim 600.000 m³/j zandverlies van voor de bouw van de dam, momenteel de verliezen ca. 400.000 m³/j zijn, een afname van ca. 30% derhalve. Dit is conform de voorspelling voorafgaand aan de aanleg. De verwachting is dat de erosie verder zal afnemen tot 320.000 m³/j in de komende 5 jaar, en daarna verder zal dalen tot ca. 120.000 m³/j over 20-25 jaar [2].

Effecten op de omgeving

Het gebied ten noorden van de dam tot de kop van Texel is sterk aangezand. Deze aanzanding was niet voorzien. Het Robbengat is verdiept, hetgeen op termijn tot problemen kan leiden wanneer de geul tegen de Bolwerken Eierland en Robbengat aanligt. De invloed van de dam op de zuidkust van Vlieland (Vliehors) is momenteel niet te onderscheiden van de natuurlijke ontwikkeling.

De effecten van de dam op de ecologie, recreatie en beleving zijn beperkt. In de duinen zijn geen effecten van de dam meetbaar (verdroging/ vernatting). Ten noorden van de dam is een zandplaat ontstaan die veel vogels trekt, met name in de winter. Op de strandvlakte ten zuiden van de dam vindt op bescheiden schaal primaire duinvorming plaats.

De dam en omgeving blijkt een extra "attractiepunt" op Texel te zijn.

Een kosten/ baten analyse

In 1993 is bij de bepaling van de kosten uitgegaan van een planperiode van 50 jaar en een levensduur van de constructie van 25-50 jaar. Bij de kostenvergelijking tussen de varianten is de "contante waarde methode" gebruikt, met een discontovoet van 5%.

Voor de nul-variant is geschat dat 25-30 miljoen m³ zand gesuppleerd moest worden, hetgeen 105-120 miljoen gulden kost. De gerealiseerde variant zou in totaal 55-70 miljoen gulden kosten, waarin meegenomen zijn de 9 miljoen m³ zand die geschat werd als vervolgsuppleties.

De initiële kosten voor de dam en de aanvullende suppletie bij aanleg werden geschat op respectievelijk 10 miljoen en 20 miljoen gulden. Echter door aanpassingen aan het ontwerp heeft de dam zelf 16 miljoen gekost en bedroegen de kosten voor een extra bestorting en zinkwerken aan de kop ca. 1 miljoen gulden.

Uit een recente analyse van de kustprofielen blijkt dat momenteel ca. 800.000 m³ meer gesuppleerd moet worden om in het kustvak te voldoen aan de norm van de basiskustlijn. De schatting van 9 miljoen m³ voor de nog resterende periode is gebaseerd op een continue afname van de structurele erosie tot 120.000 m³/j [2].

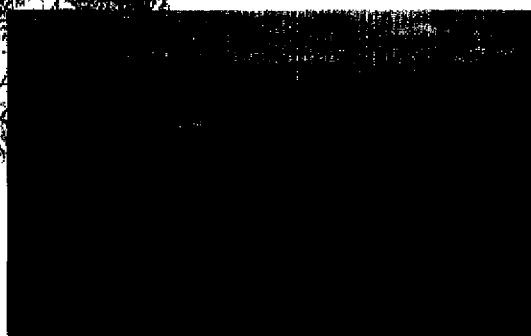
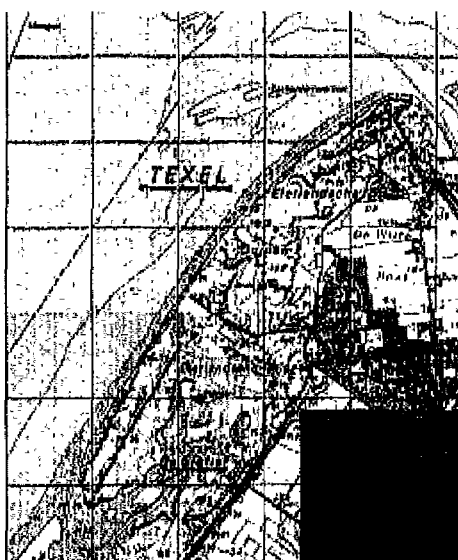
In vergelijking met de kostenraming van 1993/1994 zijn de initiële kosten hoger uitgevallen. Tevens zijn nieuwe schattingen gemaakt van de benodigde hoeveelheid zand voor vervolgsuppleties. De kosten worden nu ca. 15 miljoen gulden hoger geschat. Omdat de huidige evaluatie periode veel korter is dan de planperiode, is het momenteel nog niet mogelijk de kostenramingen te beoordelen. Naast de onkosten die veroorzaakt worden door veranderingen in de morfologie van het gebied, bepalen nieuwe methoden van zand suppleren en daarmee samenhangend de prijs per m³ of het economisch voordeel gehandhaafd blijft.

Variant	Kosten Initieel	vervolgkosten over planperiode
Kostenraming doorgaan met suppleties: 1993	-	zand: 25-30 Mm ³
Kostenraming 1993	Dam: 10 Mfl Zand: 20Mfl	onderhoud dam zand: 9 Mm ³
Gemaakte kosten dam & suppleties	Dam: 17 Mfl Zand: 20Mfl	onderhoud dam zand: 9 Mm ³ + 800.000 m ³ achterstand

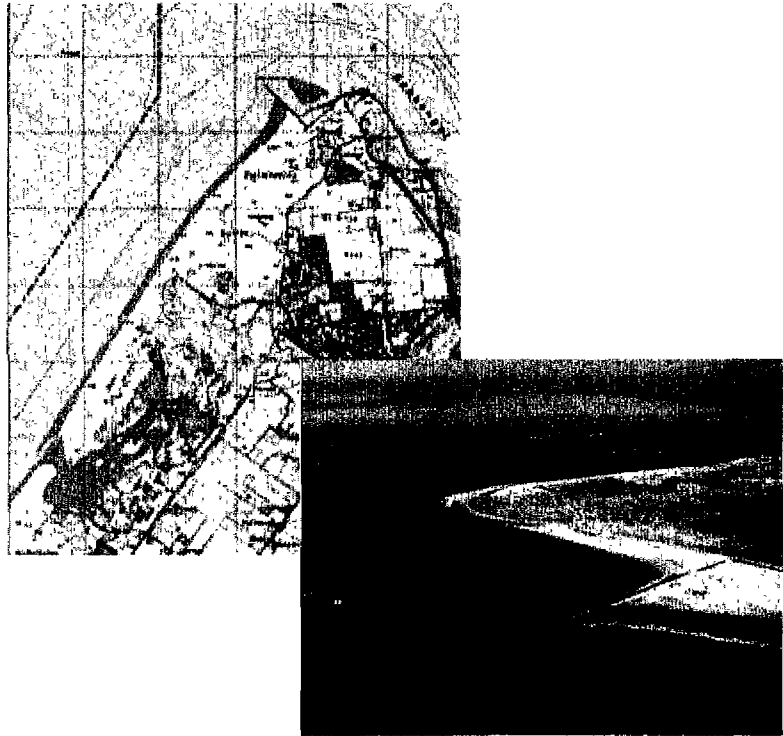
Conclusies

- 1 De dam voldoet aan de verwachting. De zandverliezen zijn sinds de aanleg met ca. 30% afgenomen, en zullen naar verwachting nog verder afnemen tot ca. 45% van de oorspronkelijke structurele erosie. Het blijft, zoals voorspeld, nodig om het zandverlies in de toekomst te blijven compenseren met aanvullende suppleties met een totaal volume van ca. 10 miljoen m³. De termijn van 5 jaar is te kort om een compleet financieel plaatje te schetsen.
- 2 De morfologie van het kustvak lijkt zich geleidelijk te ontwikkelen zoals modelberekeningen hebben voorspeld. Echter de eerste 2-3 jaar na aanleg blijken initiële reacties van het kustvak op de ingreep achteraf verklaarbaar, maar niet voorzien. Inzicht in de morfologische ontwikkelingen langs de kust door monitoring en het inbrengen van deze kennis in modelontwikkeling blijft van essentieel belang voor het goed kunnen wegen van alternatieven.
- 3 Het zeewaarts verlengen van de huidige dam, in het vooronderzoek aangegeven als optie voor de toekomst, wordt afgeraden met het oog op het ontstaan van een diepe ontgrondingskuil, als ook de beperkte meerwaarde voor het handhaven van de kustlijn. Vooralsnog is er ook geen aanleiding om de optie van een tweede korte dam ten zuiden van de huidige dam te onderzoeken.

Figuur 1:
Locatie Texel-Eierland
(1994)



Figuur 2:
Eierlandse dam
(1996)



4 Evaluatie Noordoost-Vlieland

Overwegingen die geleid hebben tot de aanleg

Sinds 1987 schuift de Vliesloot (de getijgeul aan de oostkant van Vlieland) steeds verder in landwaartse richting. Zowel een stortstenen duinvoetverdediging en kribben hebben een verlies aan waarden en functies op strand en duin niet kunnen voorkomen. In de beleidsanalyse *Kustverdediging Vlieland-noordoost* [6,7] werd aangetoond dat de westelijke geulrand van de Vliesloot sterk verdiepte, en de basiskustlijn werd overschreden.

In de beleidsanalyse ging de voorkeur uit naar een combinatie van een of meer dammen of strandhoofden met een suppletie. Na een nader onderzoek is besloten om de bestaande kribben af te breken en een stortstenen dam (lengte 200m nabij km 54.05) en een strandhoofd (lengte 180 m nabij raai 54.3) aan te leggen, in combinatie met een strandsuppletie van bijna 200.000 m³ [3,6,7]. De uitvoering vond plaats in 1995.

De morfologische ontwikkelingen na de aanleg

In de periode 1995 en 1998 is op basis van de gegevens uit de jaarlijkse kustmetingen (Jarkus profielen) geconstateerd dat de kustlijn inmiddels zeewaarts verschuift ten noorden van de nieuw aangelegde stortstenen dam. Deze dam lijkt het zandtransport vanaf de Noordzee door de Vliesloot enigszins te blokkeren. De kustlijn van het stuk strand dat tussen de dam en het strandhoofd opgespoten is, is mede hierdoor in zeewaartse richting verschoven. Voor een deel is zand van het strand door de wind in de richting van de duinen getransporteerd. Een ander deel is verschoven naar de vooroever. De ontgrondingen die rond de koppen van de strekdam en het strandhoofd zijn ontstaan, zijn in de tijd afgenomen. De situatie lijkt momenteel nagenoeg stabiel, waardoor de *geplande vervolgsuppletie voor 2000 is uitgesteld*.

Ten zuiden van het strandhoofd wordt een achteruitgang van de kustlijn waargenomen. Hier is de basiskustlijn al overschreden.

Effecten op de omgeving

De Vliesloot heeft een sterke knik nabij de werkhaven/ Passantenhaven. Dieptemetingen tonen aan dat de reeds bestaande put voor de ingang van de haven verdiept is. Verder verdiept de geul zich en verschuift oostwaarts.

Mogelijk is dit een gevolg van de aanleg van de constructies. In een nadere studie zal nagegaan worden hoe deze erosie verklaard kan worden, en of er ook aanvullende maatregelen genomen moeten worden ter bestrijding van de erosie.

Er zijn geen ecologische effecten geconstateerd. Het strand is vanwege de nabij gelegen diepe geul met de sterke wisselingen in stroomsnelheden niet aantrekkelijk voor badgasten, en wordt met name gebruikt als wandelroute.

Hoewel het betreffende stuk kust geen deel uitmaakt van het

dijkkringgebied, is door het uitbouwen van de kust bij veel bewoners een groter gevoel van veiligheid ontstaan. De ontwikkelingen bij de passanten haven worden wel als zorgelijk ervaren.

Een kosten/baten analyse

De kostenraming voor de zeewaartse verdediging was geschat op 5,9 miljoen gulden.

De werkelijke kosten zijn 5,8 miljoen gulden geweest en gerekend is op 0,15 Mfl per jaar voor onderhoud van de constructies.

De structurele erosie werd geschat op 20.000 m³ per jaar. Echter 5 jaar na aanleg blijkt uit analyse van de kustprofielen, deze inschatting te hoog te zijn. De geplande suppletie voor het jaar 2000 is daarom uitgesteld.

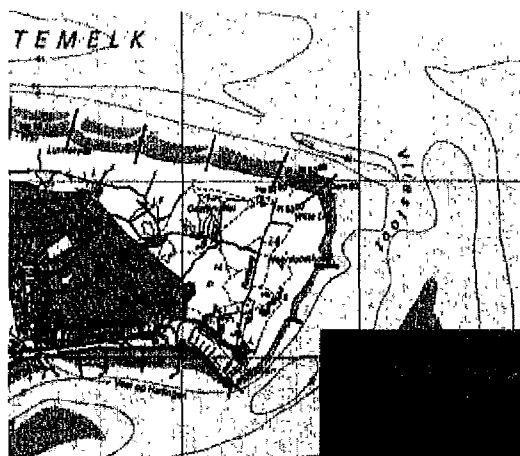
Uitvoering	Initiële kosten	Onderhoud 25 jaren	Totaal
Alleen suppleren (300.000m ³ / 5j)		5 * 3.6 Mfl/5 j.	18 Mfl
Constructies + suppleties (200.000m ³ / 10j)	5.8 Mfl	0,15 Mfl/j + 0,24 Mfl/j >> 9,75 Mfl	15,5 Mfl

Met de kostenraming is niet uitgegaan van de contantewaarde methode Zand= 12 hfl/m³

Conclusies

- 1 De constructie voldoet voorlopig aan het doel waarvoor zij is aangelegd. Zij heeft de lokale structurele erosie verminderd, en een gevoel van veiligheid bij de bewoners doen ontstaan.
- 2 Een vervolgonderzoek naar de oorzaak van het erosie patroon ten zuiden van het strandhoofd en verdieping van de geul nabij werkhaven/passantenhaven zal inzicht moeten geven of aanvullende maatregelen genomen moeten worden.

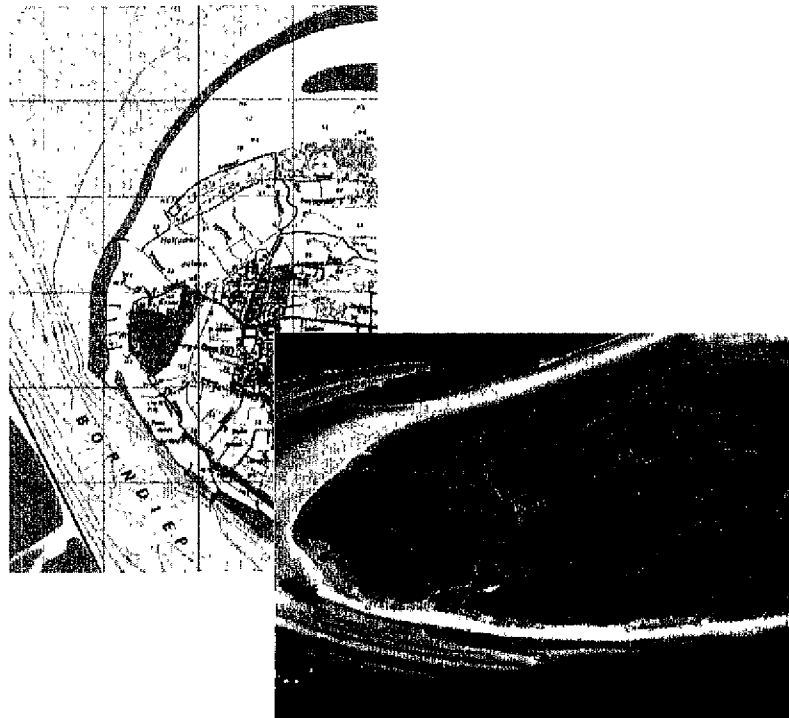
Figuur 3:
Locatie Noordoost-Vlieeland
(1994)



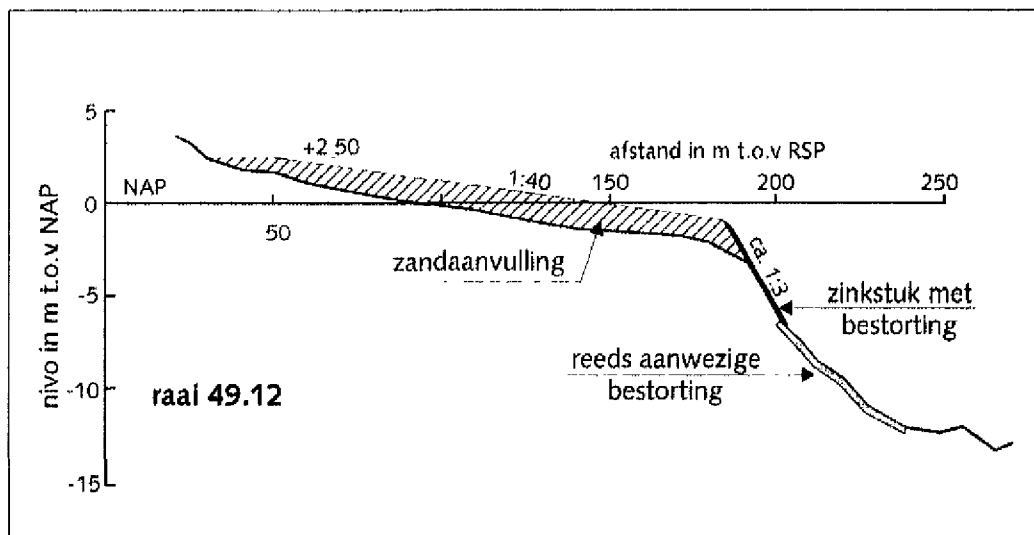
Figuur 4:
Situatie tijdens
werkzaamheden in 1995



Figuur 5:
Locatie West-Ameland (1993)



Figuur 6:
Dwarsdoorsnede van de uitgevoerde zeewaartse kustverdediging



5 Evaluatie West-Ameland

Overwegingen die geleid hebben tot de aanleg

Het geulstelsel in het zeegat tussen Ameland en Terschelling verandert continu. Onderzoek heeft aangetoond dat er cyclische veranderingen in het geul en platensysteem plaatsvinden, met een periode van ca. 60 jaar [8].

Het Bornrif groeit in een bepaalde fase aan door aanlanding van een grote zandplaat en wordt vervolgens door stroming en golfwerking weer geërodeerd. De laatste decennia is het Bornrif aangegroeid en is de oostelijke geulwand van het Borndiep door een heroriëntatie van het geulstelsel in de richting van de zuidwestkust van Ameland verplaatst. Sinds 1990 is er sprake van structurele erosie.

Het zeegat tussen Ameland en Terschelling schuift van nature in oostelijke richting op. Om de invloed hiervan op de kust te verminderen zijn vanaf 1947 een reeks van kustverdedigingsconstructies aangelegd langs de oostzijde van het Borndiep.

Naast het vastleggen van de geulwand met zinkstukken (1947, 1971), zijn er palenrijen (1972 en 1989) aangelegd, die later weer versterkt zijn met breuksteen.

In 1979 is aan de noordwestkust een onderwaterdam aangelegd in combinatie met een zandsuppletie van 300.000 m³. De huidige stortstenen dammetjes loodrecht op de kust zijn aangelegd tussen 1988 en 1995.

Door draaiing van het Borndiep tussen 1992 en 1994 veroorzaakte de getijstroom een steeds grotere druk op de zuidwestkust. Als gevolg van de structurele erosie blijkt in 1992 en 1993 de basiskustlijn op een aantal plaatsen doorsneden te worden. Deze situatie verslechterde in 1994, waardoor een smal strand ontstond met verhoogde kans op aantasting van de zeereep. Het recreatieve belang van het strand was mede een reden om maatregelen te nemen.

In een beleidsanalyse kustverdediging Ameland-zuidwest [9] zijn enkele constructieve alternatieven vergeleken om de levensduur van de noodzakelijke zandsuppletie te verlengen. In 1994 is besloten de reeds aanwezige geulwand bestorting op te trekken tot ongeveer NAP - 0,50 m. Dit om de achterliggende zandsuppletie van 225.000 m³ te beschermen tegen erosie door de geulverschuiving en golven, en tevens de functie van het recreatiestrand te behouden. Het werk is afgerond in oktober 1994.

De morfologische ontwikkelingen na de aanleg

Direct na de suppletie en het optrekken van de dam is de kustlijn in zeewaartse richting verplaatst. De dieptelijnen op de onderwateroever zelfs tot 200m. Achteraf kan geconstateerd worden dat de uitvoering heeft plaats gehad in de laatste fase van een periode met erosie, net voor een omslagpunt naar aanzanding. Op basis van onderzoek van historisch kaartmateriaal [8] wordt verwacht dat deze periode kan duren tot 2005. Vervolgens zal in het gebied weer erosie optreden, waarna het Bornrif opnieuw landwaarts zal verschuiven. De oeververdediging, die

momenteel geen functie heeft, en dus feitelijk overbodig is omdat hij onder het zand ligt, zal naar verwachting tussen 2005-2010 weer actief de kust verdedigen.

Effecten op de omgeving

Er zijn geen effecten in de omgeving van de zeewaartse verdediging opgetreden, omdat nu door aanzanding de constructie onder het zand ligt. Achteraf gezien kan geconstateerd worden dat door onvoldoende inzicht in de cyclische ontwikkelingen van het morfologisch systeem, er sprake is geweest van een slechte timing.

Er had met het aanbrengen van de bestorting gewacht kunnen worden tot er weer erosie optreedt. De verwachting is dat de constructie na 2005 weer een positieve bijdrage aan het handhaven van de kustlijn zal leveren.

Een kosten/ baten analyse

In de beleidsanalyse kustverdediging Ameland-zuidwest werden de kosten voor de komende 25 jaar geschat op 7,5 miljoen gulden wanneer door gegaan wordt met suppleren. De uitgevoerde variant is geschat op 6,5 miljoen gulden, waarvan 3,0 miljoen initiëel en 3,5 miljoen voor onderhoud van de bestorting en aanvullende suppleties. Omdat tijdens de uitvoering geen 100.000 m³ maar 200.000 m³ zand is aangebracht zijn de initiële kosten opgelopen tot 4,0 miljoen.

Voor de aanleg werd de structurele erosie van het kustvak geschat op ca. 10.000 m³ per jaar. De geplande vervolgsuppletie na 5 jaar met een reservering van 100.000 m³ is, gezien de huidige situatie, uitgesteld.

Uitvoering	Initiële kosten	Onderhoud 25 jaren	Totaal
Alleen suppleren (100.000 m ³ / 5j)		5 * 1,5 Mfl / 5 j.	7,5 Mfl
Constructies + suppleties (200.000m ³ / 10j) + (100.000m ³ / 10j)	2,0 Mfl + 2,0 Mfl	0,1 Mfl / j * 25 >> 2,5 Mfl	6,5 Mfl

Met de kostenraming is niet uitgegaan van de contantewaarde methode. Zand= 10 hfl/m³

Conclusies

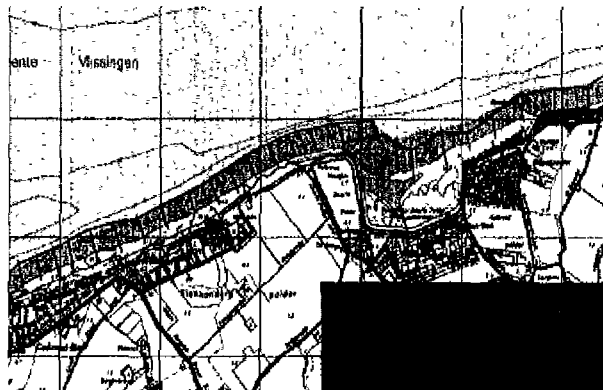
1 De constructie heeft nog niet kunnen bewijzen dat zij voldoet. De zeewaartse verdediging zal waarschijnlijk tussen 2005 en 2010 effectief worden, wanneer de aanzanding omslaat in erosie, en er weer druk op de kust komt.

2 De Timing van de aanleg van de harde constructie is achteraf gezien onjuist geweest. Op de cyclische overgang van erosie naar aanzanding, was alleen het uitvoeren van de suppletie al voldoende geweest om geruime tijd de kust te handhaven. Het aanbrengen van een bestorting kan dan uitgesteld worden tot de erosie fase.

6 Potentiële locaties voor zeewaartse kustverdediging

In de afgelopen 10 jaar zijn diverse locaties onderzocht op de mogelijkheden voor zeewaartse kustverdediging. In dit hoofdstuk zal kort ingegaan worden op de resultaten van de onderzoeken van de locaties waar besloten is geen zeewaartse constructies aan te leggen. Hierbij is teruggegrepen op de inventarisatie die in 1994/1995 is uitgevoerd [10].

Figuur 7:
Locatie Tienhonderdpolder,
Zeeuwsch-Vlaanderen



Zeeuwsch-Vlaanderen, Tienhonderdpolder

De relatief grote kustachteruitgang en de smalle duinregel bij de Tienhonderdpolder vormden de aanleiding voor een haalbaarheidsstudie naar een zeewaartse kustverdediging. Naast het eerste idee voor de aanleg van een hangend strand werden ook alternatieven als een dwarsdam, een offshore golfbreker en een zeedijk vergeleken met periodieke zandsuppleties.

Bij voortzetting van de toenmalige zandverliezen zou het hangend strand het financieel kunnen opnemen tegen zandsuppleties. Als gunstige bijkomstigheid zou het hangend strand de verzandende Verdrongen Zwartepolder, waardoor de natuurwaarde afneemt, kunnen afschermen tegen zandaanvoer vanaf de westelijk gelegen strandvakken. Deze vakken moeten regelmatig gesuppleerd worden. Op grond van een effecten-analyse adviseerde het Zeeuwse POK in 1993 de minister om een hangend strand aan te leggen. De minister koos echter voor zandsuppleties, met als argumenten dat de aanleg van een hangend strand risico's met zich mee brengt, en door de afnemende erosie geen optimalisatie betekent.

Na vragen vanuit de vaste commissie voor V&W van de Tweede Kamer heeft de minister zich medio 1994 bereid verklaard om samen met GS Zeeland en het waterschap het besluit te heroverwegen op basis van

gedeeld (financieel) risico.

De resultaten van de heroverweging zouden worden ingebracht in een gebiedstudie voor West-Zeeuwsch-Vlaanderen.

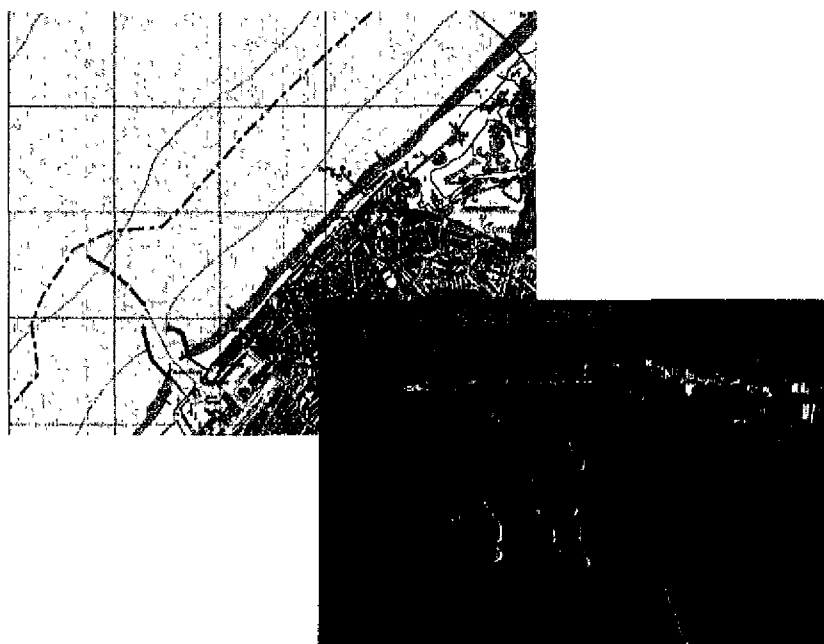
Bij de heroverweging in 1995 zijn een korte dwarsdam en een hangend strand vergeleken met strandsuppleties. Ten opzichte van de studie van 1992 is de erosieverwachting geactualiseerd en zijn de risico's in kaart gebracht.

De erosieverwachting is met ca. 40% verminderd, terwijl de suppletiekosten per m³ lager zouden kunnen uitvallen. Daarom is besloten om voorlopig geen hangend strand of dwarsdam aan te leggen.

In april 1999 is een begin gemaakt met een onderwatersuppletie met zand dat vrijkwam bij de verdieping van de Westerschelde. Het waterschap heeft in 1998 een strandhoofd verhoogd om het zandbezwaar in de Verdrongen Zwartepolder te verminderen.

Scheveningen

Figuur 8:
Locatie Scheveningen



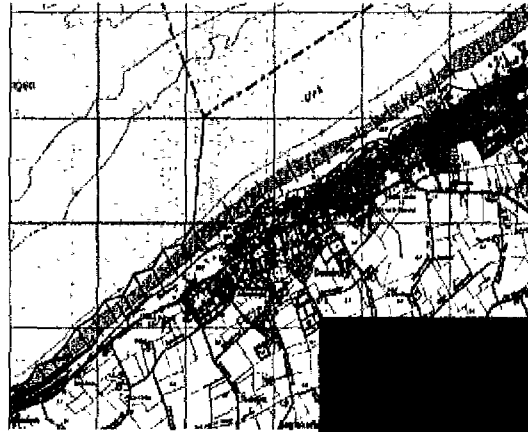
De erosie van het Scheveningse strand is vanaf 1969 met enkele grote en kleine suppleties bestreden. In de regel voldoen de suppleties aan de verwachting, maar door de aanwezigheid van havenhoofden, strandhoofden en de strandmuur, vindt na een storm maar moeizaam natuurlijk herstel plaats. De levensduur van de suppleties wordt hierdoor in belangrijke mate bepaald. Zandverlies leidt tot verlaging van het strand, waardoor vooral de strandrecreatie vrij plotseling in haar mogelijkheden beperkt worden.

Voordeel van een zeevaartse verdediging is dat het een stabiel, breed badstrand oplevert. In een studie naar de optimalisatie van de kustverdediging zijn diverse alternatieven waaronder kustparallele golfbrekers en een lange dam dwars op de kust onderzocht zijn. De hoge kosten van een constructie en de te verwachten lij-erosie maken de deze keuze voorlopig niet aantrekkelijk.

In april 1999 is voor Scheveningen gestart met een onderwatersuppletie.

Walcheren-Noordwestkust

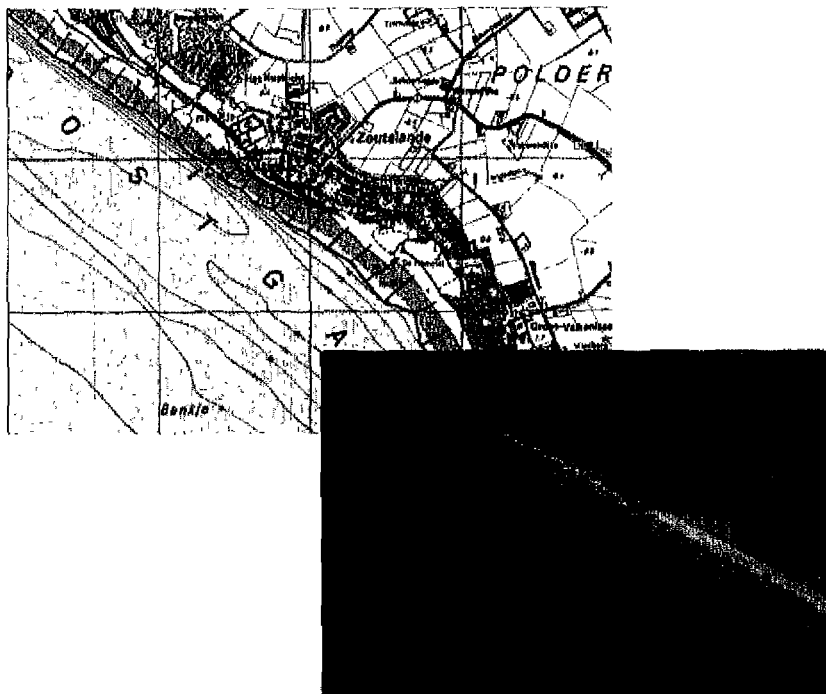
Figuur 9:
Locatie Walcheren-Noordwest



Langs de noordwestkust van Walcheren ontbreken diepe getijgeulen, waardoor het zich leent voor het aanbrengen van een "zandbult". Dit is een zeer grote suppletie in één keer op één locatie. Op voorhand heeft dit alternatief enige voordelen. Het is per m³ goedkoper dan langgerekte suppleties met een hogere frequentie van herhalen. De zandbult kan als continue zandpomp werken die de kusterosie in aangrenzende kustvakken compenseert. Daarnaast kan deze zachte constructie de getijstrooming uit de kust drukken. Uit studie is echter gebleken dat de oriëntatie van de kust ten opzichte van de dominante zandtransportrichtingen een snelle verspreiding van het zand richting erosieve kustvakken in de weg staat. Afhankelijk van de vorm van de zandbult wordt het langtransport zelfs gedeeltelijk geblokkeerd waardoor lij-erosie geïnitieerd wordt. Aanvullende suppleties zullen zeker de eerste tien jaar na aanleg noodzakelijk blijven, hetgeen deze oplossing financieel onaantrekkelijk maakt.

Walcheren -Zuidwestkust

Figuur 10:
Locatie Walcheren-Zuidoost



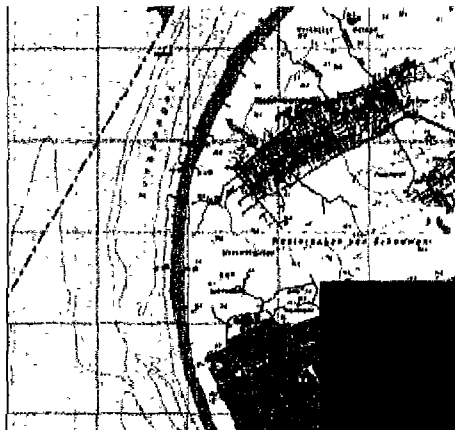
De zuidwestkust van Walcheren grenst in de monding van de Westerschelde direct aan de getijgeul het 'Oostgat'. Het kustvak wordt gekenmerkt door een steile vooroever, een smal strand en een enkele duinenrij. De kustlijn beweegt zich sinds het eind van de vorige eeuw gestaag in landwaartse richting. Diverse kustverdedigingsmaatregelen zijn onderzocht, variërend van het bestorten van de vooroever tot grootschalige oplossingen zoals het afdammen van het Oostgat door middel van twee grote dwarsdammen.

Uit een kostenbeschouwing (gekapitaliseerde kosten over een periode van 35 jaar) blijkt dat geen van de onderzochte alternatieven kan concurreren met regelmatige zandsuppleties. Slechts het verhogen van het hoofdenstelsel of het verbeteren van palenrijen kunnen voor kleine delen van de kust goedkoper zijn dan suppleties. Bedacht moet worden dat ook deze oplossingen aanleiding geven tot lij-erosie. De grootschalige oplossingen zijn fors duurder dan suppleties. Inmiddels is gebleken dat de sinds 1988 uitgevoerde suppleties de kustlijn prima op zijn plek weten te houden. Zowel een alleszins meevallende effectiviteit van de suppleties, als een afgenomen erosie liggen hieraan ten grondslag. Zolang de erosie van de huidige omvang blijft, lijkt verder onderzoek naar alternatieven voor suppleties niet zinvol.

Het POK Zeeland heeft de minister in 1993 aanbevolen gericht onderzoek te starten naar het erosiegedrag, zodat hier op termijn tot een hangend strand oplossing gekomen kan worden. Dit onderzoek is opgenomen in het project Kust2000 van Rijkswaterstaat (recente onderzoeksresultaten wijzen er echter op dat verder onderzoek naar alternatieven voor suppleties vooralsnog niet zinvol is).

Kop van Schouwen

Figuur 11:
Locatie kop Schouwen



75% tot 90% van de huidige erosie langs de kust van Schouwen wordt veroorzaakt door het landwaarts opdringen van de getijgeul het "Krabbenegat". Een voor de hand liggend alternatief voor zandsuppletie is het verleggen van de geul in zeewaartse richting. In 1987 en 1991 is hierop geanticipeerd door een suppletie uit te voeren waarbij zand van de zeezijde van de geul op het strand werd gebracht. Op deze wijze werd de druk op de kust door de getijwerking tijdelijk verminderd. Onderzocht is of een grotere verplaatsing van de geul het erosieprobleem voor langere tijd kan oplossen. Op termijn is dit mogelijk goedkoper dan periodieke suppleties. Feitelijk komt dit neer op het creëren van een nieuwe geul in het ondiepwater- en platengebied van de Banjaard. Met het vrijkomende zand kan de bestaande geul opgevuld worden.

Een geulverlegging van ongeveer 500 meter initieert een sterke reductie van de kusterosie over een periode van 30 jaar. Dit is financieel alleen aantrekkelijk als het zand voor reguliere kustsuppleties in die periode buiten de Voordelta op meer dan 20 meter diepte gewonnen moet gaan worden.

Conclusie

Voor geen van de geëvalueerde potentiële locaties voor zeewaartse kustverdedigingen ligt de aanleg van een "harde" constructie voor de hand. Zandsuppletie blijkt in de praktijk een effectief en efficiënt middel om de kust te handhaven.

7 Conclusies en aanbevelingen

Vijf jaar na het uitbrengen van Kustbalans 1995, de tweede kustnota, zijn in voorgaande hoofdstukken zowel de aangelegde als de niet gerealiseerde zeewaartse kustverdedigingen geëvalueerd. Per evaluatiehoofdstuk zijn specifieke conclusies geformuleerd. Om de conclusies en aanbevelingen op een algemener, generieker beleidsniveau te beschrijven, is gebruik gemaakt van woorden en begrippen die gebruikt zijn in de beleidsformulering 1995. Belangrijke constatering is dat de resultaten van de evaluatie het huidige beleid bevestigen.

Kustbalans 1995:

"Aanleg van harde kustverdedigingsmaatregelen is alleen lonend bij zeer sterke erosie en op specifieke locaties (bijvoorbeeld grenzend aan een zeegat). Grootschalige zeewaartse oplossingen zijn vanuit financieel oogpunt geen goed alternatief voor zandsuppleties gebleken. Het probleem van de zandverliezen in het Nederlandse kuststelsel als geheel wordt door de zeewaartse kustverdediging niet opgelost. Herhaalde suppleties bieden in al hun ogenschijnlijke tijdelijkheid, meestal wel een structurele oplossing."

De conclusie en aanbevelingen voor het beleid luiden:

- Harde kustverdedigingen zijn lonend (zinnig) wanneer zij de lokale zandverliezen verminderen of de levensduur van aangebrachte suppleties verlengen, zonder dat significante effecten voor morfologische processen, ecologie of lokale economie optreden (Texel + Vlieland + Ameland).
- Een harde kustverdedigingsconstructie kan een optie zijn wanneer zeer sterke erosie optreedt. Dit kan blijken uit een regelmatige overschrijding van de basiskustlijn, ondanks het regelmatig aanbrengen van omvangrijke zandsuppleties (Texel).
- Harde kustverdedigingen zouden alleen op specifieke locaties mogen worden uitgevoerd, waar de eventuele lij-erosie van de constructie geen invloed heeft op de benedenstroomse kustvakken. Bijvoorbeeld omdat daar een zeegat ligt, of omdat er een aanzandend kustvak is gesitueerd. Andere specifieke locaties zijn die plaatsen waarbij een stroomgeul uit het strand gehouden moet worden. Strekdammen kunnen hier de levensduur van suppleties verlengen. Het ontwerp van een eventuele keuze blijft lokaal maatwerk.
- Harde constructies die in eerste instantie financieel aantrekkelijker zijn dan het nul-alternatief, moeten in de toekomst voor de planperiode ook goed op hun effecten gekapitaliseerd worden (Texel, Vlieland).
- Uitbreiding van bestaande zeewaartse constructies is niet aan de orde. Voor geen van de geëvalueerde potentiële locaties voor zeewaartse kustverdedigingen ligt de aanleg van een aanvullende "harde" constructie voor de hand. Zandsuppletie blijkt in de praktijk een effectief en efficiënt middel om de kust te handhaven. Toepassingsmogelijkheden van zeewaartse constructies worden groter

wanneer andere maatschappelijke functies waarden voordeel kunnen trekken. In feite spreken we dan echter niet meer van een kustverdedigingsalternatief.

- Zeewaartse kustverdediging biedt geen structurele oplossing voor het Nederlandse kuststelsel, wanneer men op een grote ruimte en tijdschaal kijkt. Om op lange termijn Nederland te laten meegroeien met de zee, en het zandverlies op dieper water te compenseren, zal jaarlijks een groot volume zand aan de fundering van het kuststelsel moeten worden toegevoegd, omdat deze niet door onze riviersystemen aangevoerd wordt. Methoden zoals onderwatersuppleties en de aanleg van zandbuffers moeten hun effecten op het handhavingsbeleid van de kustlijn nog bewijzen.

Aanbevelingen

- Kennis en inzicht in het cyclisch morfologisch kuststelsel is onontbeerlijk bij het aanleggen van een zeewaartse verdediging in een kustvak met een periodiek verschijnsel van erosie en aangroei. Zo blijkt dat de constructie op Ameland uitgevoerd is net voor een periode van aanzanding en de ontgrondingskuil en nabij de Eierlandse dam niet correct was voorspeld met rekenmodellen. Het uitvoeren/analyseren van specifieke veldmetingen, en het afregelen van rekenmodellen op de waarnemingen moeten de onzekerheden in de kennis en voorspellingen verkleinen.

8 Geraadpleegde literatuur

- 1 Kustbalans 1995, de tweede kustnota. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- 2 Evaluatie zeewaartse projecten Vlieland noordoost en Ameland zuidwest, februari 1999. Rijkswaterstaat, Directie Noord-Nederland.
- 3 Evaluatie zeewaartse kustverdediging Texel-dam Eierland, april 1999. Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland. H.D. Rakhorst.
- 4 Kustverdediging Eierland: eindrapportage van de werkgroep, november 1993
- 5 Kustverdediging Eierland: rapportage morfologie, december 1993
- 6 Beleidsanalyse kustverdediging Vlieland noordoost, A. Prakken. Rijkswaterstaat, Dir. Noord-Nederland. ANZ-94.03
- 7 Kustverdediging Vlieland-noordoost. Steyaert F.H.I.M. e.a..Rijkswaterstaat, Dir. NN. ANZ-94.07
- 8 Morfologische ontwikkeling Amelander Zeegat: Werkdocument: RIKZ/OS-98.147X. Ir. C.G. Israëi
- 9 Beleidsanalyse kustverdediging Ameland-zuidwest, rapport ANW 93.20 A. Prakken 12 november 1993
- 10 De kust in breder perspectief. Basisrapport kustnota 1995, Rapport RIKZ/95-005

Colofon:

auteur: Tjark van Heuvel

met medewerking van:

J.H.M. de Ruig (RIKZ)
A.W. Kraak (RIKZ)
H.D. Rakhorst (DNH)
A. Prakken (DNN)
R. Hillen (HKW)
P. Roelse (RIKZ)
C. Israël (RIKZ)
G.H. Snijders (RIKZ)

Lijst van figuren / foto's

- 1 Locatie Texel-Eierland
- 2 Eierlandse dam
- 3 Locatie Noordoost-Vlieland (1995)
- 4 Situatie tijdens werkzaamheden in 1995
- 5 Locatie West-Ameland (1993)
- 6 Dwarsdoorsnede van de uitgevoerde zeewaartse kustverdediging
- 7 Locatie Tienhonderdpolder, Zeeuwsch-Vlaanderen
- 8 Locatie Scheveningen
- 9 Locatie Walcheren-Noordwest
- 10 Locatie Walcheren-Zuidoost
- 11 Locatie kop Schouwen

Locatie afbeeldingen zijn een combinatie topografische kaart en
situatiefoto.

fotografie: Meetkundige dienst (1994/1995).
Dienstkring Waddeneilanden

topografische kaarten: © Topografische dienst

grafische verzorging: afdeling visuele communicatiemiddelen/RIKZ

Drukkerij: Meetkundige dienst, grafische technieken

april 1999