

Beheer en onderzoek van Rijkswater-
staat in de Westerschelde

Aanbevelingen van een reviewteam en
conclusies van Rijkswaterstaat

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

C-13460 430



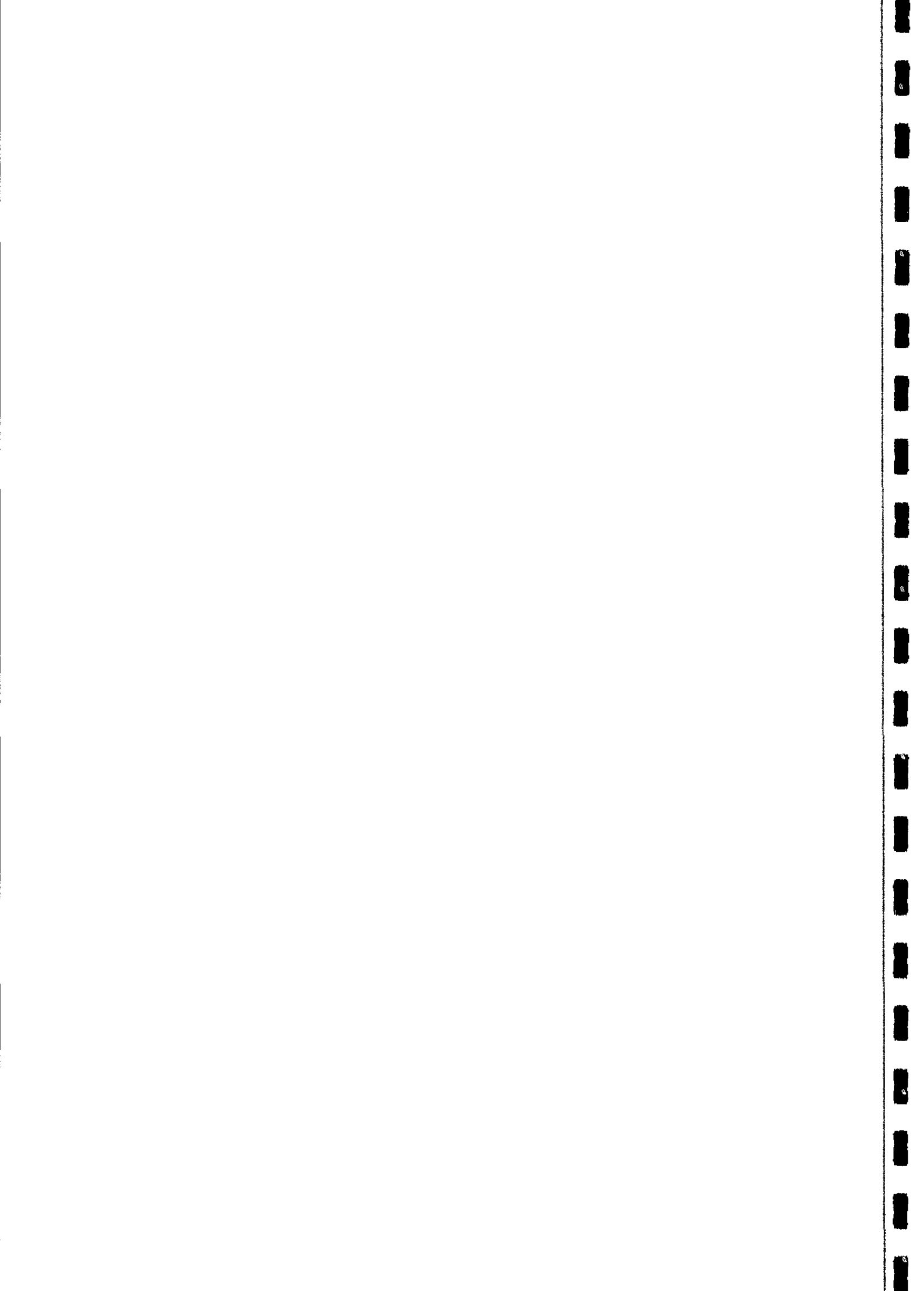
BEHEER EN ONDERZOEK VAN RIJKSWATERSTAAT IN DE WESTERSCHELDE

Aanbevelingen van een reviewteam
en
conclusies van Rijkswaterstaat

Nota AX 94.016

Rijkswaterstaat
Directie Zeeland
april 1994
Eindredactie: drs. R. Postma

Begeleidingsgroep:
drs. A.R. Kop (vz.), drs. A.W. van Kleef, ir. M. Meulblok, ir. E.
Turkstra (allen van Directie Zeeland), ir. A. Langerak, ir. T. Pieters,
ir. H. Smit, ir. J. Vroon (allen van Rijksinstituut voor Kust en Zee)





Inhoudsopgave

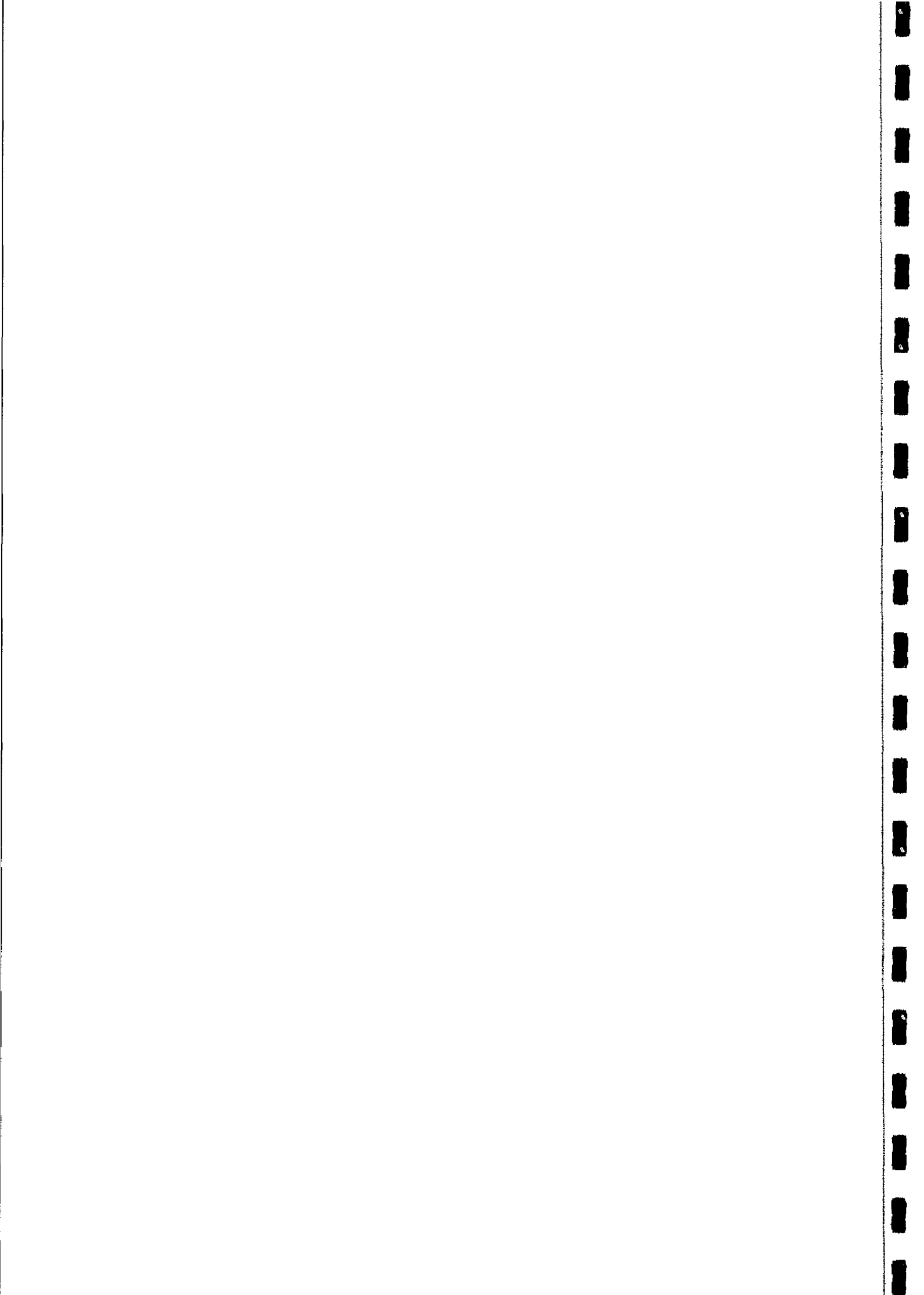
1	Inleiding	3
1.1	Probleemomschrijving	3
1.2	Doel van de review	3
1.3	Opbouw van het rapport	3
2	De aanpak van de review	5
2.1	Afbakening van de opdracht	5
2.2	Samenstelling van het reviewteam	5
2.3	Opdracht aan het reviewteam	5
2.4	Werkwijze van het reviewteam	6
3	Ideeën uit het project OostWest	7
3.1	Vermindering van baggerwerk	7
3.2	Herstel van habitats	8
3.3	Integrale oplossingen	9
4	Aanbevelingen van het reviewteam en conclusies van Rijkswater- staat	11
4.1	Strukturele oplossingen	11
4.2	Draagvlak voor nieuwe ideeën	12
4.3	Streefbeeld voor natuur	13
4.4	Voorgestelde ideeën voor verminderen van baggerwerken	13
4.5	Aanvullende ideeën van het reviewteam	14
4.6	Conceptueel model van morfologische processen	15
4.7	Implementatie van onderzoeksresultaten in beheer	16
4.8	Projectmanagement	17
5	Conclusies	19

Literatuur

.....

Bijlage

- 1 Leden van het reviewteam
- 2 Opdracht van Rijkswaterstaat aan het reviewteam
- 3 Literatuurlijst ten behoeve van het reviewteam
- 4 Individuele beoordelingen van de leden van het reviewteam
- 5 Besprekingsverslag van een discussiedag
- 6 Gezamenlijke rapportage van het reviewteam





1 Inleiding

.....

1.1 Probleemomschrijving

In 1992 is het Beleidsplan Westerschelde vastgesteld. In het beleidsplan is een aantal knelpunten tussen verschillende functies van het gebied gesignaleerd. In een bijbehorend actieplan is onder meer opgenomen dat onderzoek naar een betere afstemming tussen vaarwegbeheer en herstel van natuurwaarden noodzakelijk is.

Rijkswaterstaat heeft inmiddels een pilotstudie uitgevoerd, waarin ideeën voor oplossingen zijn beschreven (Pieters et al., 1991). Op het ogenblik worden deze ideeën nader uitgewerkt, met name in het project OostWest.

Realisatie van de ideeën zou een ingrijpende koerswijziging betekenen in het beheer en beleid van het Schelde-estuarium, zowel in Nederland als in België.

.....

1.2 Doel van de review

Om er zeker van te zijn dat de juiste koers wordt ingezet heeft de H.I.D. van Directie Zeeland opdracht gegeven om de ideeën, de mogelijkheden om deze in beheer en beleid te implementeren en de opzet van het vervolgonderzoek door een reviewteam van externe deskundigen te laten beoordelen. De beoordeling van het reviewteam en de conclusies die Rijkswaterstaat hieruit trekt zijn in onderliggend rapport verwoord.

.....

1.3 Opbouw van het rapport

Om het werkpakket voor het reviewteam te beperken is gekozen voor een beperkt aantal aandachtsgebieden, te weten ecologie, morfologie en hydraulica. Het reviewteam is zodanig samengesteld dat alle aandachtsgebieden in voldoende mate belicht konden worden. In hoofdstuk twee wordt nader ingegaan op de afbakening van de opdracht, de samenstelling van het reviewteam, de vragen aan het reviewteam en de gevolgde werkwijze. Hoofdstuk 3 bevat een korte beschrijving van de ideeën die in het project OostWest worden uitgewerkt. De aanbevelingen van het reviewteam en de vervolgacties die Rijkswaterstaat naar aanleiding daarvan zal ondernemen zijn beschreven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 zijn de conclusies van de review gegeven.



Review beheer en onderzoek Wester-
schelde



2 De aanpak van de review

2.1 Afbakening van de opdracht

In het Beleidsplan Westerschelde is beschreven dat gestreefd moet worden naar duurzaam herstel van de natuurwaarden van de Westerschelde (Bestuurlijk Klankbordforum Westerschelde, 1991). Hiervoor is enerzijds verbetering van de water- en waterbodemkwaliteit nodig en anderzijds verbetering van de morfologische structuur van de Westerschelde. De review is toegespitst op de ideeën voor het verbeteren van de morfologische structuur, zoals die worden onderzocht in het project "Oost-West". Hoewel verbetering van de waterkwaliteit een belangrijke randvoorwaarde is voor realisering van de ideeën uit het project OostWest, is het beoordelen van onderzoek en beheer op het gebied van waterkwaliteit niet opgenomen in de opdracht aan het reviewteam.

2.2 Samenstelling van het reviewteam

Het reviewteam is samengesteld uit een voorzitter en zes hoogleraren. De ideeën voor het verbeteren van de morfologische structuur hebben met name betrekking op hydraulische, morfologische en ecologische aspecten. Voor ieder aandachtsveld is een onafhankelijke Nederlandse (N) en Vlaamse (V) expert gevraagd deel te nemen aan de review:

voorzitter:	ir. H. Engel (N)
hydraulica:	prof.ir. J.F. Agema (N)
	prof.dr.ir. J. Berlamont (V)
morfologie:	prof.ir. J.J. Peters (V)
	prof.dr. J.H.J. Terwindt (N)
ecologie:	prof.dr. R.F. Verheyen (V)
	prof.dr. W.J. Wolff (N)

De Vlaamse experts zijn in overleg met de Antwerpse Zeehavendienst en het Vlaamse Instituut voor Natuurbehoud gekozen. Een beschrijving van de achtergronden van de leden van het reviewteam is opgenomen in bijlage 1.

2.3 Opdracht aan het reviewteam

In de pilotstudie van het project OostWest zijn in kwalitatieve zin knelpunten en oplossingen voor herstel van de morfologische structuur van de Westerschelde verkend. In de periode 1993-1994 wordt vervolg-



onderzoek uitgevoerd om tot een nadere onderbouwing van de ideeën te komen (R.W.S., 1993). De opdracht aan het reviewteam bestond uit twee onderdelen:

1. Beoordelen in hoeverre de ideeën voor oplossingen nu al in beheer en beleid kunnen worden ingevoerd.
 2. Beoordelen of het vervolgonderzoek voor de periode 1993-1994 voldoende onderbouwing voor beheer en beleid kan opleveren.
- De opdracht is gespecificeerd aan de hand van een aantal concrete vragen die bij de opdrachtgever leven (bijlage 2).

.....
2.4 Werkwijze van het reviewteam

Als basis voor de beoordeling heeft de opdrachtgever een aantal rapporten aan het reviewteam geleverd, die informatie verschaffen over het huidige beheer en beleid, de resultaten van de pilotstudie, de resultaten van enkele deelonderzoeken en het onderzoeksplan voor de komende twee jaar. Op verzoek van het reviewteam is gedurende de opdracht regelmatig aanvullende informatie toegezonden (bijlage 3).

De review is gestart met een bijeenkomst waarop Rijkswaterstaat de opdracht aan het reviewteam en de oplossingsrichtingen uit de pilotstudie heeft toegelicht. Door de Antwerpse Zeehavendienst is een bijeenkomst georganiseerd waarbij een toelichting is gegeven op Vlaamse beleids- en onderzoeksplannen.

Op basis van de rapporten en de bijeenkomsten hebben de deskundigen in het reviewteam ieder afzonderlijk hun bevindingen en aanbevelingen op papier gezet (bijlage 4). De belangrijkste resultaten hiervan zijn door de voorzitter samengevat en ter discussie voorgelegd aan een brede groep van bestrokkenden uit Nederland en België (bijlage 5). Naar aanleiding van deze discussie is de gezamenlijke beoordeling van het reviewteam bijgesteld en afgerond (bijlage 6).



3 Ideeën uit het project OostWest

Sinds het begin van deze eeuw is de baggeromvang in de vaargeul door de Westerschelde voortdurend toegenomen. Om de bereikbaarheid van de haven van Antwerpen ook voor de grotere schepen te blijven garanderen is een steeds grotere diepte gewenst. Uit economische overwegingen werd de baggerspecie tot nu toe op een korte vaarafstand van de baggerlokaties gestort. De stortlokaties bieden steeds minder capaciteit terwijl tegelijkertijd de effectiviteit ervan afneemt. Zeker wanneer een verdere verdieping van de vaargeul wordt uitgevoerd en de baggeromvang nog meer zal toenemen, is het van belang de bagger- en stortstrategie te optimaliseren.

Baggeren en storten heeft een grote invloed op de mogelijkheden voor herstel en ontwikkeling van natuurwaarden in de Westerschelde. Voor herstel van natuurwaarden in de Westerschelde is niet alleen verbetering van water- en bodemkwaliteit noodzakelijk, maar ook van de morfologische structuur. Onder morfologische structuur wordt de vormgeving van geulen, platen, slikken en schorren verstaan en de veranderingen daarin. De morfologische structuur is mede bepalend voor de habitats die tot ontwikkeling kunnen komen en de verscheidenheid daarin. In de huidige situatie zijn de potenties die de morfologische structuur biedt met name beperkt door het onderhoud van de vaargeul en door de nauwe bedijking van het gebied. Het voortdurende baggeren en storten van baggerspecie leidt tot een versterkte dynamiek van plaatgebieden in het oostelijk deel van de Westerschelde, waardoor de omstandigheden voor bodemdieren ongunstig zijn. Inpolderingen en dijkverzwaringen in het verleden zijn ten koste gegaan van schorren. Vooral in het zoute, westelijke deel van de Westerschelde en langs de zoete Zeeschelde is slechts een geringe areaal schorren overgebleven.

In het project OostWest worden integrale oplossingen onderzocht voor minimalisatie van het baggerwerk en verbetering van de morfologische structuur.

.....

3.1 Vermindering van baggerwerk

Om een voldoende diepe vaarweg naar de haven van Antwerpen in stand te houden wordt gebaggerd op natuurlijke drempels in de hoofdgeul, vooral ten oosten van Hansweert. Onderzocht wordt of de volgende maatregelen tot vermindering van het baggerwerk kunnen leiden:

kombergingvergroting

Er bestaat een natuurlijk verband tussen de afmetingen en het debiet van een geul: Hoe meer water er door een geul stroomt, desto breder en dieper wordt in principe de geul. De hoeveelheid water die per getij door de geulen stroomt hangt samen met de waterschijf die tussen laag-



en hoogwater in het estuarium geborgen wordt, de zogenaamde komberging. Door inpoldering van randgebieden die vroeger met hoogwater onderliepen, is de kombergingsoppervlakte van de Westerschelde sinds 1800 aanzienlijk afgenomen.

De komberging kan weer vergroot worden door laaggelegen polders opnieuw in verbinding met het Schelde-estuarium te stellen. Indien komberging-vergroting stroomopwaarts van de baggerlokaties gerealiseerd wordt, zullen de doorstroomprofielen van de vaargeul op natuurlijke wijze verruimen. In het project OostWest wordt onderzocht op welke lokaties langs het Schelde-estuarium ontpoldering het meest effectief is voor verruiming van de vaargeul en wat de omvang van de polders zou moeten zijn. Tevens wordt bestudeerd wat het effect van verruiming van de vaargeul op de ontwikkeling van de drempels, waar nu het meest gebaggerd moet worden, zal zijn.

Verplaatsing van zandwinning en stortlokaties

Sinds 1970 zijn zeer grote hoeveelheden baggerspecie gestort in nevengeulen in het oostelijk deel van de Westerschelde. Een groot deel van de gestorte specie stroomt waarschijnlijk weer snel terug naar de drempels, zodat er sprake is van "rondpompen" van baggerspecie. Ondanks deze grote retourstroom zijn de stortlokaties in de nevengeulen zodanig verondiept dat zij steeds minder goed bereikbaar worden voor het baggermaterieel. Daarom moet steeds vaker uitgeweken worden naar alternatieve stortlokaties, in de vaargeul zelf of verder westelijk gelegen lokaties. De indruk bestaat dat een deel van de in de vaargeul gestorte specie in de krekken van Saeftinge terechtkomt en tot versnelde verlanding van het schor leidt.

De zandaanvoer naar de baggerlokaties kan verminderd worden door het zandaanbod in de directe omgeving te verminderen. Dit kan bereikt worden door zandwinning in het oostelijk deel van de Westerschelde te concentreren. Ook het verlengen van de transportweg tussen de stortlokaties en de baggerlokaties, door de stortlokaties verder westelijk te situeren, kan tot vermindering van het baggerwerk leiden.

In het project OostWest wordt onderzocht hoe de natuurlijke transportbanen voor zand in de Westerschelde lopen en in welke mate de zandaanvoer naar de drempels door zandwinning en verplaatsing van stortlokaties beperkt kan worden.

..... 3.2 Herstel van habitats

Van nature komen langs een estuarium reeksen van habitats voor die geleidelijke overgangen van zout naar zoet, van diep naar ondiep en van dynamisch naar rustig water weerspiegelen. Schorren zijn in het brakke deel van de Westerschelde, in de vorm van het Land van Saeftinge, goed vertegenwoordigd. Door inpolderingen en dijkversterkingen zijn echter vooral schorren in het zoute en het zoete deel van het Schelde-estuarium ondervertegenwoordigd. De nog aanwezige schorren worden door erosie



bedreigd. Behoud en uitbreiding van schorren is binnen de huidige begrenzingen slechts zeer beperkt mogelijk. Door het storten van baggerspecie in de nevengeulen komen laagdynamische plaatgebieden in het oostelijk deel van de Westerschelde onder druk te staan. In het project Oostwest wordt onderzocht of herstel van deze habitats mogelijk is door binnen- of buitendijkse schorontwikkeling in het westelijk deel van de Westerschelde en langs de Schelde en door het verplaatsen van stortlokaties van baggerspecie naar het westelijke deel.

.....
3.3 Integrale oplossingen

Er wordt zoveel mogelijk gezocht naar oplossingen die zowel aan het minimaliseren van het baggerwerk ten goede komen als aan het herstel van de natuurwaarden. Binnendijkse schorontwikkeling door ontpoldering kan, mits op een gunstige lokatie en op voldoende grote schaal uitgevoerd, samengaan met vergroting van de komberging van het estuarium. Tevens kan ontpolderen gunstige effecten op de hoogwaterstanden hebben. Het verplaatsen van stortlokaties naar het westelijk deel van de Westerschelde kan zowel bijdragen aan een meer evenwichtige verdeling van hoog- en laagdynamische plaatgebieden als aan vermindering van het baggerwerk.



Review beheer en onderzoek Westerschelde



4 Aanbevelingen van het reviewteam en conclusies van Rijkswaterstaat

De belangrijkste onderwerpen die het reviewteam heeft belicht komen in dit hoofdstuk aanbod, te weten: Strukturele oplossingen, draagvlak voor nieuwe ideeën, streefbeeld voor natuur, ideeën voor het verminderen van baggerwerk, het conceptuele model van morfologische processen, aanvullende ideeën van het reviewteam, implementatie van onderzoeksresultaten in beheer en tenslotte projectmanagement. Per onderwerp wordt een korte omschrijving van de ideeën uit het project OostWest gegeven, gevolgd door de aanbevelingen van het reviewteam en de conclusies die Rijkswaterstaat hieruit trekt.

.....

4.1 Strukturele oplossingen

Het onderzoek in de Westerschelde is voornamelijk gericht op een zo gunstig mogelijke combinatie van vaarwegbeheer en natuurbeheer. Er worden onder meer nieuwe wijzen van vaarwegonderhoud onderzocht die meer mogelijkheden bieden voor verdere verdieping én herstel van natuur dan de huidige werkwijze.

Aanbevelingen van het reviewteam

Het reviewteam benadrukt dat het instand houden van de vaarweg naar Antwerpen een sterk negatieve druk zal blijven uitoefenen op de natuur in de Westerschelde. Aanbevolen wordt om naast het onderzoek naar optimalisatie van het vaarwegonderhoud ook aandacht te besteden aan meer structurele oplossingen op planologisch gebied waardoor de noodzaak voor het vaarwegonderhoud op termijn afneemt. Dergelijke oplossingen kunnen worden gezocht in een andere taakverdeling tussen zee- en landwaarts gelegen havens of in de aanleg van een Baalhoekkanaal, indien dit tot een geringere onderhoudsdiepte in het oostelijk deel leidt.

Conclusie van Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat onderschrijft de aanbeveling dat aandacht voor meer structurele oplossingen nodig blijft. Hiertoe zal zij bestaande plannen en studies van de havens in de regio in samenhang onderzoeken. In het project Watersysteemverkenningen wordt de economische waarde van verschillende functies van de Westerschelde in kaart gebracht. Op ministerieel niveau is afgesproken dat, door Vlaanderen en Nederland gezamenlijk, een beleidsanalyse zal worden uitgevoerd voor een Baalhoekkanaal. De effecten van een Baalhoekkanaal op het beheer van de



Westerschelde zullen een onderdeel van deze beleidsanalyse vormen. Het onderzoek naar optimalisatie van vaarwegonderhoud en natuurherstel zal worden voortgezet.

.....

4.2 Draagvlak voor nieuwe ideeën

Het onderzoek in de Westerschelde heeft geleid tot nieuwe ideeën voor beheer van de Westerschelde, die tot koerswijzigingen in het beleid kunnen voeren. Het meest omstreden idee betreft het "ontpolderen" van binnendijkse gebieden ten behoeve van vaarwegonderhoud, veiligheid en natuurontwikkeling.

Aanbevelingen van het reviewteam

Het reviewteam ondersteunt de nieuwe ideeën, maar acht het van belang dat deze in een breder planologisch en geografisch kader worden ingepast.

Het reviewteam raadt aan in een zo vroeg mogelijk stadium voorlichting te geven aan en discussie te voeren met belanghebbenden om voldoende draagvlak te creëren voor toekomstige koerswijzigingen.

Aanbevolen wordt zowel voor planologische studies als voor voorlichting een post van f100.000,- te reserveren.

Conclusies van Rijkswaterstaat

De pilotstudie van OostWest is gestart als nader onderzoek naar onzekerheden die gesignaleerd zijn bij het opstellen van het Beleidsplan Westerschelde. Hierbij ging het aanvankelijk om problemen in het oostelijk deel van de Westerschelde die samenhangen met de toenemende baggeromvang. Het momenteel lopende vervolgonderzoek is breder van opzet.

Aan de hand van de onderzoeksresultaten zullen in een vervolgstudie de consequenties van verschillende beheersalternatieven onderling vergeleken worden. Op basis van een dergelijke beheersanalyse kunnen onderbouwde keuzes worden gemaakt die tot bijstelling van het Beleidsplan Westerschelde of het Struktuurplan Vlaanderen zouden kunnen leiden. Er wordt naar gestreefd deze analyse met de betrokken Nederlandse en Vlaamse instanties gezamenlijk uit te voeren.

Sinds de uitvoering van de pilotstudie is regelmatig informatie over de nieuwe ideeën verspreid, via brochures, lezingen, kranten, radio en televisie. De noodzaak om ook met direkt betrokkenen in discussie te treden wordt echter onderkend. De review en de discussiebijeenkomst met het reviewteam is daar een eerste aanzet toe geweest. In de toekomst zullen meerdere discussiebijeenkomsten moeten worden georganiseerd voor verschillende doelgroepen, zoals bestuurders, beheerders en omwonenden. Hiertoe zal een voorlichtingsplan worden opgesteld.



.....
4.3 Streefbeeld voor natuur

De onderzoeksrapporten geven aan dat voor herstel van natuurwaarden vermindering van de baggerwerken en herstel van habitattypen noodzakelijk is. Gestreefd wordt naar reeksen van habitattypen die de voor estuaria kenmerkende overgangen weerspiegelen.

Aanbevelingen van het reviewteam

Het reviewteam stelt vast dat het streven naar complete reeksen van habitattypen vanuit de ecologie als wetenschap niet onderbouwd kan worden. Een dergelijk streefbeeld kan alleen gekozen worden aan de hand van maatschappelijke wensen op het gebied van milieubeheer en natuurbehoud. Het reviewteam beveelt aan in brede kring over het streefbeeld van gedachten te wisselen en voor een pragmatische en concrete invulling te kiezen.

Conclusies van Rijkswaterstaat

Naar de mening van Rijkswaterstaat is het algemene idee van het streven naar herstel van habitattypen in voldoende mate maatschappelijk onderbouwd. Het idee is immers al vastgelegd in het Beleidsplan Westerschelde. Maar ook in landelijke en mondiale natuurbeleidsplannen wordt het streven naar diversiteit en kenmerkendheid uitgedragen. De noodzaak van een concretere invulling van het streefbeeld wordt onderkend, dit zal in samenspraak met diensten van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en andere betrokkenen plaatsvinden.

.....
4.4 Voorgestelde ideeën voor verminderen van baggerwerken

Uitgangspunt van de studies is dat voor duurzaam beheer en herstel van de natuur minimalisatie van baggerwerken van groot belang is. Hiervoor zijn drie oplossingen verkend: Het vergroten van de komberging door ontpolderen, het verder westelijk brengen van baggerspecie en het concentreren van zandwinning in het oostelijk deel van de Westerschelde.

Aanbevelingen van het reviewteam

Het reviewteam is van mening dat kombergingvergroting, westelijke verplaatsing van baggerspecie en zandwinning in het oosten inderdaad tot een vermindering van het baggerwerk in de vaargeul zullen leiden. Het reviewteam geeft enkele punten aan die nader onderzoek verdienen. Het reviewteam raadt aan de aanslibbing van een eventueel nieuw kombergingsgebied in de beginfase zorgvuldig te monitoren. Het reviewteam wijst op het risico dat door de voorgestelde stort- en zandwinstrategie lokaal zandtekorten kunnen ontstaan. Dit zou tot



afname van platen en schorren kunnen leiden.

Conclusies van Rijkswaterstaat

Om meer inzicht te krijgen in de ontwikkelingen in een ontpolderde gebied is een monitoringprogramma voor de Selenapolder opgestart. De metingen hebben betrekking op de aanslibbing, maar ook de vegetatieontwikkeling, de kreekontwikkeling en enkele hydraulische parameters. De gevolgen van het onttrekken van zand uit het oostelijk deel op de zandbalans zullen worden gecheckt worden met behulp van een mathematisch model. Tevens wordt een nadere studie uitgevoerd naar de ontwikkelingen van plaat- en geulpatronen.

Effecten van ingrepen zullen in het veld gemeten worden door zorgvuldige monitoring. Om snel in te kunnen springen op veranderingen zal de frequentie van het opstellen van zandbalansen worden opgevoerd van één keer per vijf jaar naar één keer per twee jaar. De ontwikkeling van platen en schorranden wordt eveneens door regelmatige metingen in de gaten gehouden. De hiervoor benodigde metingen zijn echter tijdrovend, onderzocht wordt of met nieuwe technieken, zoals remote sensing, sneller en goedkoper gewerkt kan worden.

.....

4.5 Aanvullende ideeën van het reviewteam

Het onderzoek in het project OostWest is toegespitst op vergroting van de komberging, keuze van stort- en zandwinlokaties en het herstel van habitats. Het reviewteam geeft enkele ideeën voor aanvullend onderzoek.

Aanbevelingen reviewteam

Het reviewteam wijst erop dat vergroting van de komberging wellicht ook op andere manieren dan door ontpolderen bereikt kan worden, bijvoorbeeld door het creëren van een effectiever geulenpatroon. Het reviewteam beveelt aan meer aandacht te besteden aan de vorm van het geulenstelsel. Onderzocht moet worden of het geulenpatroon door "morfologisch baggeren" zodanig kan worden vormgegeven dat de komberging optimaal benut wordt en de aanstroming van drempels zo gunstig mogelijk is. Tevens kan met een meer gestroomlijnd geulenpatroon een afname van oevererosie bereikt worden.

Het reviewteam raadt aan de drempeldiepte en -breedte met probabilistische technieken te dimensioneren. Een nauwkeurigere berekening van de drempeldiepte kan de baggeromvang waarschijnlijk beperken. De contractvorm met baggeraars kan eveneens van invloed zijn op de baggeromvang. Zo zou het gunstiger kunnen zijn de baggeraars te vergoeden per kilometer vaarwegonderhoud in plaats van per kubieke meter gebaggerd zand.



Conclusies van Rijkswaterstaat

Morfologisch baggeren ten behoeve van het vaargeulonderhoud en de bescherming van oevers wordt als een zeer interessant idee gezien waar meer aandacht aan zal worden besteed. Een onlangs uitgevoerd onderzoek naar aanzandingsprocessen op de verschillende drempels in de vaargeul, levert al enige aanwijzingen op voor mogelijkheden voor morfologisch baggeren. Tevens zal bekeken worden of experimenten kunnen worden uitgevoerd met andere baggertechnieken, zoals waterinjectiebaggeren. Tot nu toe wordt de te onderhouden drempeldiepte berekend door bij de diepte die onder normale omstandigheden nodig is een aantal "toeslagen" op te tellen voor het geval dat extreme situaties optreden. Extreme situaties kunnen bijvoorbeeld zeer laag water of harde wind zijn. Om de drempeldiepte nauwkeuriger te berekenen worden geleidelijk probabilistische technieken ingevoerd die meer rekening houden met de kans dat extreme situaties optreden. Begonnen is met die onderdelen waar de meeste winst te behalen is, zoals in de berekening van de getijfase waarin het mondingsgebied bevaarbaar is voor grote schepen. In de komende jaren zullen ook de tijpoorten op de Westerschelde op probabilistische wijze worden berekend. De foutenmarge rond dieptemetingen is beter in beeld gebracht door een stochastische analyse van lodings- en plaatsbepalingsgegevens.

.....

4.6 Conceptueel model van morfologische processen

Morfologische processen in de Westerschelde zijn zo complex dat zij nog niet met een gedetailleerd wiskundig model gesimuleerd kunnen worden. De ideeën voor nieuwe beheerswijzen en de inschatting van de effecten zijn voornamelijk gebaseerd op een conceptueel model van oorzaak/gevolg relaties op het gebied van getij en morfologie.

Aanbevelingen van het reviewteam

Het reviewteam beveelt aan veel aandacht te blijven besteden aan een verdere invulling van het integrale conceptuele model. Hierbij kunnen eenvoudige mathematische modellen van deelgebieden en monitoring van pilot-projecten steun geven.

Conclusies van Rijkswaterstaat

Het bijstellen van het conceptuele model zal een voortdurend proces zijn, ook na de afronding van het project OostWest. In het korte termijn onderzoek zal veel aandacht worden besteed aan een aantal elementen:

- Een analyse van bepalende zandtransportprocessen in het Schelde-estuarium.
- Een kwalitatieve analyse van processen die bepalend zijn voor morfologische evenwichten en hun relatieve belang in de Westerschelde.
- Een historische analyse van de interactie tussen ingrepen, hydraulische



- sche veranderingen en veranderingen in het geulen- en platenpatroon.
- Een kwalitatieve analyse van processen die de vorm en de ontwikkeling van drempels in de vaarweg bepalen.
- Een analyse van de effecten van stortingen en zandwinning met behulp van een eenvoudig mathematisch model, gebaseerd op evenwichtrelaties.

.....
4.7 Implementatie van onderzoeksresultaten in beheer

De ideeën voor nieuwe beheerswijzen verkeren nog in de onderzoeksfase, de consequenties ervan kunnen nog niet geheel overzien worden. Toch moeten ook op korte termijn besluiten worden genomen over ingrepen die verregaande gevolgen voor de Westerschelde kunnen hebben, zoals de lokatiekeuze voor een speciedepot, de verdieping van de Westerschelde, vernieuwing van de baggervergunning, de aanleg van oeververdedigingen en de aanleg van een Baalhoekkanaal.

Aanbevelingen van het reviewteam

Het reviewteam is van mening dat de nieuwe ideeën goede perspectieven bieden maar dat enkele elementen verder uitgewerkt dienen te worden. Ook nader onderzoek zal echter geen uitsluitel bieden over onzekerheden, zodat aangeraden wordt nieuwe beheerswijzen gefaseerd in te voeren en effecten zorgvuldig te monitoren.

Het reviewteam stelt vast dat in ieder geval voorkomen moet worden dat de komberging van de Westerschelde verder afneemt. De aanleg van een speciedepot in de Westerschelde past niet in deze visie.

Het is onduidelijk of de kans op plotselinge, onvoorziene omslagen in het systeem, zoals geulverleggingen, wordt vergroot door verdieping van de vaargeul. Ook zou een zogenaamd "trigger-effect" kunnen optreden, waardoor een zichzelf versterkend effect in gang gezet wordt. Het is van belang met dergelijke scenario's rekening te houden.

Het reviewteam raadt aan te onderzoeken wat het meest gewenste geulenpatroon is alvorens dit door middel van oeververdedigingen vast te leggen. Tevens wordt gewezen op de risico's van het ontstaan van ontgrondingen bij de aanleg van harde constructies. "Morfologisch baggeren" wordt als meest flexibele oplossing aangeraden. Dit houdt in dat door baggeren de vormgeving van het geulen- en platenpatroon wordt aangepast, zodat de aanstroming van de oevers in gunstige zin wordt gewijzigd.

Het reviewteam raadt aan bij de afweging over een Baalhoekkanaal de geringere noodzakelijke diepte van de vaarweg in het oostelijk deel te betrekken. Tevens raadt het team aan te onderzoeken of met de aanleg van een Baalhoekkanaal kombergingvergroting van de Westerschelde gerealiseerd kan worden, door de zeesluizen zo ver mogelijk stroomopwaarts in het kanaal te plaatsen.



Conclusies van Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat onderschrijft de aanbeveling van het reviewteam om nieuwe beheerswijzen gefaseerd in te voeren. Deze weg is ingeslagen met de aanpassing van het zandwinbeleid in 1992, waarmee voorzien is in een geleidelijke verplaatsing van zandwinlokaties van west naar oost. Vanaf 1995 zal vervolgens een nieuwe baggervergunning gelden, de stortlokaties voor baggerspecie zullen vanaf dat moment meer westelijk gesitueerd worden. Het zandwinbeleid en de baggervergunning worden om de vijf respectievelijk drie jaar vernieuwd, zodat regelmatige bijstelling aan de hand van gemeten ontwikkelingen mogelijk is.

Ten aanzien van de lokatiekeuze voor een speciedepot zijn de nadelige consequenties van een lokatie in de Westerschelde door Rijkswaterstaat in beeld gebracht. Omdat kombergingsverlies vooral in het oostelijk deel nadelig is, zijn buitendijks gelegen lokaties in het oostelijk deel van de Westerschelde in een vroeg stadium afgevallen. De uiteindelijke keuze zal echter gebaseerd zijn op een afweging van verschillende belangen.

Inzicht in het optreden van triggereffecten en plotselinge omslagen is inderdaad gering. In een onlangs uitgevoerd onderzoek naar drempelontwikkelingen zijn potentiële risicogebieden voor geulverleggingen in beeld gekomen. Het uitwerken van scenario's voor deze risicogebieden wordt als een nuttige voorbereiding gezien. Tevens is een promotieonderzoek gestart naar de ontwikkeling van kortsluitgeulen in de Westerschelde en de invloed daarvan op hoofdgeulen en platen.

Met de aanleg van oeververdedigingen is op kleine schaal gestart, bij uitvoering van de verdieping zullen extra oeververdediging worden aangelegd, de bestekken hiervoor zijn al gereed. Het idee van het reviewteam om door middel van "morfologisch baggeren" de oevers te stabiliseren spreekt echter bijzonder aan. Zoals eerder opgemerkt zal hier meer aandacht aan worden besteed.

Op korte termijn wordt gestart met een beleidsanalyse voor een Baalhoekkanaal. De effecten van een Baalhoekkanaal op de benodigde vaargeuldiepte, de baggeromvang en de komberging in het oostelijk en westelijk deel van de Westerschelde zullen een onderdeel van deze analyse vormen.

..... 4.8 Projectmanagement

In een projectplan zijn de produkten, de planning en de financiën voor het onderzoek in de periode 1993-1994 vastgelegd.

Aanbevelingen van het reviewteam

Het reviewteam benadrukt dat kwaliteitsborging ook in het vervolgonderzoek van groot belang is en raadt aan cruciale studies tweevoudig en onafhankelijk uit te laten voeren.

Een onafhankelijke projectleider, die kan beschikken over een secreta-



riaat, is volgens het reviewteam een noodzaak om tot een goede integratie van alle deelonderzoeken te komen.

Het reviewteam stelt vast dat de kosten redelijk verdeeld zijn over de verschillende deelonderzoeken, maar in het algemeen krap begroot zijn.

Conclusies van Rijkswaterstaat

Tot nu toe heeft kwaliteitsborging op verschillende wijzen plaatsgevonden. Enkele belangrijke studies zijn tweevoudig uitgevoerd, door enerzijds Nederlandse en anderzijds Vlaamse instituten. Voorbeelden hiervan zijn hydraulisch onderzoek naar de effecten van kombergingsvergroting en de aanzanding van Saeftinge. De resultaten van essentiële deelonderzoeken worden regelmatig ter beoordeling voorgelegd aan externe onderzoeksinstituten, dit is onder meer gebeurd met het zandtransportonderzoek van McLaren. Onderzoeken die worden uitbesteed worden gewoonlijk begeleid door een groep van deskundigen van Rijkswaterstaat en externe instituten, zodat tussentijdse bijsturing mogelijk is. Begeleidingsgroepen zijn onder meer ingesteld voor het drempelonderzoek en de historische analyse van schorren en intergetijdegebieden. In het vervolg zal in ieder onderzoeksplan een paragraaf over kwaliteitsborging worden opgenomen.

In de organisatie van het project OostWest kan onderscheid gemaakt worden tussen het onderzoeksproject en de werkgroep Oostwest. De projectleider van het onderzoeksproject is verantwoordelijk voor de onderlinge afstemming van de technische deelonderzoeken op fysisch, morfologisch en ecologisch gebied. De inzet van de projectleider van het onderzoeksproject wordt voldoende geacht om de technische deelonderzoeken te kunnen coördineren en de voortgang te bewaken. De resultaten van de deelonderzoeken zullen worden beschreven in een zestal eindprodukten.

De projectleider van de werkgroep OostWest is verantwoordelijk voor de sturing van het onderzoeksproject en de afstemming met de Vlaamse betrokkenen. De projectleider van de werkgroep is eveneens verantwoordelijk voor integratie van de technische onderzoeksresultaten met planologische en maatschappelijke aspecten. Deze integratie komt tot stand in de vorm van een beheersanalyse die door de werkgroep zal worden uitgevoerd op basis van de onderzoeksresultaten. Verwacht wordt de taak van de projectleider van de werkgroep in de toekomst meer tijd zal gaan vergen.



5 Conclusies

De algemene indruk van het reviewteam over de ideeën voor het verbeteren van de morfologische structuur is positief. De studies naar het effect van ontpolderen, het verplaatsen van stortlokaties en zandwinning en het herstel van natuurlijke habitats zullen worden voortgezet.

De review heeft een aantal nieuwe ideeën en inzichten opgeleverd, met name over het belang van een meer geografische benadering van het onderzoek, de rol van maatschappelijke wensen bij het vaststellen van streefbeelden voor de natuur en de noodzaak van het verbeteren van het maatschappelijke draagvlak voor de realisering van nieuwe beheerswijzen.

Naar aanleiding van aanbevelingen van het reviewteam zal meer aandacht worden besteed aan de vergroting van het maatschappelijk draagvlak en de planologische inpassing van nieuwe beheerswijzen. Hiervoor zal een voorlichtingsplan worden opgesteld. Tevens zullen de consequenties van verschillende beheersalternatieven in kaart gebracht worden, zodat een onderbouwde keuze gemaakt kan worden door alle belanghebbenden.

Om meer inzicht te krijgen in de effecten zullen de nieuwe beheerswijzen op aanbeveling van het reviewteam geleidelijk worden ingevoerd en door intensieve monitoring worden begeleid. De mogelijkheden voor "morfologisch baggeren" zullen nader onderzocht worden.

Op een aantal punten zal het lopende onderzoek worden aangepast. Voor het verbeteren van het conceptuele model zullen gedetailleerde studies van pilotgebieden worden uitgevoerd. De ééndimensionale rekenkundige balansaanpak wordt uitgebreid met een meer ruimtelijke analyse van geografische en morfologische processen.

In onderzoeksplannen zal in het vervolg een paragraaf over de wijze van kwaliteitsborging worden opgenomen.



Literatuur

Bestuurlijk Klankbordforum Westerschelde (1991) Beleidsplan Westerschelde.

Pieters, T., C. Storm, T. Walhout en T. Ysebaert (1991) Het Schelde-estuarium, méér dan een vaarweg. Rapportage van een pilotstudie naar de ontwikkeling van de fysische structuur van het Schelde-estuarium, uitgevoerd door de project groep OostWest. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren en Directie Zeeland, nota GWWS-91.081.

R.W.S. (1993) Projectplan OostWest, fase 1993-1994. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren en Directie Zeeland, werkdocument GWWS-93.813X.



Review beheer en onderzoek Wester-
scheide

Bijlage 1 Leden van het reviewteam

Review beheer en onderzoek Westér-
schelde



SAMENSTELLING VAN HET REVIEWTEAM:

Ir. H. Engel (voorzitter)

Ingenieur Engel is voormalig hoofdingenieur-directeur van Rijkswaterstaat Directie Zeeland. Hij is thans werkzaam als senior adviseur op het gebied van management van estuaria, kusten en rivieren en de uitvoering van beleidsanalyses.

Prof.dr.ir. J.F. Agema

Professor Agema is hoogleraar emeritus Waterbouwkunde aan de Technische Universiteit Delft. Hij is werkzaam als senior adviseur op het gebied van hydraulica, waterbouwkunde en milieu-effectrapportages.

Prof.dr.ir. J. Berlamont

Professor Berlamont is hoogleraar Bouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven en hoofd van het Laboratorium voor Hydraulica aan dezelfde universiteit. Hij is met name deskundig op het gebied van weg- en waterbouwkunde, hydraulica en modellering van water- en sedimenttransport.

Prof.ir. J.J. Peters

Professor Peters is senior adviseur voor internationale organisaties op het gebied van hydrodynamica, sedimenttransport en morfologie van estuaria en rivieren. Hij is tevens hoogleraar Hydraulica aan de Vrije Universiteit Brussel en gastdocent aan de Université Catholique.

Prof.dr. J.H.J. Terwindt

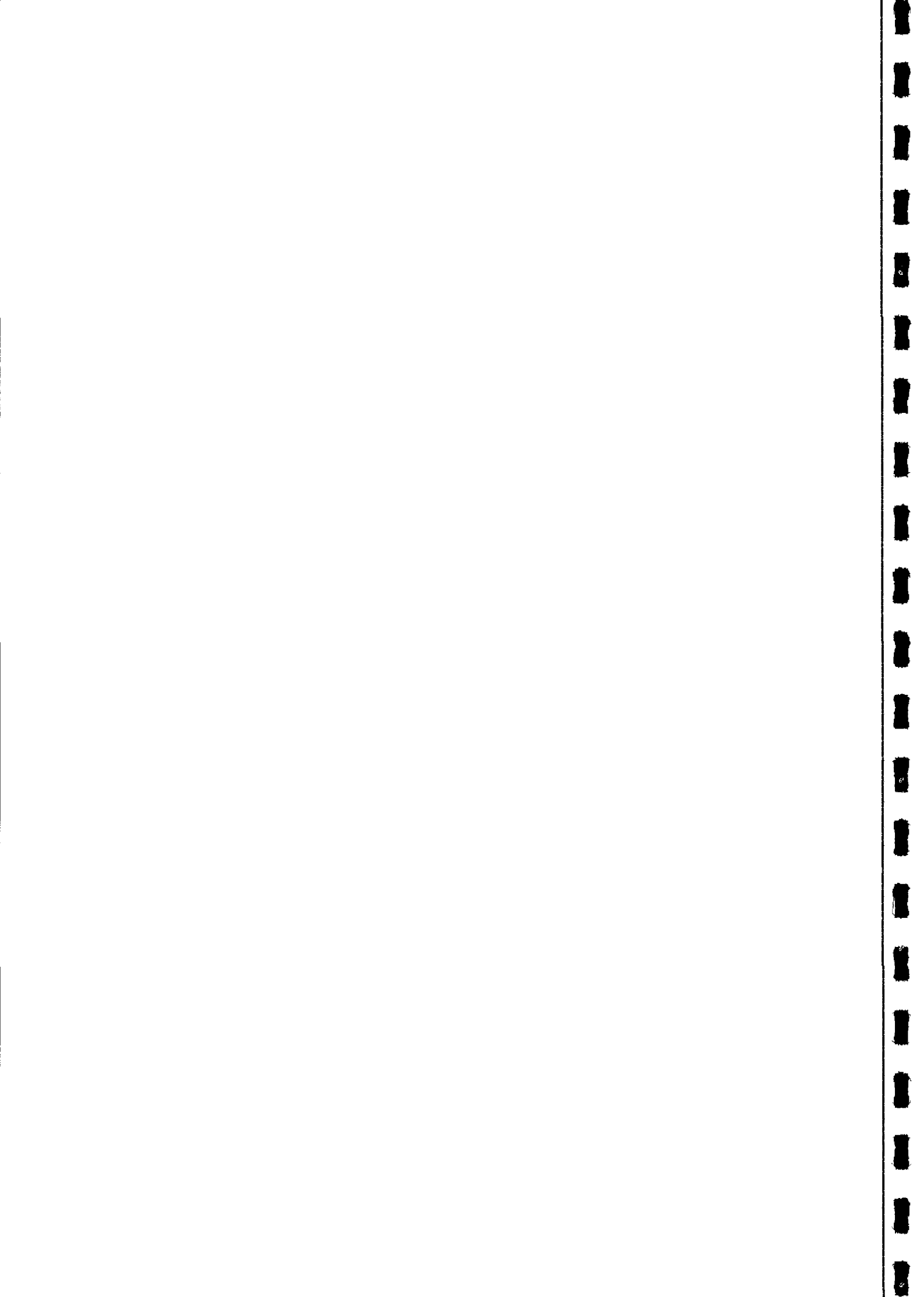
Professor Terwindt is hoogleraar Fysische Geografie aan de Rijksuniversiteit Utrecht en voorzitter van de Programmaraad van het Nederlands Centrum voor Kustonderzoek. Hij is met name deskundig op het gebied van sedimentologie, morfologie en slibhuishouding van kusten en estuaria.

Prof.dr. R.F. Verheyen

Professor Verheyen is hoogleraar aan de Universitaire Instelling Antwerpen en hoofd van de onderzoeksgroep natuurbeheer aan dezelfde universiteit. Hij is met name deskundig op het gebied van landschaps-ecologie, gedragsecologie, natuurbeheer en milieu-effectrapportages.

Prof.dr. W.J. Wolff

Professor Wolff is hoogleraar Aquatische Ecologie aan de Landbouwniversiteit Wageningen en hoofd van de afdeling Aquatische Ecologie van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. Hij is met name deskundig op het gebied van aquatische ecologie van zoete en zoute wateren, estuariene ecologie en klimaatsveranderingen.





Review Beheer en onderzoek Wester-
schelde

Bijlage 2 Opdracht van Rijkswaterstaat aan het reviewteam



Review beheer en onderzoek Westerschelde

Memo



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland

Aan
review-team

Contactpersoon
drs. R. Postma
Datum
10 mei 1993

Doorkiesnummer
01180-86442
Bijlage(n)
3

Onderwerp

Opdracht voor het uitvoeren van een review met betrekking tot het beheer van de Westerschelde.

1. Inleiding

In de komende jaren wordt Directie Zeeland van Rijkswaterstaat met een aantal complexe beheersvragen ten aanzien van de Westerschelde geconfronteerd. Als voorbeeld kunnen genoemd worden:

-Op welke manier kunnen vaargeulonderhoud in de Westerschelde en duurzaam ecologisch beheer worden gecombineerd?

-Hoe kunnen nieuwe ingrepen, zoals zandwinning, verdieping van de vaargeul, bouw van een speciedepot worden ingepast in duurzaam beheer van het systeem?

-Op welke manier kan de morfologische en ecologische structuur van het estuarium verbeterd worden?

In de afgelopen jaren is een inventariserende studie uitgevoerd naar knelpunten in het functioneren van de Westerschelde waarbij tevens concepten voor oplossingsrichtingen zijn opgesteld. De komende twee jaar zal aanvullend onderzoek worden uitgevoerd om deze concepten nader te onderbouwen. Het is echter wenselijk om ook nu al bij de aanpak van actuele beheersvragen rekening te houden met de onderzoeksresultaten. De concept-oplossingsrichtingen hebben niet alleen betrekking hebben op het eigen beheersgebied, de Westerschelde, maar op het gehele Schelde-estuarium en kunnen verstrekkende gevolgen hebben voor het beheer en beleid. Daarom wil de H.I.D. van de Directie Zeeland een beoordeling van externe deskundigen over de resultaten van het reeds uitgevoerde onderzoek, de implementatie hiervan in actueel beheer en beleid en de aanpak van het vervolgonderzoek.

Postadres postbus 5014, 4330 KA Middelburg
Bezoekadres Koestraat 30

Telefoon 01180-86000
Telefax 01180-86231/40215



2. Afbakening

De belangrijkste problemen in het Schelde-estuarium betreffen de kwaliteitsafname van morfologische structuur en ecologie en de vervuiling van water en waterbodem. De review zal zich echter beperken tot onderzoek en beheer met betrekking tot de morfologische structuur en de ecologie.

In het Beleidsplan Westerschelde zijn doelstellingen geformuleerd voor alle functies van het gebied. Kort samengevat luiden de belangrijkste doelstellingen ten aanzien van morfologie en ecologie als volgt:

- | | |
|------------|---|
| morfologie | -minimaliseren van onderhoudsbaggerwerk
-handhaven van natuurlijke morfologische dynamiek
-voorkomen van versnelde verlanding van het estuarium |
| ecologie | -handhaven c.q. herstellen van areaal en natuurwaarden van schorren, intergetijde-gebieden en ondiepwatergebieden
-bereiken van een natuurlijk tempo van verlanding van schorren |

Als vervolg op het Beleidsplan Westerschelde is het project OOSTWEST van start gegaan. In de periode 1989-1992 is in het kader van OOSTWEST een pilotstudie uitgevoerd die geleid heeft tot een kwalitatieve systeem-beschrijving en concepten voor oplossingsrichtingen. Tevens is in kwalitatieve zin beschreven op welke wijze ingrepen, zoals de verdieping van de vaarweg, zo goed mogelijk in het systeem ingepast kunnen worden.

In de periode 1993-1995 zal vervolgonderzoek worden uitgevoerd om de kwalitatieve resultaten van de pilotstudie nader te onderbouwen. Door de Directie Zeeland zijn beheersvragen opgesteld die de komende twee jaar op basis van het vervolgonderzoek beantwoord moeten kunnen worden (bijlage 1).

3. Aanpak van de review

De opdracht aan het review-team bestaat uit twee onderdelen:

1. Het beantwoorden van actuele beheersvragen op basis van "best professional judgement".
2. Het beoordelen of met het voorgestelde vervolgonderzoek binnen twee jaar voldoende onderbouwing van deze antwoorden mogelijk is.

ad. 1 Het beantwoorden van actuele beheersvragen.

In de pilotnota van OostWest worden, in kwalitatieve zin, knelpunten en oplossingsrichtingen voor de Westerschelde beschreven. De komende twee jaar wordt onderzoek uitgevoerd om tot een nadere onderbouwing van



concepten te komen. In hoeverre kunnen de oplossingsrichtingen nu al worden vertaald naar beheer? De volgende concrete vragen worden ter beantwoording aan het reviewteam voorgelegd:

1. Is de algemene systeemanalyse zoals weergegeven in de pilotnota correct?
2. Is er sprake van versnelde verlanding van het Schelde-estuarium of een reële dreiging daarvan als gevolg van inpolderingen en baggerwerkzaamheden?
3. Verloopt het verlandingsproces in het Land van Saeftinge als gevolg van baggeren en storten sneller dan onder meer natuurlijke omstandigheden verwacht zou worden?
4. In de pilotnota wordt vermeld dat de omvang van het baggerwerk bij verdere verdieping van de vaargeul binnen de perken gehouden kan worden als de volgende oplossingsrichtingen worden doorgevoerd:

- vergroten van komberging
- stortlocaties voor baggerspecie verder naar het westen verplaatsen
- méér zandwinnen uit het oostelijk deel

- a. Zijn dit inderdaad de meest effectieve oplossingsrichtingen?
 - b. In welke mate kunnen deze oplossingsrichtingen bijdragen aan reductie van het baggerbezwaar, de verlandingsnelheid van het estuarium, de verlandingsnelheid van Saeftinge en mogelijkheden voor ecologisch herstel van het estuarium?
 - c. Op welke schaal moeten deze oplossingsrichtingen worden toegepast om substantieel effect te verkrijgen?
5. In de pilot-nota wordt gesteld dat voor duurzaam ecologisch herstel, aanvullend op de onder 4. genoemde oplossingsrichtingen, de habitatdiversiteit vergroot moet worden. Hieronder wordt verstaan: vergroting van de arealen zoute schorren, brakke laagdynamische ondiepwater- en intergetijdegebieden en zoete ondiepe getijdegebieden.
- a. Zijn deze drie habitattypen inderdaad de zwakke schakels in het Schelde-estuarium?
 - b. In welke mate moeten deze habitattypen worden uitgebreid om effectief bij te dragen aan duurzaam ecologisch herstel?
 - c. Op welke wijze kan uitbreiding van deze habitattypen tot stand komen en welke areaalwinst kan behaald worden?
6. Hoe groot zijn de marges rond de op bovengenoemde vragen en welke risico's brengt directe implementatie in beheer en beleid met zich mee?

ad. 2 Het beoordelen van het vervolgonderzoek.

Doel van dit onderdeel is inzicht te verkrijgen in de mate waarin de onderbouwing van de onder ad. 1 geleverde beantwoording kan verbeteren door uitvoering van het vervolgonderzoek. Op basis van het plan van aanpak voor de vervolgstudie wordt van het review-team een antwoord op de volgende vragen verwacht:

- a. Zijn de beheersvragen (bijlage 1) juist geformuleerd en ontbreken er essentiële vragen?
- b. Hoe geschikt is de gekozen onderzoeksaanpak voor het beantwoorden van de beheersvragen uit bijlage 1?



- c. In hoeverre verhouden niveau en nauwkeurigheid van de produkten zich tot de gestelde beheersvragen?
- d. Hoe verhouden zich de beschikbare modellen en data-verwerkingssystemen tot de benodigde nauwkeurigheid?
- e. Hoe evenwichtig zijn de verschillende deelonderzoeken opgesteld en in hoeverre is de onderlinge integratie verzekerd?
- f. Is de tijdsplanning voor het uit te voeren onderzoek realistisch?
- g. Zijn mensinzet en financiën voldoende, gelet op de tijdsplanning en de benodigde nauwkeurigheid van produkten?
- h. Is de kwaliteitsborging van de produkten voldoende geregeld?

De review-opdracht wordt uitgevoerd op basis van de volgende documenten:

- 1. Het Schelde-estuarium, méér dan een vaarweg. Rapportage van een pilotstudie naar de ontwikkeling van de fysische structuur van het Schelde-estuarium, uitgevoerd door de project groep OostWest (nota GWWS-91.081)
- 2. Het Schelde-estuarium, beheren of beheersen? (concept)
- 3. Projectplan OostWest fase 1993-1994 (werkdokument GWWS-93.813x)

Als achtergrondinformatie worden tevens de volgende rapporten toegezonden:

- 4. beleidsplan Westerschelde, eindrapport,
 - 4a deelrapport 1 "Zuurstof en nutriëntenhuishouding"
 - 4b deelrapport 3 "Slibhuishouding en bodemkwaliteit"
 - 4c deelrapport 4 "Morfologische structuur en dynamiek"
- 5. Verdieping Westerschelde, studierapport programma 48'/43', deel 1 en deel 2.
- 6. Slib in het estuarium van de schelde: paden en lotgevallen deel 1. De grootschalige (semi-) natuurlijke slibbeweging.
- 7. Slib in het estuarium van de schelde: paden en lotgevallen deel 2. Een analyse van de problematiek, een synthese van kennislacunes en een plan van aanpak voor toekomstig onderzoek.
- 8. Het Schelde estuarium, een ecologische beschrijving en een visie op de toekomst
- 9. Studie inrichting oostelijk deel Westerschelde; Analyse van het fysische systeem

4. Organisatie en planning

Het review-team wordt samengesteld uit een voorzitter en voorts drie Nederlandse en drie Belgische deskundigen op het gebied van morfologie, slibtransport en ecologie (bijlage 2).

Er worden twee bijeenkomsten georganiseerd voor het review-team en de organisatoren van de review (bijlage 3). De tweede bijeenkomst wordt tevens bijgewoond door een aantal genodigden die bij het project OOSTWEST betrokken zijn.



Tijdens de eerste, oriënterende, bijeenkomst wordt in de vorm van korte presentaties een overzicht gegeven van het uitgevoerde onderzoek en de beheers- en beleidsvragen. Tevens wordt het doel en de aanpak van de review nader toegelicht. Vervolgens kunnen de leden van het review-team onderling afspraken maken over de werkwijze en eventuele taakverdeling. De bijeenkomst wordt voorgezeten door de H.I.D. van Directie Zeeland, dr. H.L.F. Saeys.

Tijdens de tweede bijeenkomst worden, ter informatie van de genodigden, dezelfde presentaties gegeven als op de eerste bijeenkomst. Vervolgens presenteren de reviewteamleden hun beoordelingsresultaten. Deze bijeenkomst wordt voorgezeten door dhr. Engel.

Tijdens de besprekingen op deze twee dagen zal worden genotuleerd. De voorzitter van het review-team rapporteert schriftelijk over de eindconclusies (ca. 5 pagina's) aan de H.I.D. van Directie Zeeland.

De eerste bijeenkomst zal op 25 mei 1993 plaatsvinden, de tweede bijeenkomst op een nader af te spreken datum in het najaar. De eindrapportage van het review-team wordt in november dit jaar afgerond. Naar schatting zal de tijdsbesteding van de leden van het review-team circa 5 dagen beslaan voor het bestuderen van literatuur, het deelnemen aan de twee bijeenkomsten en het rapporteren over de bevindingen.



bijlage 1

ONDERZOEKSVRAGEN VAN DIRECTIE ZEELAND VOOR PROJECT OOSTWEST

doelstelling:

Doel van het project OostWest is om meer inzicht in werkzame processen van het systeem te verkrijgen en op basis daarvan op korte termijn afwegingen te kunnen maken voor

- een duurzame wijze van vaarwegbeheer,
- inpassingsmogelijkheden voor nieuwe ingrepen en
- herstelmaatregelen voor de ecologie.

Aan het eind van het project moet voldoende kennis aanwezig zijn om de volgende rapporten te kunnen opstellen:

1. Een beleidsanalytische studie, waarin verschillende wijzen van vaarwegonderhoud onderling vergeleken worden wat betreft effectiviteit, kosten, duurzaamheid en effecten op ecologie.
2. Een zodanige procesbeschrijving dat gevolgen van nieuwe ingrepen op de hydraulica, de zand- en slibhuishouding en de ecologie kunnen worden ingeschat.
3. Een plan van aanpak voor ecologisch herstel (in relatie tot sanering).

Vragen vanuit beheer van de Westerschelde:

1. nader uitwerken van basiskennis
- 1.1 proceskennis gericht op het kunnen inschatten van de invloed van ingrepen op zandhuishouding en morfologie, getij, slibhuishouding en zoutgehalte

- stap 1: -reconstructie van historische ontwikkelingen
stap 2: -beschrijving van huidige processen

1.2 verlanding

In de pilotstudie is het concept geponeerd dat estuaria van nature neigen naar verlanding en dat dit proces door ingrepen in het systeem kan worden versneld. Ook in de Schelde-estuarium zou dit risico aanwezig zijn.

- stap 1: -Hoe verloopt het verlandingsproces in het Schelde-estuarium bij gelijkblijvend beheer (rekening houdend met de zeespiegelstijging)?
- stap 2: -Wordt het verlandingsproces aanmerkelijk versneld door ingrepen zoals vaarwegonderhoud, verdieping, Westerschelde Oeververbinding etc.?
- stap 3: -Hoe kan de verlandingssnelheid worden afgeremd door optimale inpassing van ingrepen?



1.3 streefbeeld ecologie

Centraal in het ecologische streefbeeld staat het voorkomen van complete reeksen van habitattypen, die kenmerkend zijn voor overgangen van zoet naar zout, hoogdynamisch naar laagdynamisch en van hoog naar laag. Hoe ziet een realistisch streefbeeld voor het Schelde-estuarium eruit?

- stap 1: -reconstructie van habitattypen in b.v. 1900
stap 2: -wat is een realistisch streefbeeld binnen de huidige mogelijkheden?

2. oplossingsrichtingen vaarwegonderhoud

Bij het beheer van de Westerschelde staat voorop dat economie en ecologie op elkaar afgestemd moeten worden. Dit betekent concreet dat de vaarweg zo natuurlijk mogelijk moet worden beheerd en dat gestreefd moet worden naar methoden die zo weinig mogelijk kunstmatige zandverplaatsingen tot gevolg hebben. In de pilotstudie zijn 4 oplossingsrichtingen verkend, te weten 1) effectievere stortlokaties, 2) meer zand winnen ten oosten van Hansweert, 3) meer kombergingsgebieden en 4) verdere regulering. De laatste oplossing, verdere regulering door de aanleg van leidammen of het hoger opvullen van nevengeulen, wordt in de pilotstudie sterk afgeraden. De eerste drie oplossingen behoeven nadere onderbouwing. Bij het uitwerken moet steeds van twee scenario's worden uitgegaan: onderhoud van de huidige vaarwegdiepte en uitvoering van het verdiepingsprogramma 48'/43'.

2.1 effectievere stortstrategie

Deze oplossing houdt in dat baggerspecie op grotere afstand van de baggerlocaties wordt gestort dan in de huidige situatie.

- stap 1: -hoe ziet de meest effectieve stortstrategie eruit, ervan uitgaande dat de kwaliteit van de specie geen belemmering vormt voor de te kiezen locaties?
- stap 2: -wat is de winst van deze optimale situatie voor
e het vaarwegonderhoud (in geld) en voor de ecologie (mogelijkheden voor herstel)?
- stap 3: -hoe kan deze stortstrategie, rekening houdend met kwaliteitsaspecten, gefaseerd ingevoerd worden?
-hoe ziet het kosten/baten plaatje voor vaarwegonderhoud en ecologie er in dat geval uit?

2.2 zandwinning

- stap 1: -wat zijn de onder- en bovengrenzen voor zandwinning als beheersinstrument: Hoeveel zand moet minimaal gewonnen worden om effectief bij te dragen aan vermindering van de baggeromvang. Hoeveel zand mag maximaal uit het systeem gewonnen worden zonder dat negatieve (lange termijn) effecten te verwachten zijn?



stap 2: -wat zijn de meest effectieve locaties voor zandwinning en hoe is zandwinning het beste in te passen in de bagger- en stortstrategie zoals bij 2.1 beschreven?

2.3 kombergingsvergroting

stap 1: -wat is het effect van kombergingsvergroting op getijvolumen en stroomsnelheden in het Schelde-estuarium?

-wat zijn ondergrenzen (minimum areaal i.r.t. hoogteligging en lokatie) voor effectiviteit en eventuele bovengrenzen voor negatieve effecten?
-hoe verhouden deze begrenzingsgebieden zich tot het areaal potentiële kombergingsgebieden?

stap 2: -in welke mate kan uitbreiding van kombergingsgebieden de baggeromvang doen verminderen? Wat is de winst voor vaarwegonderhoud en voor ecologie, ook in combinatie met de andere oplossings-richtingen?

-wat is het effect van uitbreiding van kombergingsgebieden op de slibgehalten (verandering aanslibssnelheid van schorren en troebelheid t.o.v. huidige situatie) in Westerschelde en Zeeschelde?

-wat is het effect van uitbreiding van kombergingsgebieden op de verdeling tussen marien en fluviatiel slib (ontwikkeling bodemkwaliteit schorren en waterbodembodem t.o.v. huidige situatie) in Westerschelde en Zeeschelde?

-wat is het effect van uitbreiding van kombergingsgebieden op zoutgehalten (vegetatie-patronen t.o.v. huidige situatie) in Westerschelde en Zeeschelde?

-hoe snel slibben de nieuwe kombergingsgebieden aan en wat is de herkomst van het slib?

stap 3: -wat is de meest ideale locatie, hoogteligging en inrichting van een nieuw kombergingsgebied voor optimaal effect op baggeromvang, slibhuishouding en ecologie?

3. verdieping

3.1 nadere uitwerking uitgangspunten verdiepingsprogramma

stap 1: -wat is de omvang van hoeveelheden baggerspecie, benodigde stortcapaciteit en effecten op oevers en schorren bij uitvoering van het verdiepingsprogramma?

stap 2: -wat is het effect van uitvoering van de verdieping op slibgehalten (aanslibssnelheden van schorren en kombergingsgebieden), verdeling van fluviatiel en marien slib (kwaliteitsontwikkeling van schorren en kombergingsgebieden) en op



zoutgehalten (vegetatie-ontwikkeling schorren)
langs het estuarium?

- 3.2 uitwerking voorstellen oever- en schorverdedigingen i.v.m. verdieping
 - stap 1: -hoe groot is de noodzaak van schorverdedigingen
 - stap 2: -nadere uitwerking van voorstellen voor methoden voor oever- en schorverdedigingen
- 4. Land van Saeftinge
 - 4.1 afweging van oplossingsrichtingen
 - stap 1: -wat zijn functies, problemen en oplossingsrichtingen voor Land van Saeftinge?
 - stap 2: -plan van aanpak
 - 4.2 nader onderzoek stortplaats Konijnenschor
 - stap 1: -wat is het effect van (stoppen van) storten op de oevererosie en de verlanding van Saeftinge?
 - stap 2: -wat zijn eventuele effecten op een alternatieve stortlokatie
 - wat zijn kosten en baten voor het in gebruik nemen van een alternatieve lokatie?
- 5. beleidsanalytische studie vaarwegonderhoud
 - stap 1: -opstellen van verschillende scenario's
 - stap 2: -beschrijving effectiviteit, kosten, duurzaamheid en effecten op ecologie per scenario
 - stap 3: -selecteren van voorkeursscenario's
- 6. procesbeschrijving Schelde-estuarium
 - stap 1: -procesbeschrijving huidige situatie
 - stap 2: -beschrijving effecten van ingrepen op processen
- 7. herstelplan ecologie
 - stap 1: -beschrijving pakket van maatregelen en doelstellingen (geoptimaliseerd vaarwegbeheer/zandwinning, maatregelen voor ontwikkeling van ontbrekende habitats, maatregelen voor behoud van bestaande habitats, inrichting Saeftinge)
 - stap 2: -kosten
 - stap 3: -volgorde van uitvoering i.r.t. kwaliteitontwikkeling



bijlage 2

SAMENSTELLING VAN HET REVIEWTEAM:

Voorzitter:

ir. H. Engel
(voormalig hoofdingenieur-directeur van Directie Zeeland)

Deelnemers review-team:

prof.ir. J.F. Agema
(Technische Universiteit Delft, fysicus en waterbouwkundige)

prof.dr.ir. J. Berlamont
(Katholieke Universiteit van Leuven, waterbouwkundige)

prof.ir. J.J. Peters
(Vrije Universiteit Brussel, morfoloog en slibdeskundige)

prof.dr. J.H.J. Terwindt
(Rijksuniversiteit Utrecht, fysisch geograaf en morfoloog)

prof.dr. R. Verheyen
(Universitaire Instelling Antwerpen, landschapsecoloog)

prof.dr. W.F. Wolff
(Landbouwuniversiteit Wageningen, estuarien ecooloog)



bijlage 3

ORGANISATIETEAM REVIEW:

Directie Zeeland: drs. A.R. Kop (vz)
 drs. A. van Kleef
 ir. M. Meulblok
 drs. R. Postma
 ir. E. Turkstra

Dienst Getijdewateren: ir. A. Langerak
 ir. T. Pieters
 ir. H. Smit
 ir. J. Vroon





Review beheer en onderzoek Westerschelde

Bijlage 3 Literatuurlijst ten behoeve van het reviewteam



LITERATUUR TOEGEZONDEN AAN HET REVIEWTEAM:

- Allersma, E. (1992) Studie inrichting Oostelijk deel Westerschelde; Analyse van het fysische systeem. Waterloopkundig Laboratorium, rapport Z 368.
- Bestuurlijk Klankbordforum Westerschelde (1991) Beleidsplan Westerschelde. Eindrapport en deelrapporten:
deelrapport 1 "Zuurstof en nutriëntenhuishouding"
deelrapport 3 "Slibhuishouding en bodemkwaliteit"
deelrapport 4 "Morfologische structuur en dynamiek"
- Meire, P., G. Rossaert, N. De Regge, T. Ysebaert en E. Kuijken (1992) Het Schelde-estuarium: Ecologische beschrijving en een visie op de toekomst. Instituut voor Natuurbehoud, rapport I.N. nr. A 92.57 en Rijksuniversiteit Gent, rapport RUG-WWE nr. 28.
- Ministerie van Openbare Werken (1977) Sigmaplan voor de beveiliging van het Scheldebekken tegen stormvloed op de Noordzee. Ministerie van Openbare Werken, Bestuur der Waterwegen.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (1990) De baggerwerken in de Schelde en de kwaliteit van water en bodem, stand van zaken. Departement Leefmilieu en Infratructuur.
- Pieters, T. (1993) Het Schelde-estuarium, beheren of beheersen? Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren en Directie Zeeland, rapport DGW-93.032.
- Pieters, T., C. Storm, T. Walhout en T. Ysebaert (1991) Het Schelde-estuarium, méér dan een vaarweg. Rapportage van een pilotstudie naar de ontwikkeling van de fysische structuur van het Schelde-estuarium, uitgevoerd door de project groep OostWest. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren en Directie Zeeland, nota GWWS-91.081.
- R.W.S. (1993) Projectplan OostWest, fase 1993-1994. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren en Directie Zeeland, werkdocument GWWS-93.813X.
- R.W.S. (1993) Globale kostenanalyse van baggeren en storten. Rijkswaterstaat Directie Zeeland.
- Technische Scheldecommissie (1984) Verdieping Westerschelde, studie rapport programma 48'/43', deel 1 en deel 2.
- Ten Brinke, W.B.M. (1993) Slib in het estuarium van de schelde: paden en lotgevallen deel 1 en 2. Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht, rapporten 92-9 en 92-10 (concepten).



Tijdschrift Water:

- nummer 60, sept./okt. 1991: "De Schelde, perspectieven voor ecologisch herstel."
- nummer 56, 1991: "Evolutie van de kwaliteit van het Scheldewater. Aanvullende gegevens tot en met 1989". Door K. Goedhals.
- nummer 43, 1988: "De Schelde, toegang tot Antwerpen."
- nummer 49, 1989: "De baggerwerken in de Schelde en hun permanente optimalisatie." Door: H. Belmans, J. Claessens, J. Marain en A. Bernard.

Vlaamse Milieumaatschappij (1993) Jaarverslag meetnet oppervlaktewateren 1992.

Westenbrugge, C. van (1993) Ontwikkelingen langs de oever na aanleg van oeverwerken bij Bath. Rijkswaterstaat Directie Zeeland, notitie NWL 93-25



Review beheer en onderzoek Wester-
schelde

Bijlage 4 Individuele beoordelingen van de leden van het reviewteam



BEOORDELING VAN PROF. IR. J.F. AGEMA

1. Kwaliteitsborging

Met alle waardering voor het gestelde in hoofdstuk 7 Projectplan Oost-West, blijft de vraag hoe binnen de organisatie de borging plaatsvindt van gecompliceerde studies in het bijzonder als mathematische modellen worden toegepast. Mijns inziens dienen in elk geval cruciale studies, tweevoudig en onafhankelijk van elkaar te worden uitgevoerd. Hierbij kan al of niet van dezelfde modellen worden uitgegaan.

2. Zandbalans

De nauwkeurigheid van metingen van de geometrie van de Westerschelde (en elders) laat te wensen over. (Zijn nauwkeurighedsanalyses uitgevoerd?). De vraag doet zich voor of dit verbeterd kan worden. Eén van de belangrijkste onnauwkeurighedsbronnen is de herleiding van de momentane waterstand naar het referentievlak. Kunnen de dieptemetingen niet worden uitgevoerd ten opzichte van een éénduidig referentievlak via een laser? Droogvallend gebied kan door luchtfoto grondmetrie worden vastgelegd.

3. Zandtransporten

Is het niet gewenst op grotere schaal tracémetingen uit te voeren om een beter inzicht van de zandbeweging in de Westerschelde te verkrijgen.

4. Monitoring en interpretatie pakket

Strekt dit pakket zich op uniforme wijze uit tot de Schelde op Vlaams gebied? Worden zowel op Nederlands als op Vlaams gebied verontreinigingsbronnen continue bewaakt.

5. Baggerwerken/verdieping 48'/43' (minimaliseren van de baggerintensiteit)

Hoe worden breedte en diepte van de te baggeren vaarweg op de drempels bepaald? Worden deze geoptimaliseerd met probabilistische technieken? Uit de studies blijkt dat het gebaggerde materiaal op grotere afstanden (ten westen van Hansweert) moet worden gestort. Is in dit geval de traditionele werkwijze met een sleephopper (baggeren, vervoeren en storten) nog de meest economische? Moet niet worden onderzocht of functiesplitsing tot lagere kosten leidt.

Dit wil zeggen dat de zuiger uitsluitend baggert en deponeert in



speciale transport/los vaartuigen b.v. splitbakken langzij van de zuiger (afgemeerd of meevarend). Deze vaartuigen vervoeren het gebag-gerde materiaal naar de stortplaats en storten het aldaar. De zuiger zal moeten worden voorzien van zijladingfaciliteiten; de transportvaar-tuigen moeten goed manoeuvreerbaar zijn o.m door boegschroeven. Het is gewenst per baggerwerk/drempel en stortplaats een nauwgezet monitor programma te hanteren. Niet alleen peilingen maar vooral zandtranspor-ten, stroommetingen, materiaal eigenschappen, vertroebeling e.d. dienen daarvan deel uit te maken.

6. Gevoeligheid van verdiepingsbaggerwerk?

Gelet op de onnauwkeurigheid van modelresultaten lijkt het niet eenvoudig de gevolgen van het verdiepingsbaggerwerk te voorspellen. Dit geldt voor het gehele Schelde-estuarium in de meest brede zin. In dit verband doet zich de vraag voor of een gevoeligheidsanalyse (met behulp van modellen) kan worden gemaakt.

Kan dit bijvoorbeeld door naast de ontworpen afmetingen ook extreme waarden (diepten) ter plaatse van de drempels respectievelijk omvang van stortplaatsen, in te voeren?

7. Slibberging

Tot nu toe worden bergingen overwogen in het oosten van de Westerschelde. Deze nemen op een ongunstige plaats komberging weg. Waarom worden geen lokaties bestudeerd in de buurt van de monding van de Westerschelde? Het transportprobleem zal hierbij moeten worden opgelost bijvoorbeeld door vermindering van de kwantiteit door indik-kingstechnieken.

8. Uitbreiding van overstromingsgebieden (met nu binnendijks gelegen land).

Wat is de potentiële oppervlakte van deze gebieden? In welke mate wordt de getijbeweging in gunstige zin (geen verhouding) beïnvloed. Hoelang zijn deze (binnendijkse) gebieden effectief in verband met aanslibbing en hoe verloopt dit in de tijd?



BEOORDELING VAN PROF.DR.IR. J. BERLAMONT

1. Systeembenadering

Het is zonder meer duidelijk dat een globale "systeem"benadering absoluut noodzakelijk is. Ieder alternatief, of iedere maatregelen moet vanuit verschillende invalshoeken (technisch, economisch, ecologisch, zelfs psychologisch en sociologisch) bekeken worden. De uiteindelijke keuzes zullen noodzakelijker wijze een compromis zijn, tenzij op voorhand dwingende randvoorwaarden gesteld worden bijvoorbeeld te onderhouden dieptes, beperking van budgetten, voorrang voor het behoud van het Land van Saeftinghe, enz. Op het gevaar af dat de studie alternatieven zou propageren die later omwille van zulke randvoorwaarden onuitvoerbaar zouden blijken, moeten deze randvoorwaarden opgezocht en zo goed mogelijk ingeschat worden.

2. Stortproblematiek

Het is duidelijk dat de huidige stortstrategie (vooral het terugstorten in de hoofdgeul) niet erg efficiënt is. Misschien is het wel de goedkoopste oplossing? De idee dat een geringere baggerintensiteit in de toekomst de grotere transportkosten naar bijvoorbeeld het westelijk gedeelte zal compenseren is vooralsnog niet bewezen.

Zoals in de beschikbare documenten aangehaald staat of valt een vernieuwde stortstrategie met de kwaliteit van het slib. Dit geldt ook voor het mogelijk terug in gebruiknemen van kombergingsgebieden. De absoluut noodzakelijke verbetering van de water(bodem)kwaliteit van de Schelde op zo kort mogelijke termijn kan daarom niet genoeg benadrukt worden. belangrijke waterzuiveringsprojecten in Brussel en Antwerpen moeten met grote prioriteit aangevat of afgewerkt worden.

3. Zandwinning in het Oostelijk deel

Een weloverwogen zandwinning in het Oostelijk deel kan mijns inziens tot aanzienlijke vermindering leiden van de baggerintensiteit. Met behulp van modellen (zie hieronder) moeten de effecten van deze zandwinning gekwantificeerd worden en kan de strategie geoptimaliseerd worden.



4. Toename kombergingsgebieden

De idee om het hydraulisch vermogen van de Schelde te vergroten door thans ingedijkte gebieden terug als kombergingsgebieden in te richten is uit theoretisch oogpunt goed. Het spreekt vanzelf dat ten sterkste moet afgeraden worden door bijkomende inpolderingen of afsluitingen thans nog beschikbare kombergingsgebieden af te schaffen. Of het echter mogelijk zal zijn nieuwe kombergingsgebieden te creëren lijkt mij zeer *problematisch*.

1. De potentieel beschikbare kombergingsgebieden zijn vrij beperkt; Via modelonderzoek moet kantitatief nagegaan worden wat het effect van het inschakelen van bijkomende kombergingsgebieden zou zijn. Misschien is hun effect wel marginaal. Zie bijvoorbeeld Plan van aanpak werkgroep GETIJ/ZOUT/SLIB: de inpolderingen tussen 1800 en 1940 hadden een verdieping van de geulen tot gevolg. Of waren er terzelvertijde andere wijzigingen?

2. De belangrijkste worden in het SIGMA plan ingeschakeld ter vermindering van het overstromingsgevaar in het midden gedeelte van de Zeeschelde (bijvoorbeeld Rupelmonde, Dendermonde).

3. Hiertegen is een zeer grote tegenstand van de bevolking (en dus ook politieke weerstand). Eén van de redenen is te vinden in de slechte water- en slibkwaliteit (zie hoger).

4. Het permanent in gebruiknemen van deze potpolders zou hun efficiënte met betrekking tot het vermijden van extreem hoge waterpeilen en overstromingen reduceren.

5. Overstromingsproblematiek

De verschillende mogelijke alternatieven die tot doel hebben het hydraulisch vermogen van de Schelde te vermeerderen ten einde de hoeveelheid baggerwerk te minimaliseren, zullen vermoedelijk het overstromingsgevaar langs de beneden en midden Zeeschelde bij storm en extreme getijden doen toenemen. Het spreekt vanzelf dat dit aspect heel grondig moet gekwantificeerd worden. Maatregelen die de baggerwerken reduceren maar het overstromingsgevaar doen toenemen zijn niet toelaatbaar. Dit aspect komt in de voorliggende documenten niet voldoende tot uiting.



6. Modellen

Modellen die de effecten van verschillende maatregelen kunnen kwantificeren zullen voor de besluitvorming onmisbare informatie leveren. Hun ijking en verificatie via een doorgedreven monitoring is dan ook van het allergrootste belang. Ik ben het eens met collega Agema dat de *kwaliteitsborging* voor deze modellen dan ook zeer belangrijk is. Gevoeligheidsstudies moeten uitgevoerd worden en verschillende modellen moeten worden gebruikt, of ten minste moet hetzelfde model door twee verschillende teams worden geïmplementeerd. Ook de kwaliteit van de meetgegevens moet trouwens goed worden bewaakt.



BEOORDELING VAN PROF. IR. J. J. PETERS

INHOUD

DEEL I: ALGEMENE BESPREKING VAN EN BEDENKINGEN OVER HET RAPPORT
"HET SCHELDE-ESTUARIUM, BEHEREN OF BEHEERSEN"

1	ONTSTAAN EN DE MORFOLOGISCHE ONTWIKKELING VAN HET ESTUARIUM	1
1.1	Morfologische Ontwikkeling van het Schelde-estuarium	1
1.2	Komberging en getijde	3
1.2.1	invloed planzicht op de voortplanting getijde	3
1.2.2	invloed diepte op de voortplanting getijde	3
1.3	Zout-zoet menging en sediment transport	3
2	MORFOLOGISCHE EVALUATIE EN VOORSPELLING	4
2.1	Algemene Aanpak	4
2.1.1	Begrippen Grootheden en Nauwkeurigheid	4
2.1.2	Modelleren	5
2.1.3	Verdere Ontwikkeling	5
2.2	Scheepvaart en Baggeren	5
2.3	Welke Ecologische Aanpak	6
3	VRAGEN EN AANBEVELINGEN	6

DEEL II: ANTWOORDEN OP DE ONDERZOEKSVRAGEN



DEEL I

ALGEMENE BESPREKING VAN EN BEDENKINGEN OVER HET RAPPORT "HET SCHELDE ESTUARIUM, BEHEREN OF BEHEERSEN"

1 Ontstaan en de morfologische ontwikkeling van het estuarium

Het rapport geeft een goed beeld van de werking, het ontstaan en de morfologische ontwikkelingen van het estuarium. Sommige aspecten worden echter niet of niet voldoende belicht, waarvan hierna een opsomming met commentaar. De hiernavolgende bespreking houdt ook rekening met de literatuur die bij het rapport werd geleverd.

1.1 Morfologische ontwikkeling van het schelde-estuarium

J. van Veen geeft een goede beschrijving van het ontstaan van het delta-gebied waaruit blijkt dat de zee-armen Honte en Schelde ontstonden met het doorbreken van de duinenrij die zich natuurlijk had gevormd langsheen de kusten van dit deel van Europa. Hij maakt een onderscheid tussen de Schelde-Maas-Rijn delta en de Waddenzee (o.a. door het verschil in richting van de dominante wind tegenover de kust). Zijn schematische kaart die de (waarschijnlijke) situatie schetst in het Romeinse tijdperk is niet alleen interessant maar ook belangrijk voor het begrijpen van de latere evolutie (waarvan de kaart "het deltagebied omstreeks de middeleeuwen" in feite een zeer recent stadium is).

Wat hieraan kan worden bijgevoegd is de invloed van de stijging van de zeespiegel: meer dan honderd meter in de laatste 15.000 jaar. Deze snelle stijging overspoelde eerst het Noordzeegebied met als gevolg de verruiming van het kanaal en de hieraan gepaarde productie van sedimenten die langsheen onze kusten in ZW-NO richting worden verplaatst. De stijging is gedurende de laatste duizend jaren gaan stabiliseren, maar er wordt in het rapport gesproken over de laatste 2000 jaar, welke periodeduur niet te verwaarlozen is ten opzichte van het eerste deel van de stijging over de 15.000 jaar, gedurende dewelke die stijging nog significant was. De snelheid waarmee de morfologie van het ganse gebied zich aanpaste na het stabiliseren van het zeepeil is waarschijnlijk niet zo groot deze aanpassing blijft doorgaan.

Er is volgens mij niet voldoende aandacht besteed aan de invloed die de bovenvermelde veranderingen in het sedimenttransportpatroon (niet de



hoeveelheden maar de ruimtelijke verdeling) aan de monding van de huidige Schelde veroorzaken: de natuurlijke veranderingen maar ook deze verwekt door de werken in het kustgebied (Deltawerken, uitbouw haven Zeebrugge, uitdiepen toegangsgeulen naar de Schelde). Er kan reeds veel gedaan worden met de morfologische analyse van het kaartenmateriaal zoals voorgesteld in figuur 23, "Hydrografie mondingsgebied Westerschelde 1929, 1963, 1921, 1978 (Deelrapport 4 (4c) Morfologische Structuur en Dynamiek)."

Een analyse van de historische kaarten verklaart door de veelvuldige doorbraken en overstromingen het huidige tracé van de dijken langsheen de Schelde. Men zou verder moeten ingaan op de mogelijke rol van het dijkentracé op de morfologische evolutie van het estuarium. Deze invloed is waarschijnlijk niet te verwaarlozen: zie bijvoorbeeld de evolutie aan Walsoorden of aan Bath, waar de verplaatsing van de meanderbocht tegenover het puntig dijktracé waarschijnlijk een beduidende invloed heeft gehad op de geulen. Men kan zich afvragen of een licht verschillende vorm of tracé geen ander geulenstelsel had gevormd.

Het geulenpatroon is geleidelijk aan eenvoudiger geworden door de menselijke ingrepen (wegsnijden van "dode armen", oeververdedigingen, baggerwerken), maar ook door de natuurlijke aanlanding van platen, shore en slikke. Het is onmogelijk te schatten in welke mate de menselijke ingreep de morfologische ontwikkelingen heeft versneld.

Als voorbeeld: de verandering in het geulenstelsel Middelgat/Gat van Ossenissee heeft te maken met de veranderingen opgetreden in zowel het stroomafwaarts gebied (vooral in de monding afwaarts Vlissingen) als het opwaartse, maar de inpoldering van de Sloe, de Braakman en het Hellegat hebben ook een beduidende rol gespeeld.

1.2 Komberging en getijde

1.2.1 Invloed planzicht op de voortplanting getijde

De beschrijving gegeven van de relatie tussen aanlanding, komberging en getijvolume is juist maar wellicht onvoldoende en volgende ideeën kunnen misschien een andere benadering mogelijk maken.



De voortplanting van het getijgolf is in de laatste decennia snel gewijzigd. Al zijn de gegevens over dit fenomeen beperkt, kan men aannemen dat de morfologische evolutie van het estuarium niet alleen een rol heeft gespeeld door de geleidelijke verlanding bij de oevers en de invloed daarvan op de komberging. Men kan zich afvragen wat hierop de invloed is geweest van de algemene morfologische verandering. De zeearmen werden in de loop der tijden gevormd en vervormd door overstromingen en opeenvolgende dijkbreuken. Ze werden geleidelijk aan meer regelmatig (in bovenaanzicht) als de overstromingen beter werden bedwongen. De globale "landingsverliezen" in een meer gestroomlijnd geulenstelsel in de Westerschelde zouden aldus gedaald zijn.

Het wegsnijden van oudere, gedeeltelijk verlande geulen zoals bijvoorbeeld de Sloe, de Braakman en het Hellegat hadden een invloed niet alleen op de komberging maar ook op de algemene vorm van het geulenstelsel, invloed die werd onderschat (zie de kaarten in referentie 19 van het Concept rapport). Toen ze bij gewone hoogwaterstanden droogvelden werd besloten ze van de Schelde geheel of gedeeltelijk weg te snijden. Bij extreem hoog tij speelden ze nog met de hoofdgeulen een morfologische rol als stroomsplitsing (bij vloed) of samenvloeiing (bij eb).

1.2.2 Invloed diepte op de voortplanting getijde

De geleidelijke verdieping in het vernauwde gedeelte boven Antwerpen (zoals besproken door Van Veen) wijzigt de "vloedkuil" op een natuurlijke manier en bevordert het verder binnendringen van de getijdegolf. Het baggeren op de drempels in het westelijk gedeelte heeft zeker ook een invloed gehad: een snellere binnendringing. Samen met de zijdelingse verlanding moet dit een grotere komberging in het oostelijk gedeelte veroorzaken hebben.

De vervorming van de getijde, namelijk zijn asymmetrie, moet het sediment transportpatroon veranderd hebben. Men mag echter niet het effect vergeten van de morfologie op de stroomconcentratie in de geulen die de hierboven genoemde globale ladingsverliezen hebben doen afnemen. Men kan zich de vraag stellen of de huidige modellen (een of twee dimensionaal) in staat zijn hierin meer duidelijkheid te geven?



1.3 Zout-zoet menging en sediment transport

De wijziging van de geometrie- die door natuurlijke factoren maar ook door menselijke ingrepen werd bepaald, namelijk een vernauwing, een verdieping en een meer gestroomlijnd geulenstelsel heeft hoogstwaarschijnlijk een invloed gehad op de zoutstratificatie van het estuarium dus ook op de densiteitstromingen. Dit aspect komt niet aan bod in het rapport. Nochtans wordt algemeen aanvaard dat de vernauwing en verdieping van de dwarssecties het densiteitseffect vergroot een een stroomopwaartse beweging (import) van marine sedimenten bij de bodem bevordert.

De zout zoet menging beïnvloedt dus zowel het transport van het zand als van het slib. De ligging van de slibvelden boven de Nederlandse-Belgische grens worden gedeeltelijk door deze zout-zoet menging bepaald.

2 Morfologische evaluatie en voorspelling

2.1 Algemene Aanpak

De huidige morfologische benadering is te veel "ingenieur" en te weinig "aardrijkskundig". Dit merkt men ook aan de terminologie. Op vele plaatsen wordt het woord "morfologie" ten onrechte gebruikt. Dikwijls gaat het over problemen van (lokale) aanzandingen of erosie die worden bestudeerd met hydraulische modellen (hydraulische modellen van een twee fasen milieu, dus inclusief het sediment).

Het morfologisch probleem is drie-dimensionaal en moet ook zo worden behandeld.

Ook de studies betreffende de voortplanting van het getij moeten meer rekening houden met deze drie-dimensionale effecten.

2.1.1 Begrippen, grootheden en nauwkeurigheid

Grootheden zoals debieten of stroomsnelheden worden aangewend om de tendensen te bespreken. We veronderstellen dat het vooral gaat over berekende waarden. Er wordt te weinig rekening gehouden met de stroomverdelingen zoals bepaald door de morfologie. Men kan zich afvragen wat de betekenis is van een maximum stroomsnelheid (sektiegemiddelde) of ('Q/A'). Kan men uit het verloop van deze parameter alleen conclusies



trekken betreffende de sedimentimport of het verdiepen van geulen?

Werken met sectiegemiddelde waarden is nodig met de huidige modellen maar laat niet toe het effect in te schatten van de stroomverdeling (in de drie dimensies). Enkele jaren terug verschenen in de PIANC Bulletin twee teksten van B. Winkley over het onderhoud van drempels in de scheepvaartweg van de Mississippi, de eerste bij lage waterstanden, de tweede bij hoge. Het ging niet over een estuarium maar de processen aan de basis zijn wellicht enigszins vergelijkbaar. De conclusie was dat het baggeren sterk vermindert als het water "gestroomlijnd" de drempel ingaat. Dezelfde bevinding werd gedaan op de Zairestroom bij de monding waar de relatie tussen het baggervolume en de diepte van de vaargeul afhangt van de algemene morfologie (o.a. ligging van platen en zijgeulen) en van de concentratie en oriëntatie van de stroming tegenover de drempel.

De nauwkeurigheid van sommige gemeten parameters of variabelen zou moeten worden gegeven. Het bepalen van een inhoudsbalans is zeker niet gemakkelijk, vooral als wordt gewerkt met raaien. Er wordt in de rapporten verwezen naar het Project NAUWES waar bleek uit de vergelijking van transportmetingen en modelresultaten dat de hoeveelheid zand die gedurende één getijfase (eb of vloed) de grens van een geulvak passeert afgeschat kan worden met een onnauwkeurigheid van 100%. Hoe nauwkeurig zijn de transportmetingen zelf? Hoe goed geven de modellen de werkelijkheid weer? De modellering van sedimenttransport in een eenvoudige rivier is reeds onbetrouwbaar, wat dan met een estuarium waar de relatie tussen bodemtransport en zwevend transport uiterst complex is en waar de invloed van de ingewikkelde morfologie niet is gekend?

2.1.2 Modelleren

De modellering met ééndimensionale modellen zou moeten beperkt worden tot oriënterende studies. Voor problemen zoals stortplaatskeuze of invloed van een drempelverdieping zijn ze ontoereikend. Meer aandacht zou moeten besteed worden aan de (re)circulatie van sedimenten op platen, ook met de veranderingen doorheen de getijcyclus. Hoe kan met in de toekomst deze recirculatie voorspellen onder invloed van een wijziging van morfologie, zij het natuurlijk, zij het door baggerwerken of kunstwerken?



Sediment transport modellering in een complex geulenstelsel is vandaag nog niet mogelijk met de huidige modellen (2- of 3-dimensionaal). Wat dan als het gaat over niet stationaire getijstromingen, van een mengsel cohesief en niet-cohesief materiaal?

De invloed van baggerwerken, zoals door het verruimen van het doorstroomprofiel op het stroompatroon is waarschijnlijk meer ingewikkeld dan een verandering van de sectiegemiddelde stroomsnelheid.

2.2 Scheepvaart en baggeren

Zoals besproken in het rapport hebben de baggeractiviteiten een belangrijke invloed op de dynamiek van het Schelde-estuarium. Ik ken niet voldoende de organisatie van deze baggerwerken maar stel mij vragen over de keuze van de stortplaatsen. Worden deze gekozen op basis van de peilkaarten of wordt er rekening gehouden met de stroomverdeling in de geul? Hoe worden de stortactiviteiten gepland in de functie van het getij (tijdens het getij, bij doodtij, bij springtij)? Kan hieraan verbetering gebracht worden.

In het rapport wordt ook gesproken over het verondiepen van de vloedgeulen als gevolg van de stortingen. Het lijkt alsof het terugkeren van een deel van de gestorte specie naar de vaargeul negatief wordt beoordeeld. Is dit proces te wijten aan de recirculatie van het sediment rond de platen, niet beter dan het geleidelijk aan vollopen? Moet er juist niet gezocht worden naar een nieuwe strategie die een voldoende werking van de vloedgeulen garandeert maar toch zorgt voor een goed zelfbaggerend vermogen van de ebstromingen in de vaargeul.

2.3 Welke ecologische aanpak?

Er moet een keuze gemaakt worden. De natuurlijke evolutie van het estuarium is een geleidelijke verlanding van platen, schorren en slikken. De verbetering van de scheepvaart door het verdiepen van de drempels met baggeren en door de vorm van de geulen meer te stroomlijnen bevordert de aanlanding.



Wat is de invloed van het sterker wordend horizontaal getij op de hersuspendering van sedimenten? De keuze van de nieuwe kombergingsgebieden is dus essentieel, zodat er een geleidelijke, verdeelde stijging kan zijn. Er moet worden onderzocht wat de pro's en contra's zijn van het herstel van kombergingsgebieden benedenstrooms het verdronken Land van Saeftinge.

Ook moet er taboes worden gebroken. Men kan niet als ecooloog voor een statische situatie kiezen. Gebieden, zoals juist het verdronken Land van Saeftinge kunnen misschien alleen hun waarde behouden als ze terug voldoende tijwerking ondervinden. De geschiedenis van het Zwin spreekt voor zichzelf (zie ook hierover de reeds vermelde analyse van J. van Veen).

3 Vragen en aanbevelingen

Aanvullend op de vragenlijst en misschien een beetje meer synthetisch kunnen volgende vragen gesteld worden.

- a Hoe kan men de historiek van de Scheldemorfologie analyseren? Hoe kan men de invloed hierop van de menselijke ingrepen inschatten en zo afwegen tegenover deze van de zeespiegel veranderingen? Hoe kan men de invloed op de morfologie van het mondingsgebied als gevolg van een nieuwe stijging van de zeespiegel voorspellen en de hieruit vloeiende veranderingen in het estuarium?
- b Hoe belangrijk is de morfologie (het hoofdgeulenstelsel, vorm van de oevers/dijken, vorm van de platen, bestaan van de secundaire geulen) voor het zelfbaggerend vermogen van de stromingen op de drempels? Hoe belangrijk is dit in vergelijking met de komberging? Hoe kan dit effect van de morfologie in de toekomst worden verbeterd door ingrepen in de hoogwaterbegrenzing (tracé van dijken, ligging van kribben en oeververdedigingswerken)?
- c Hoe kan men een betere kennis verkrijgen over de morfologische werking van het estuarium en kan dit leiden tot een meer economische en ecologische aanpak van de baggerwerken (strategie)? Moet de recirculatie van sedimenten (baggerspecie) verhinderd worden of



integendeel (op een gecontroleerde manier) bevorderd?

- d Hoe moet een "verbetering" van de komberging best gerealiseerd worden? Moet de dynamiek van platen en schorre verminderd of vergroot worden?
Kan dit door een oordeelkundig baggeren van hogergelegen delen (volledig of door geulen)?
- e Is de vermindering aan zout zoet menging als gevolg van de huidige verbetering door de getijvoortplanting aanvaardbaar voor het ecologisch evenwicht? Welke maatregelen kunnen deze vermindering eventueel tegengaan?



DEEL II

ANTWOORDEN OP DE ONDERZOEKSVRAGEN

1 *Nader uitwerken van basiskennis*

1.1 *proceskennis gericht op het kunnen inschatten van de invloed van de ingrepen op zandhuishouding en morfologie, getij, slibhuishouding en zoutgehalte*

stap 1: reconstructie van historische ontwikkelingen

Meer 'geograaf' aanpak van de historische ontwikkelingen van de Westerschelde, vooral wat betreft het ontstaan van de huidige morfologie door inpoldering, oeverbescherming en dijkaanleg. Invloed van de wijzigingen in de morfologie van het kustgebied.

stap 2: beschrijving van huidige processen

Meer aandacht voor de drie dimensionaliteit van de fenomenen. Betere kwalitatieve beschrijving van de sedimenttransportfenomenen. Rekening houden met de manier waarop de stromingen op sommige plaatsen en op sommige ogenblikken concentreren. Invloed in de huidige processen van de zout-zoet menging.

1.2 *verlanding*

stap 1: hoe verloopt het verlandingsproces in het Schelde-estuarium bij gelijkblijvend beheer (rekening houdend met de zeespiegelstijging)

Vraag is juist gesteld maar kan hierop een antwoord gegeven worden? De studie moet vooral gebeuren op basis van de historische ontwikkelingen en de beschrijvingen van de processen (zie vorige vraag over proceskennis).

Mijn advies (zie nota): verdere snelle verlanding waarschijnlijk door het verzanden van sommige vloedgeulen. Het meervoudig geulenstelsel zal blijven bestaan door de vorm van het mondingsgebied.

stap 2: wordt het verlandingsproces aanmerkelijk versneld door ingrepen zoals vaarwegonderhoud, verdieping, Westerschelde Oeververbinding



ding etc.?

Het antwoord is ja. Zie opmerking op stap 1.

stap 3: hoe kan de verlandingssnelheid worden afgeremd door optimale inpassing van ingrepen?

Twee manieren te overwegen: andere bagger- en stortstrategie en mogelijke wijzigingen in de begrenzing van de hoogwaterlijn (zie nota, bespreking van de invloed van dijktracé op de morfologie; wijziging stroompatroon, niet noodzakelijk de sectie-gemiddelde snelheden).

1.3 *streefbeeld ecologie*

stap 1: reconstructie van habitattypen

Het lijkt onwaarschijnlijk dat situatie 1900 als streefbeeld kan genomen worden. Een belangrijke wijziging is zeker de zoutintrusie die de zout-zoet menging heeft veranderd. Er zijn echter niet voldoende en betrouwbare metingen (vooral van stratificatie) om hierover advies te geven. Er moet dus noodzakelijkerwijze gezocht worden naar een ander streefbeeld. (Men gaat toch niet het streefbeeld van 2000 jaar geleden nemen!).

stap 2: wat is een realistisch streefbeeld binnen de huidige mogelijkheden

Situatie van omstreeks 1950.

2 *Oplossingsrichtingen vaarwegonderhoud*

2.1 *effectieve stortstrategie*

stap 1: hoe ziet de meest effectieve stortstrategie eruit, ervan uitgaande dat de kwaliteit van de specie geen belemmering vormt voor de te kiezen locaties?

Deze vraag is onvolledig want de baggerstrategie wordt niet in vraag gesteld. De bagger- en stortstrategieën moeten samen gaan en evolueren naar het 'morfologisch baggeren', zodanig dat de natuurlijke werking van de stromingen optimaal wordt benut. Hierover moet zeker onderzoek worden verricht, en niet alleen met



modellen, maar vooral met experimenten en monitoring. Schaalmodellen kunnen ook nuttig zijn (kwalitatief). Een verbetering van de bagger/stortstrategieën zou kunnen zijn het programma te veranderen in functie van het verloop tussen dood- en springtij.

stap 2: wat is de winst van deze optimale situatie voor het vaarwonderhoud (in geld) en voor de ecologie (mogelijkheden tot herstel)?

Moelijke vraag! Ik ben niet zeker dat hierop een eenduidig antwoord kan gegeven worden. Het moeilijke is om te schatten in hoeverre de nieuwe aanpak een invloed kan hebben op het natuurlijk sedimenttransportpatroon. Dit is inderdaad belangrijk maar vergt een grondige kennis en, nog moeilijker, een begrip van de processen. Het gevaar is dat vooral modellering (numerisch) zal gebruikt worden, zonder een goed conceptueel model te hebben vanuit de observatie.

stap 3: hoe kan deze stortstrategie, rekening houdend met kwaliteitsaspecten, gefaseerd ingevoerd worden?

Deze vraag is niet zeer duidelijk. Een nieuwe strategie kan snel en volledig worden ingevoerd zodra men voldoende inzicht heeft in de invloed op de morfologie.

hoe ziet het kosten/batenplaatje voor vaarwonderhoud en ecologie er in dat geval uit?

Deze vraag moet inderdaad beantwoord worden maar na de vorige, wat niet evident is.

2.2 zandwinning

stap 1: wat zijn de onder- en bovengrenzen voor zandwinning als beheersinstrument. Hoeveel zand moet minimaal gewonnen worden om effectief bij te dragen aan vermindering van de baggeromvang. Hoeveel zand mag maximaal uit het systeem gewonnen worden zonder dat negatieve (lange termijn) effecten te verwachten zijn?

Deze vraag is slecht gesteld. Het gaat niet alleen over hoeveelheden maar ook over de plaats van zandwinning, die in stap 2



hierna wordt gesteld. Indien zandwinning op een bepaalde plaats de komberging vergroot kan dit een invloed hebben op de zandimport vanuit het mondingsgebied (zie verder). Ook een verhoging van de densiteitstromingen als gevolg van de drempelverdieping zou deze import kunnen vergroten.

stap 2: wat zijn de meest effectieve locaties voor zandwinning en hoe is de zandwinning het beste in te passen in de bagger- en stortstrategie?

Dit is een zeer belangrijke vraag. Waarschijnlijk kan zandwinning op drempels in de vloedgeulen of langsheen bepaalde platen een gunstig effect hebben op het horizontaal getij en dus ook op de sediment(re)circulatie.

2.3 kombergingvergroting

stap 1: - wat is het effect van de kombergingsvergroting op de getijvolumen en stroomsnelheden in het Schelde-estuarium?

- wat zijn de ondergrenzen (minimaal areaal i.r.t. hoogteligging en locatie) voor effectiviteit en eventuele bovengrenzen voor negatieve effecten?

- hoe verhouden deze begrenzingsgebieden zich tot het areaal potentiële kombergingsgebieden?

Goede vraagstelling, maar er aan toevoegen welke de morfologische respons kan zijn. Een verhoging van de komberging moet zoveel mogelijk verdeeld gebeuren. Komberging voor hogere waterstanden is zeker nodig, maar zeker ook in het afwaarts gedeelte van de Westerschelde. De nood aan kombergingsareaal is zeker groter dan het potentiële.

stap 2: - in welke mate kan uitbreiding van kombergingsgebieden de baggeromvang doen verminderen? Wat is de winst voor vaarwegonderhoud en voor ecologie, ook in combinatie met de andere oplossingsrichtingen?

Zoals voor de vorige vragen moet het antwoord komen rekening houdend met de morfologische respons (b.v. het teruguitschuren van de vloedscharen). Kombergingsverhoging is niet op zich een oplossing, maar moet samengaan met maatre-



gelen die de morfologie van het geulenstelsel gunstig beïnvloeden. Er zal vooral een moeilijke politieke keuze moeten gemaakt worden.

- *wat is het effect van uitbreiding van kombergingsgebieden op de slibgehalten (verandering aanslibsnelheid van schorren en troebelheid t.o.v. huidige situatie) in Westerschelde en Zeeschelde?*

Zelfde opmerking als op vorige vraag. De import van marien slib kan vergroten. Fluviaal slib kan meer worden opgehouden stroomopwaarts door densiteitstromingen.

- *wat is het effect van uitbreiding van kombergingsgebieden op zoutgehalten (vegetatie patronen t.o.v. huidige situatie) in Westerschelde en Zeeschelde?*

Goede vraag. Zie vorige. Een grotere stratificatie door minder goede menging zal de variabiliteit van het zoutgehalte op een plaats vergroten. Dit zal waarschijnlijk het vegetatiepatroon in de brakzone wijzigen.

- *hoe snel slibben de nieuwe kombergingsgebieden aan en wat is de herkomst van het slib?*

Goede maar moeilijke vraag. Antwoord heeft te maken met de vorige. In het algemeen worden de aanslibbingsnelheden onderschat (zie toegangseulen haven Antwerpen).

stap 3: *wat is de meest ideale locatie, hoogteligging en inrichting van een nieuw kombergingsgebied voor optimaal effect op baggeromvang, slibhuishouding en ecologie?*

Fundamentele vraag! Zie hierboven. Maar heeft men de keuze? Waarschijnlijk beter op verschillende plaatsen: om een geleidelijke respons van het estuarium op de ingreep te verzekeren, meer ecologisch verantwoord.

3 Verdieping

3.1 nadere uitwerking uitgangspunten verdiepingsprogramma



stap 1: *wat is de omvang van hoeveelheden baggerspecie, benodigde stortcapaciteit en effecten op oevers en schorren bij uitvoering van het verdiepingsprogramma?*

De vraag is of er vandaag reeds aanduidingen zijn van een mogelijk effect van de baggerwerken op de oevers en schorren. De invloed kan op verschillende manieren bestudeerd worden: eerst de invloed door de baggeractiviteit op het suspensiegehalte, dan de invloed van een mogelijke morfologische verandering teweeggebracht door de baggeractiviteiten op het stromingspatroon. Het is wellicht zo dat de verhoging aan baggerspecie snel zal toenemen naarmate de drempel verder uit zijn evenwichtstoestand komt te liggen. Een verhoging van de stortingen kan eveneens de morfologie uit zijn evenwicht brengen en zodus een respons veroorzaken. Deze vraag moet opgesplitst worden.

stap 2: *wat is het effect van de uitvoering van de verdieping op slibgehalten (aanslibsnelheden van schorren en kombergingsgebieden), verdeling van fluviatiel en marien slib (kwaliteitsontwikkeling van schorren en kombergingsgebieden) en op zoutgehalten (vegetatie-ontwikkeling schorren) langs het estuarium?*

Dit aspect vergt inderdaad een diepgaand en volledig onderzoek. De eventuele modellering van de fenomenen is zeker niet gemakkelijk. De aanslibbingen van slikke en schorre zullen worden beïnvloed enerzijds door de veranderde troebelheid (gewijzigd snelheidspatroon en dus ook turbulentie en hersuspendering, maar ook door de andere zout en snelheidsstratificatie) en door de veranderde densiteitstromingen. Het is waarschijnlijk dat het estuarium meer zal stratifiëren. Het maritiem sediment zal waarschijnlijk dieper het estuarium binnendringen.

3.2 *uitwerking voorstellen oever- en schorverdediging in verband met verdieping*

stap 1 *hoe groot is de noodzaak van schorverdediging*

Dit is een moeilijke vraag. De geplande werken zullen de trend naar stabiliseren van het geulenstelsel vergroten en



dus de laterale bewegingen van geulen verminderen. Anderzijds zullen de stromingen langsheen de platen vergroten omwille van een grotere stroomconcentratie. In principe is de schorverdediging tegen erosie in een natuurlijk estuarium niet een prioriteit omdat het gaat om een proces van gelijktijdig verdwijnen van bestaande delen en creatie van nieuwe delen schorgebied.

stap 2 *nadere uitwerking van voorstellen voor methodiek voor oever en schorverdedigingen?*

4 *Land van Saeftinge*

4.1 *afweging van oplossingsrichting*

stap 1 *wat zijn de functies, problemen en oplossingsrichtingen voor het Land van Saeftinge?*

Ik laat liever de ecologen aan het woord, maar vind persoonlijk het Land van Saeftinge een te beschermen gebied. Men moet echter weten of men de verdere snelle verlanding ervan wil beperken en een eventueel herstel ervan wil bevorderen.

stap 2 *plan van aanpak?*
Geen speciaal commentaar.

4.2 *nader onderzoek stortplaats Konijnenschor*

stap 1 *wat is het effect van (stoppen van) storten op de oevererosie en de verlanding van Saeftinge?*

Ik had aanwezig willen zijn op de vergadering om hierover enkele vragen te stellen. De studie zou kunnen gebeuren met tracers, alhoewel het gebruik en de interpretatie van de tracermethode niet zo eenvoudig is. Het is nochtans een belangrijk probleem.

stap 2 *wat zijn eventuele effecten op een alternatieve stortlocatie?*
wat zijn kosten en baten voor het in gebruik nemen van een



alternatieve lokatie?

Geen persoonlijk advies met de elementen waarover ik nu beschik.

Nota: voor de volgende vragen verwijs ik naar mijn tekst (algemene bespreking en bedenkingen). Alle gestelde vragen zijn relevant.

5 *beleidsanalytische studie vaarwegonderhoud*

- stap 1 *opstellen van verschillende scenario's*
- stap 2 *beschrijving effectiviteit, kosten, duurzaamheid en effecten op ecologie per scenario*
- stap 3 *selecteren van voorkeursscenario's*

6 *procesbeschrijving Schelde-estuarium*

- stap 1 *beschrijving pakket van maatregelen en doelstellingen (geoptimaliseerd vaarwegbeheer/zandwinning, maatregelen voor ontwikkeling van ontbrekende habitats, maatregelen voor behoud van bestaande habitats, inrichting Saeftinge)*
- stap 2 *kosten*
- stap 3 *volgorde van uitvoering in relatie tot kwaliteitsontwikkeling*



BEOORDELING VAN PROF.DR. J.H.J. TERWINDT

Algemene inleidende opmerkingen

1. Het algemene morfologische beeld van de Westerschelde vóór de zeventiger jaren was een opzandend bekken, waarin zand uit zee geïmporteerd werd, gekenmerkt door een afname in de komberging en daaraan gekoppeld hogere hoogwaterstanden bij hogere afvoeren en stormvloeden. Dit morfologische beeld werd gestuurd door een sterkere getijdoordringing en toenemende getijverschillen resulterend in een geleidelijke overheersing van de vloodsnelheden en -debieten boven de eb.
2. De vergroting van het baggerwerk sinds de zeventiger jaren had de volgende morfologische gevolgen: sterke verruiming van de geulen, niet alleen op de gebaggerde drempels maar ook in de tussenliggende geulgedeelten; de zandinvoer vanuit zee stopt; er treedt sedimentatie op de hogere delen van het systeem op: de geulen verdiepen en de platen en oeverlanden verhogen, dat wil zeggen het onderwaterrelief neemt toe.
3. Bij de huidige omvang van het baggerwerk in het oostelijke deel, 10 miljoen m³ per jaar, zijn de volgende morfologische relevante stortstrategieën gevolgd: storten in geulen, in de buitenbocht ter beperking van de bochterosie en in de nevengeulen ter concentratie van de stroming in de hoofdgeulen. Beide laatste methoden blijken ineffectief te zijn. Blijvende berging is minimaal en er is sprake van rondpompen van sediment van drempel naar stortplaats en vise versa.
4. Geconstateerd kan worden dat bij de huidige baggeractiviteiten het morfologisch systeem niet ingrijpend wordt beïnvloed. Dit betekent, dat de baggeractiviteiten zich afspelen binnen de morfologische buffer van het systeem: het stelsel van geulen en platen wordt niet drastisch door het baggeren verstoord.



Discussiepunten

5. Er zijn beheersmatig drie fundamenteel verschillende opties denkbaar om de effecten van de verdieping van de drempels en de veranderde stortstrategie te benaderen.
- * men gaat er vanuit dat de genoemde veranderingen binnen de morfologische buffer van het systeem vallen en dat het systeem ten principale niet veranderd. Dus men begint zonder de uitkomsten van verdere studies af te wachten met de uitvoering van de plannen onder het motto:
"het systeem kan het hebben".
 - * men is onzeker of het systeem wel in hoofdlijnen gehandhaafd blijft. De vraag is dan wat er kan gebeuren als het systeem ontregeld raakt en welke globale kosten gemoeid zijn met het redresseren van het stelsel. Om dit te kunnen afschatten zijn redelijk betrouwbare modellen nodig. De uitvoering van de verdiepingswerken zou gefaseerd kunnen worden uitgevoerd en ondersteund worden door (kostbaar) veldonderzoek en modelontwikkeling. Dit is het pad der geleidelijkheid onder het motto: "al lerend doen en al doende leren".
 - * men gelooft niet dat verdere, diepgaande (en kostbare) wetenschappelijke studies een wezenlijke verbetering kunnen bewerken van de beleidsalternatieven en dat de bestaande kennis hiervoor voldoende is. Men volgt het eerste scenario, maar ontwikkelt tegelijkertijd de benodigde ontwerpen voor het kunstmatig vastleggen van het geulenstelsel van de Westerschelde en de verdere ecologische inrichting van het bekken. Dit onder het motto: "als het uit de hand loopt, hebben we de maatregelen voorhanden".
6. Ik heb een beetje het gevoel dat men bij het huidige ontwerp van de 48/43' geulen volgens de eerste optie te werk gaat. Toegegeven op een gegeven moment moet er iets gebeuren, maar de vraag is toch binnen welke marges men zekerheid kan verschaffen, dat het systeem niet ontregeld zal worden. Het begrip "ontregeld" zou ik als volgt willen verstaan. De huidige Westerschelde heeft een belangrijke verworvenheid n.l. een doorlopend geulenstelsel van voldoende diepte, dat alleen op een aantal drempels onderhoud behoeft. Beheersmatig zal er erg veel aan gelegen zijn, om dit doorlopende geulenstelsel in stand te houden. Ontregeling c.q.



opsplitsing van dit stelsel zal men willen vermijden. Ontregeling kan ook worden beschreven als een forse toename van de baggerhoeveelheden. Immers indien niet van zuiver rondpompen wordt uitgegaan, zal het materiaal elders ontleend worden, zoals o.a. de plaatranden en oevers. Dit kan aanleiding geven tot geulverlegging. De vraag is dus of deze optie met voldoende zekerheden, voornamelijk gebaseerd op empirische kennis van het stelsel, kan worden omgeven.

We hebben te maken met gecompliceerde, veelal niet goed bekende interacties tussen morfologie, waterbeweging en sedimenttransport v.v. De vraag is of dit stelsel ooit met 3D modeleringen waarin zowel de waterbeweging als de morfologische veranderingen juist zijn weergegeven kan worden gepresenteerd met voldoende nauwkeurigheid voor praktische beleidsalternatieven. Het is zelfs de vraag of een dergelijk model wel gevalideerd en geverifieerd kan worden, gezien de lodings-onnauwkeurigheden. Vooralsnog kan er van worden uitgegaan dat de zandtransportmodeleringen thans nog een onnauwkeurigheid van een factor 2 bezitten en het is niet te verwachten dat dit spoedig zal verbeteren.

Toch kunnen geschematiseerde modelstudies, ook al zijn deze maar van een beperkte nauwkeurigheid van belang zin voor de afschatting van een ontregeling-scenario. Dit houdt in de evaluatie van de condities, waarbij het geulstelsel inderdaad belangrijke wijzigingen zal ondergaan. We hebben het hier over simulatie- en gevoeligheidsstudies.

7. De tweede optie gaat ervan uit dat de zekerheidsmarge door adequaat onderzoek kunnen worden vergroot. Hierin wordt een geleidelijke uitvoering van de werken voorzien, waarbij intussen door goed gedefinieerd onderzoek het inzicht in het stelsel wordt verbeterd en zo de effecten van ingrepen in het stelsel beter kunnen worden voorspeld. In deze gedachtengang zou men in een aantal goed gekozen voorbeeldgebieden, bijvoorbeeld een drempel, een deponiegebied in een geul, of in een zijschaar, zeer intensief onderzoek naar goed-gedefinieerde doelen kunnen uitvoeren. Dit onderzoek zou kunnen bestaan uit gericht en intensief veldonderzoek interactief met modelstudies zowel kleinschalig als grootschalig. In dit kader passen ook proefbaggeringen en proefdeponiën met de bijbehorende monitoring. Het doel zal zijn de



ontwikkeling en verificatie van morfologische modellen met voorspellende capaciteiten.

8. De derde optie sluit enigszins aan op de eerste, met dit verschil dat de onzekerheid geaccepteerd wordt, maar mitigerende maatregelen tegelijkertijd worden ontwikkeld om gesteld te zijn, mocht er ontregeling van het geulensstelsel optreden. Er zijn verschillende civiel-technische maatregelen denkbaar (bijvoorbeeld zou men door een aantal bastions, die als vaste punten fungeren het geulensstelsel kunnen (fixeren). Tijdig vooronderzoek naar deze maatregelen staat in deze optie voorop.
9. Het lijkt mij dienstig als het review-team een afweging c.q. aanbeveling zou kunnen doen betreffende deze opties.
10. In de discussie over de 48/43' geul spelen voor wat betreft de bagger-optimalisatie twee punten een belangrijke rol: de keuze van de deponie-locatie en het ecologisch functioneren van het bekken. Bij de deponie-locatie gaat het zowel om de keuze op korte afstand van het baggergebied en ook, ter minimalisatie van het baggerwerk om de keuze van locaties verder westwaarts in het bekken.
Betreffende de deponie zijn er morfologisch twee opmerkingen te maken, n.l. over de deponie in de zijscharen (Valkenisse) en in de westelijk gelegen geulgedeelten.
Over de scharen het volgende. Deponie blijkt hier weinig effectief te zijn. Dit betekent dat er periodiek dusdanige transporten door de scharen trekken, dat het gedeponeerde baggermateriaal wordt verwijderd. Dit houdt in, dat deze geulen op bepaalde (extreme) momenten (waarschijnlijk bij stormopzet of hoog springtij) een duidelijke functie vervullen in de hydrodynamiek van het bekken.
Het is dan ook de vraag of het verstandig is om deze geulen deze functie te ontnemen door toenemende deponie van baggerspecie. Het is niet uitgesloten, dat dit niet te voorziene gevolgen heeft voor het hoofdgeulensysteem, bijvoorbeeld a-periodiek optredende hoge snelheden in de geulen met negatieve consequenties voor de scheepvaart. Misschien dat dit aspect bij verdieping van de drempels en de geconstateerde samenhangende verdieping van de



geulen, minder belangrijk wordt. Toch lijkt het hydronamisch en morfodynamisch gedrag van deze scharen in relatie tot speciedeponie een aandachtspunt van belang in de discussie over de verdieping en baggeroptimalisatie.

Het tweede punt betreft de westelijke deponie. De redenering is, dat in het traject stortplaatsdrempel er bij een westelijke stortlocatie, in vergelijking met een nabije stortplaats, meer sediment kan uitzakken en achterblijven en dus minder sediment in suspensie naar de drempel wordt teruggevoerd. Dit moge voor het speciemateriaal opgaan. Echter de opzandingstendens op de drempels neemt niet af, dat wil zeggen, de hydro-sedimentdynamische condities voor depositie blijven onveranderd: een oververzadiging van de transportcapaciteit. Waarom zou vóór de drempel de transportcapaciteit niet verzadigd kunnen worden met materiaal uit de omgeving van de drempel en zal dan de oververzadiging op de drempel wel zoveel verschillen. Kortom als de baggerspecie minder bijdraagt tot de transportverzadiging, zal dit dan niet gecompenseerd kunnen worden door geërodeerd materiaal uit geulbodem en -oever stroomopwaarts van de drempel? Is deze erosie dan wel zo gunstig in het licht van het gestelde onder punt 8? Met andere woorden het is mij onduidelijk hoe precies het voordeel tegenover de risico's van een zeewaarts deponie moet worden afgewogen. Zou ook hier een intensieve pilot-studie niet zeer gewenst zijn, vooraleer men tot ontwerpplannen overgaat? De vraag is ook of het huidige systeem van rondpompen morfologisch wel zo verwerpelijk is. Misschien wordt door de morfologische stabiliteit van het drempelgebied wel bevorderd, omdat grote uitlevering van zand uit de plaatranden en oevers juist wordt onderdrukt. Door de instandhouding van de morfologische stabiliteit wordt misschien omvangrijk baggerwerk elders voorkomen.

11. In het kader van een geïntegreerd waterbeheer is het baggeren voor het vaargeulonderhoud geen doel op zich. Ook de water- en slibkwaliteit dient hierbij beschouwd te worden. Wat is uit dit oogpunt gunstiger: het regelmatig rondpompen van slib, waarbij het geleidelijk aan zijn verontreinigingen verlies, of het juist zo weinig mogelijk verplaatsen van slib, zodat de verontreinigingen in een deel van het bekken geconcentreerd blijven? Dit aspect dient te worden meegewogen bij een bagger-optimalisatie.



12. Het opnieuw betrekken van oeverlanden bij het getijgebied ter vergroting van de komberging zal kunnen bijdragen aan de vergroting van het getijdebiet, maar zal op maatschappelijke weerstand kunnen stuiten. Van groot belang is ook hier de kwaliteit van het slib, dat in deze gebieden kan sedimenteren. Ook hier is dus een koppeling van het baggerbeheer en het kwaliteitsbeheer. Overigens is het de vraag of thans voldoende nauwkeurig de toename van het getijvolume kan worden voorspeld als functie van het bij te trekken oppervlak kombergingsgebied. Is deze toename beteknend in relatie tot de kosten en de maatschappelijke acceptatie? In dit verband lijkt een MER-procedure aangewezen als tot uitvoering van dit plan wordt besloten.
13. Het is de vraag hoe "duurzaam beheer" kan worden gedefinieerd? Als men hieronder verstaat een beheer, dat gegeven de randvoorwaarden van de scheepvaart, zoveel mogelijk een ongestoorde, lange-termijn ecologische ontwikkeling van het bekken mogelijk moet maken, dan verlegt zich de vraag naar "welke ongestoorde ecologische ontwikkelingen zijn mogelijk? Verstaat men daaronder: "soortenrijkdom en variatie" dan is het de vraag welke morfologie deze ontwikkeling dan het meeste bevordert. Ondiepe plaat- en oeverlanden zijn dan te prefereren. De huidige baggerstrategie bevordert juist de opbouw en uitbouw van dergelijke gebieden. Het is dan ook de vraag of dit bij andere stortstrategieën evenzeer in dezelfde mate het geval zal zijn. Vooralsnog verwacht ik dat niet. Een ander punt is, dat de schaal van de morfologische ontwikkelingen in verband wordt gezien met de schaal van de biologische ontwikkelingen. Dit betekent dat de ruimte- en tijdschalen op elkaar worden geënt. Er dienen voorspellingen te worden gedaan over de lange termijn morfologische en de samenhangende biologische/ecologische ontwikkelingen.
14. Kernpunt van het Review is: het sturen van de morfologische ontwikkelingen zodat:
 - * een vaarweg van voldoende diepte en veiligheid blijft bestaan
 - * het baggerwerk slim wordt ingericht, zodat de hoeveelheden-/kosten geminimaliseerd worden en de morfologische ontwikkeling wordt gestuurd en niet ontregeld
 - * er ondiepe gebieden van voldoende omvang ontstaan, die kunnen



uitgroeien tot schorren en intergetijdegebieden met een zelfstandige ongestoorde ecologische ontwikkeling. Kortom een adequaat geul/plaat/oeverstelsel, dat met minimale kosten in stand kan worden gehouden.

15. We hebben hier te maken met twee schaalniveaus, namelijk kleinschalig (korte tijdsspanne, klein areaal) en grootschalig (lange tijdsspanne, groot areaal). In het Concept Rapport van het Review Team wordt aanbevolen gerichte kleinschalige studies te verrichten naar onderdelen van het systeem, bijvoorbeeld een drempelgebied, een schaar, een deponiegebied. Bij deze studies zou van alle beschikbare methoden gebruik gemaakt kunnen worden: peilkaartenstudies, morfologische studies, hydrodynamische en modelstudies. Het zijn zogenaamde "pilot"gebieden. Evenzeer zou men een grootschalige studie van het gehele bekken kunnen aanvatten. Hierbij gaat het om het gedrag van het geulen- en platenstelsel, waarbij vragen aan de orde zijn als: welk effect heeft de verplaatsing van geulen in het buitengebied op de ontwikkeling van het geulenstelsel in het Westerscheldegebied; wat is het effect geweest van oeverbeschermingsmaatregelen op het verdere gedrag van de geulen: hoe kan de vorm van de platen worden verklaard: welke tendenzen bestaan er in de functieoverdracht van geulen: ebgeul, indifferente geul, vloedgeul; welke zijn de maximale bochtstralen en wanneer treden er instabiliteiten op in het stelsel: hoe snel ontstaan en groeien kortsluitgeulen en tenslotte: is het grootschalige geulgedrag te voorspellen. Ook bij deze studies zou men naast morfologische analyses ook grootschalige modelstudies kunnen verrichten, met het doel deze laatste uit te bouwen tot voorspellende morfologische modellen. Misschien is het nuttig om in de tekst van het Rapport beide schaalniveaus wat meer accent te geven.
16. Een belangrijke vraag is welk effect extreme omstandigheden hebben op de ontwikkeling van het geulen- en platenstelsel. Men zou kunnen denken dat bij stormvloeden wanneer veel water in het bekken opgestuwd is, op bepaalde plaatsen, grote snelheden zouden kunnen optreden. Men zou de hypothese kunnen opbrengen dat met name de kortsluitgeulen, bij deze condities worden aangelegd. Kortsluitgeulen ontstaan als de dwarsverhangen over het estuarium



te groot worden. Het is denkbaar dat juist bij extreme omstandigheden de verhanghoudingen kritisch worden en dat door de hoge snelheden initiële geulvorming snel tot stand kan worden gebracht. Eenmaal aangelegd zijnde kunnen deze geulen zich geleidelijkaan verder verdiepen, indien de verhangsituatie daar aanleiding toe geeft.

Een alternatieve hypothese is, dat extreme omstandigheden weinig blijvend effect op het geulstelsel hebben en dat juist geleidelijke dag-tot-dag-ontwikkelingen het stelsel bepalen. Een verkenning van dit probleem is mijns inziens van groot belang voor het beheer op de wat langere termijn van het bekken.

17. Het zal duidelijk zijn, dat studies zoals aangegeven in punt 15 en 16 op korte termijn geen nauwkeurige c.q. exacte resultaten zullen opleveren. Daartoe is de systeem-kennis nog onvoldoende ontwikkeld. Niettemin zal het zeer vruchtbaar kunnen zijn om, op basis van de huidige kennis, morfologische ontwikkelings-scenario op te stellen. In deze scenario zal de bestaande kennis zo goed mogelijk geïntegreerd en geëxtrapoleerd moeten worden. De resultaten van de "pilot-studies, die betrekking hebben op de optimalisering van het baggerwerk, zouden in de grootschalige studies moeten worden meegenomen.

Het zou aanbeveling verdienen om in het kader van de kwaliteitsborging, verschillende consortia, onafhankelijk van elkaar, dergelijke scenario's op te laten stellen, zowel voor het kleinschalige als het grootschalige gedrag. In dit verband zou het ook aan te bevelen zijn om de opdracht aan deze consortia te laten formuleren door een expert panel. Dit panel zou uitgaande van de "state of art" realistische inschattingen moeten maken van de te bereiken onderzoeksdoelen, de prioritering daarvan en de benodigde middelen.



BEOORDELING VAN PROF.DR. R.F. VERHEYEN

1. De pilotstudie: "Het Schelde-estuarium, méér dan een vaarweg"

Globaal vind ik het een uitstekend rapport waarvan de systeemanalyse en de probleemanalyse correct zijn en steunen op voldoende gegevens en inzicht.

Het *globaal streefbeeld* voor het estuarium is een "ideaal-beeld" waarbij alle aspecten (levensduur, karakteristieken, vaargeul en veiligheid) niet alleen gevrijwaard maar zelfs verbeterd worden. Ik vrees dat dit niet haalbaar zal zijn en dat politieke keuzen zullen gemaakt worden.

De aangegeven *oplossingsrichtingen* zijn interessant:

- * de omschrijvingen van integrale stroomgebiedbenadering en van duurzame ontwikkeling zijn echter zeer algemeen en vaag en om die reden niet werkzaam. Het vinden van een synthese tussen het Sigma-plan, het verdiepingsprogramma, het MINA-plan en het Beleidsplan Westerschelde garandeert mijns inziens geen duurzame ontwikkeling; is het niet praktischer te werken met ecologische kwaliteitsobjectieven voor (gedeelten van) het estuarium, met ecologische randvoorwaarden voor de vaargeul en voor de beveiligingswerken (inrichting en beheer inbegrepen) en met concrete natuurontwikkelingsprojecten?

Momenteel werk men in Vlaanderen aan de voorbereiding van een Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen; ook in dit ambitieus plan streeft men naar duurzame ontwikkeling ... Ik denk dat men in de verdere uitwerking wel verplicht zal zijn terug te grijpen naar ruimtelijke kwaliteitsdoelstellingen per gebied. Alleszins lijkt het mij nuttig dat het review-team rekening houdt met de voorbereiding van het Ruimtelijke Structuurplan Vlaanderen. Verder is het van belang te benadrukken dat de Minister van Leefmilieu onlangs de Schelde heeft aangeduid tot ecologisch impulsgebied (wordt reeds vermeld in het concept-rapport "Het Schelde-estuarium, beheren of beheersen?"; (zie hierna onder punt 2) en dat de Minister van Openbare Werken in een beleidsnota gesteld heeft rekening te houden met



ecologische inzichten bij de verdere realisatie van de beveiliging van de Westerschelde.

Alhoewel ik het eens ben dat een integrale stroomgebiedbenadering gewenst is voor de toekomstige ontwikkeling, beheer en inrichting van het estuarium, zal het aspect sanering van de waterbodem (slibkwaliteit) *afzonderlijk* (door een ander review-team) behandeld worden; het is duidelijk dat saneringsprogramma's en projecten van natuurbouw en -ontwikkeling in de zijrivieren van de Schelde van zeer groot belang zijn voor de toekomstige ontwikkeling van het estuarium zodat een integrale stroomgebiedbenadering niet beperkt mag blijven tot de Westerschelde alleen.

- * Er worden interessante en bruikbare alternatieven voorgesteld voor het onderhouden/instand houden van de vaargeul. Het is belangrijk deze alternatieven meer concreet uit te werken (inclusief volumes, exacte locaties, effecten, kostprijs, ...) rekening houdend met de *verdieping* (huidige en door de Vlaamse Regering 'gewenste' verdieping 48'/43') en met het door de Vlaamse Regering gewenste *Baalhoekkanaal*.

Het is duidelijk dat bij een politieke beslissing naast de technische haalbaarheid, ook milieukosten en -baten (toename van habitatdiversiteit) en vooral de financiële meer- of minderkosten uiterst belangrijk zijn: een globale kosten-baten analyse voor verschillende scenario's lijkt mij hier wenselijk.

- * De optie 'het areaal aan natuurlijke overstromingsgebieden substantieel uit te breiden door nu binnendijs gelegen gebieden weer in verbinding te brengen met het estuarium' is zeker verdedigbaar. De Dienst Tijgebonden Waterwegen en het Hoofdbestuur van de Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen zijn bereid deze optie meer concreet uit te werken in het kader van het Sigmaplan (een aantal geplande beveiligingswerken, waaronder de geplande overstromingsgebieden zijn mer-plichtig zodat overwogen wordt een globaal MER te laten opstellen). Aangezien de lokale bevolking weigerachtig staat tegenover de aanleg van overstromingsgebieden zullen vooral onderbouwde (gekwantificeerde) argumenten van veiligheid, van onderhoud van de vaargeul (en Baalhoekkanaal), eerder dan deze van 'gezonden ecologische werking', bij de politieke beslissing doorwegen.



- * De versterking van de ecologische waarden van het Schelde-estuarium door onder andere een aangepaste stortstrategie van baggerspecie is een interessant voorstel dat diepgaander (meer concreet) moet bestudeerd worden (proefproject); mogelijk zal de slechte kwaliteit van de waterbodem deze optie hypothekeren. Alleszins moet ook bij deze oplossingsrichting voldoende aandacht gaan naar een globale (economie-milieu) kosten-baten analyse.

2. Concept-rapport 'Het Schelde-estuarium, beheren of beheersen?'

Dit concept-rapport is belangrijk omdat het actuele beleids- en beheersrelevante inzichten geeft betreffende de fysische structuur van het Schelde-estuarium. Mijn opmerkingen betreffende het pilot-rapport (punt 1) gelden globaal gesproken ook voor dit rapport, alhoewel zeker voor wat de stortstrategie betreft, reeds een aanzet gegeven wordt naar de voorgestelde globale kosten-baten analyse.

3. Concept 'Projectplan Oostwest. Fase 1993-1994'

Het doel van dit project is het leveren van kennis en middelen voor de formulering van een integrale lang termijnvisie op de gewenste fysische structuur van het estuarium en voor de toetsing van concrete ingrepen aan deze visie. Meer concreet is het de bedoeling methoden en instrumenten te ontwikkelen en te operationaliseren om de effecten van beheersmaatregelen en ingrepen te kunnen voorspellen, te monitoren, te analyseren en te interpreteren. Deze methoden en instrumenten zullen de waterbeheerder adviseren over de inpasbaarheid en effecten van te nemen beheersmaatregelen en ingrepen en zullen toelaten een aantal alternatieven te ontwikkelen voor ontwikkelingsmogelijkheden op lange termijn (scenario's die leiden naar streefbeelden).

Het is duidelijk dat de realisatie van dit ambitieus concept een belangrijk hulpmiddel kan zijn voor de waterbeheerder voor het voeren van een integraal beleid. Uiteraard garandeert dit project geen duurzame ontwikkeling van het estuarium; wel zal het project toelaten (ruwe?) voorspellingen te doen over de verwachte effecten van beheer en inrichting op de ontwikkeling van het estuarium.



Alhoewel ik de relevantie van dit project zeker niet betwist, vraag ik mij af of het nu niet reeds mogelijk is, steunend op bestaande kennis, concrete beleidsalternatieven af te wegen en te beantwoorden. Is het met andere woorden niet aangewezen gelijktijdig met de realisatie van dit project de voorstellen uit de vorige rapporten verder uit te werken en/of ecologische kwaliteitsobjectieven en randvoorwaarden te formuleren en maatregelen ten behoeve van natuurontwikkeling uit te werken?



BEOORDELING VAN PROF.DR. W.J. WOLFF

Ik geef hieronder een aantal opmerkingen in de volgorde van de vragen zoals die zijn gesteld in de review-opdracht d.d. 10 mei 1993.

1. Het beantwoorden van actuele beheersvragen

1.1 Is de algemene systeemanalyse in de pilotnota correct?

Ik geef geen oordeel over de niet-biologische vakgebieden. Het biologische deel acht ik correct doch tamelijk oppervlakkig. Weliswaar wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de structuren en patronen op dit moment, maar een beschrijving van de hieraan ten grondslag liggen ecologische processen ontbreekt grotendeels.

Om deze lacune te vullen zou een zeer uitvoerig onderzoek nodig zijn. Ik acht dat voorlopig niet noodzakelijk. Vergelijking met beter onderzochte estuariene gebieden in buiten- en binnenland (Oosterschelde, westelijke Waddenzee en vooral Eems-Dollard) kan voldoende ecologische informatie leveren om de nu aan de orde zijnde vragen te beantwoorden.

1.2 Is er sprake van versnelde verlanding....?

Geen oordeel.

1.3 Verloopt het verlandingsproces in Saaftinge sneller dan elders?

Dat de ophoging van Saaftinge snel gaat, is zonder meer duidelijk. De waargenomen snelheden (zie bijvoorbeeld de notities van Ten Brink) noemen echter snelheden die ook elders wel voorkomen, bijvoorbeeld in de landaanwinningswerken langs de Waddenzee. Ook de enorme oppervlakten die men in sinds de 16e eeuw langs de Westerschelde als schor heeft kunnen inpolderen, wijzen er mijns inziens op dat er een groot potentieel voor aanslibbing bestaat. Ik kan niet beoordelen of er een oorzakelijke verband bestaat tussen baggeren en storten enerzijds en versnelde verlanding anderzijds. Echter de boven gememoreerde hoge aanslibbingssnelheden elders doen zich voor zonder dat er sprake is van baggeren of storten in de onmiddellijke omgeving.



- 1.4a Wat zijn de effectieve oplossingsrichtingen om het baggerwerk beperkt te houden?

De genoemde opties lijken mij als niet-deskundige op dit gebied reëel. Als leek zou ik ook nog denken aan verminderen van de slibaanvoer naar het gebied waar wordt gebaggerd door maatregelen in het stroomgebied van de Schelde (vermindering afspoeling landbouwgronden, minder afvoer uit zuiveringsinstallaties) en aan mogelijke verhoging van de afvoer naar zee.

- 1.4b In welke mate kunnen de oplossingsrichtingen genoemd in 1.4a bijdragen aan (...) mogelijkheden voor ecologisch herstel van het estuarium.

Vergroten van de komberging zou zeker kunnen bijdragen aan het ecologisch herstel van het estuarium; ik ga er daarbij vanuit dat dat gebeurt door polders te inunderen. Van verplaatsing van stortlocaties zie ik geen enkel ecologisch voordeel en wel het nadeel dat verontreinigingen verder kunnen worden verspreid. Maar zandwinnen in het oostelijke deel heeft vergeleken met de huidige situatie geen groter negatief effect op plankton, bodemfauna en vissen, terwijl een bescheiden positief effect mag worden verwacht door het verminderen van stortingen.

- 1.4c Op welke schaal moeten de in 1.4a genoemde oplossingsrichtingen worden toegepast om substantieel effect te hebben?

Vergroting van komberging: natte-vinger-schatting: 25 km² heeft redelijk effect op ecologische aspecten.

- 1.5 Wat is nodig voor een duurzaam ecologisch herstel?

Hier is m.i. sprake van door elkaar lopen van twee zaken. Ik vermoed dat men in de pilotnota enerzijds wil streven naar het (gedeeltelijke) herstel van een situatie die in het recente verleden aanwezig is geweest (veel schorren, zeehonden, trekvisen) en anderzijds naar het scheppen van een duurzame situatie. Dat zijn twee verschillende zaken die wel zouden kunnen samenvallen, maar dat niet noodzakelijkerwijs hoeven te doen.

Het hele begrip duurzaamheid is bovendien nog volop in ontwikkeling en er bestaat nog geen communis opinio hoe men daarmee voor ecologische functies mee zou moeten omgaan. Ook de opstellers van de pilotnota constateren dat het duurzaamheidsbegrip voor estuaria enige bijkleuring



nodig heeft, omdat estuaria als verschijnsel niet 100% duurzaam zijn. Een nadere verkenning van het duurzaamheidsbegrip voor estuaria lijkt me een gewenst onderwerp voor onderzoek, maar dan niet alleen voor de Westerschelde.

1.5a Welke habitattypen lenen zich voor ecologisch herstel?

Ook op de schaal van het Deltagebied als geheel is het areaal zoute schorren zeer sterk afgenomen (met bijna 90%). Langs de Westerschelde zelf is er vrijwel niets meer over (2 km²). Herstel ligt hier voor de hand om reden dat men hierdoor een bijzondere levensgemeenschap en landschapstype terugroept.

Brakke laag-dynamische platen en ondiepwatergebieden acht ik wat minder belangrijk. Zulke gebieden zullen een geringe bijdrage aan de ecologische rijkdom van Nederland (of de Benelux of Europa) als geheel en het is tot dusver niet aangetoond dat ze werkelijk van belang zijn voor de populatiegrootte van verschillende soorten vogels.

Alle habitattypen in het zoetwatergetijdengebied zijn enorm in omvang en kwaliteit achteruitgaan in heel Europa. Herstel, of minimaal in stand houden van wat er nu nog is, is uitermate gewenst vanuit een standpunt van natuurbehoud.

Overigens voor het ecologisch functioneren is het niet nodig deze habitattypen te herstellen; een estuarium functioneert ecologisch ook zonder deze habitats. Men zal dus de vraag anders moeten stellen, meer in de geest van: Welke typen natuurgebieden en welke functies van de natuur willen we graag langs de Westerschelde aanwezig zien? Vanuit de ecologie kunnen geen eisen of regels worden gesteld, dat doet de maatschappij.

1.5b In welke mate moeten genoemde habitattypen worden uitgebreid om effectief bij te dragen aan ecologisch herstel?

Zie in de eerste plaats hierboven onder 1.5a. Als men een vroegere situatie zou willen herstellen moet men mijns inziens denken aan ca. 10-20 km² zoute schorren, een vergelijkbare oppervlakte laagdynamische brakke gebieden en een vermoedelijk grote, maar mij onbekend oppervlakte zoetwatergetijdengebied.

1.5c Hoe kan een uitbreiding worden gerealiseerd?

Zoute schorren: vrijwel uitsluitend door ontpoldering

Laagdynamische brakke gebieden: wellicht hier en daar ook door ontpol-



dering, daarnaast door aanleg stroomgeleidende dammen (bijvoorbeeld Valkenisse).

Zoetwatergetijdengebied: ontpoldering.

- 1.6 Wat zijn de marges en de risico's?
Vraag voor mij onduidelijk.

2 Het beoordelen van het vervolgonderzoek

- 2a Zijn de beheersvragen juist geformuleerd?

Met betrekking tot 1.3 'Streefbeeld ecologie' zijn de onderscheiden stappen juist. Ik heb echter mijn twijfels over het uitgangspunt: complete reeksen van habitattypen. In de eerste plaats is werkelijke compleetheid een illusie, in de tweede plaats is niet goed beargumenteerd waarom er complete reeksen zouden moeten zijn.

Met betrekking tot 3.2 'Noodzaak van schorverdediging' wil ik het belang van stap 1 onderstrepen. Naast aangroei is erosie van schorren een natuurlijk proces in een estuarium (denk aan de compleetheid); de verschillende documenten ademen een geest waarin erosie van schorren eigenlijk 'verboden' is. Ik zou graag zien dat een zekere marge voor erosie in de planvorming wordt ingebouwd.

Met betrekking tot 4 'Land van Saaftinge' is er sprake van een mijns inziens teveel gefixeerd zijn op een bepaalde situatie. In alle nota's kom ik tegen dat min of meer de huidige situatie van Saaftinge in stand moet worden gehouden. Voor zover mij bekend is echter nooit goed nagegaan wat het laten voortgaan van de huidige ontwikkeling zou kunnen opleveren. Ongetwijfeld iets anders dan een brakwaterschor, maar misschien wel heel interessant. We kennen daarvan echter geen goede voorbeelden, want dergelijke situaties zijn altijd en overal ingepolderd. Mijns inziens verdient dit een aparte studie.

Voor het overige kan ik instemmen met de formulering van de beheersvragen.

- 2b. Hoe geschikt is de gekozen onderzoekaankpak?
Geen opmerkingen.



- 2c. Verhouding niveau en nauwkeurigheid onderzoek tot gestelde vragen?
Geen opmerkingen.
- 2d. Verhouding beschikbare modellen en dergelijke tot benodigde nauwkeurigheid?
Ecologische modellen die verder gaan dan de interactie tussen fysische of chemische factoren en organismen, zijn niet in staat de uitkomst van ecologische processen met nauwkeurigheid te voorspellen. Het ligt ook niet in de verwachting dat zulke modellen beschikbaar komen binnen de tijdshorizon van de huidige studies. Eenvoudige ecologische modellen zijn wel bruikbaar en kunnen redelijk betrouwbare uitkomsten geven.
- 2e. Evenwicht en integratie deelonderzoeken
Geen opmerkingen.
- 2f. Tijdsplanning?
Lijkt me wel mogelijk. Ik begrijp echter niet hoe AiO's kunnen worden ingepast.
- 2g. Inzet mensen en middelen?
Zeker niet overdadig.
- 2h. Is de kwaliteitsborging voldoende geregeld?
Ik heb niet kunnen vinden hoe de directie Zeeland voor dit specifieke project de kwaliteitsborging organiseert, noch is mij bekend hoe men dat in het algemeen doet. Overigens acht ik het werk van de bij dit project betrokken ecologen in het algemeen van heel behoorlijke kwaliteit. Als men gericht aan kwaliteitsborging wil werken, zou ik voor het ecologische onderzoek twee ingangen willen suggereren:
1. opzetten van discussies met de buitenwereld over uitgangspunten als 'duurzaamheid', 'ecologisch herstel' en 'streefbeelden'. Dit is niet specifiek voor dit project, maar een zaak voor de hele Rijkswaterstaat;
 2. voor cruciale aspecten van de huidige studie een 'second opinion' vragen aan niet-betrokken onderzoekinstellingen of deskundigen.

Tenslotte

Hoewel waterkwaliteitsaspecten buiten het kader van de review zijn gehouden, wil ik toch benadrukken dat deze buitengewoon belangrijk zijn voor toekomstige ecologische ontwikkelingen. Persistente schadelijke



stoffen zullen met het slib in op schorren en platen, beneden de laagwaterlijn en in eventuele geïnundeerde polders worden afgezet en daar tot in lengte van jaren een negatieve factor in de ecologische ontwikkeling (kunnen) vormen.

Waterkwaliteit kan dus niet los worden gezien van toekomstige ecologische ontwikkelingen. Conclusie: wij zouden moeten benadrukken dat sanering van de waterkwaliteit essentieel is voor de verdere ontwikkelingen.



Review beheer en onderzoek Westar-
schelde

Bijlage 5 Besprekingsverslag van een discussiedag



Deelnemers
Reviewteam, genodigden

Afschrift aan
Reviewteam, organisatieteam review, projectgroep OostWest, coördinatiegroep OostWest

Van	Nummer
R. Postma	
Opgemaakt door	Doorkiesnummer
M. Winnubst/R. Postma	01180-86442
Datum bespreking	Bijlage(n)
29 november 1993	1
Plaats bespreking	Aanvang/einde
Roosendaal	11.15/15.30
Onderwerp	
Discussiedag Review Westerschelde onderzoek en beheer	

1 Inleiding door dr. H.L.F. Saeijs

Van oorsprong wordt met het begrip *economie* niet alleen 'geld verdienen' bedoeld, maar ook 'zorg hebben voor'. Investeren in de Westerschelde, ter verbetering van de economie, betekent in die zin tevens zorg hebben voor het leven en de omgeving waarin deze economische ontwikkeling plaatsvindt. Duurzaam economisch handelen moet vanzelfsprekend gelijktijdig inhouden duurzaam ecologisch handelen.

De Westerschelde is de belangrijkste natuurlijke hulpbron van zowel Vlaanderen als Zeeland. De grensoverschrijdende rivier de Schelde neemt daarin een belangrijke plaats in. Wat wordt verstaan onder duurzame ontwikkeling bij de Westerschelde? Als verdieping voor de scheepvaart, de belangrijkste economische pijler in dit gebied, noodzakelijk is, dan moet er gezocht worden naar oplossingen om de baggerwerkzaamheden ter verdieping van de geulen tot een minimum te beperken. Dit kan bijvoorbeeld door ontpolderingen, zodat meer water bij vloed naar binnen kan komen en er minder water door de geulen hoeft te stromen. Ook kan gedacht worden aan een andere plaats waar de baggerspecie gestort wordt. Het wordt tot nu toe zo dicht mogelijk bij de baggerlokatie gestort met als gevolg dat het estuarium sneller verlandt. Verder weg brengen van de baggerspecie kan voordelen opleveren.

Om de haalbaarheid van deze en andere ideeën te kunnen afwegen is open overleg nodig tussen onderzoekers, beheerders en beleidsmakers. Open overleg betekent ook kritisch zijn tegenover je eigen werk en luisteren



naar kritiek van anderen. Daarom laat Directie Zeeland een review uitvoeren van de studies die verricht zijn door Rijkswaterstaat in Zeeland naar het toekomstig beheer van de Westerschelde. De review wordt uitgevoerd door zes Nederlandse en Belgische deskundigen: professoren Agema, Berlamont, Peters, Terwindt, Verheijen en Wolff. Ir. Engel heeft het voorzitterschap van het reviewteam op zich genomen. Het doel van deze dag is het reviewteam in de gelegenheid te stellen haar indrukken door discussie met de aanwezigen verder gestalte te geven.

2 Samenvatting van de resultaten van het Review-team door ir. H. Engel

Het Review-team is van mening dat de onderzoekers van Rijkswaterstaat uitstekend, baanbrekend werk hebben geleverd. De bevindingen van het Review-team moeten dan ook niet gezien worden als kritiek op het bestaande werk, maar als aanbevelingen voor verdere optimalisatie van vervolgstudies.

Algemene indruk

Het onderzoek geeft drie beleidsopties voor duurzamer vaarwegbeheer: Kombergingsvergroting, baggerspecie verder naar het westen brengen en zand aan het systeem onttrekken.

Het Review-team stelt voorop dat optimaal vaarwegbeheer niet samen gaat met een, in ecologisch opzicht, optimaal beheer van de Westerschelde. Het noodzakelijke baggerwerk voor behoud van de vaarweg naar Antwerpen oefent een sterke, negatieve druk uit op het milieu. Het blijft daarom tevens van belang na te denken over een alternatieve taakverdeling tussen de havens langs de Westerschelde en de aanleg van het Baalhoekkanaal.

In het vervolgtraject zal het nodig zijn het onderzoek te plaatsen in een breder geografisch en planologisch kader. Het reviewteam is het eens met de theoretische achtergronden van het ontpolderen. Voor de realisering ervan zal het nodig zijn in een vroeg stadium de omgeving bij de plannen te betrekken en draagvlak te creëren.

Conceptueel model

Aandacht voor mathematische modellen is belangrijk. Het review-team waarschuwt ervoor dat dit niet ten koste mag gaan van het uitwerken van een integraal, conceptueel model van oorzaak/gevolg relaties. Ook na studie van 2 jaar zal men het conceptuele model niet helemaal in de vingers hebben, het review-team beveelt daarom aan veranderingen in beheer stap voor stap in praktijk te brengen door de uitvoering van pilot projecten.

Duurzaam versus milieuvriendelijk

Het review-team biedt geen antwoord op de vraag wat ecologisch wenselijk is, maar raadt aan daarover een maatschappelijke discussie op gang te brengen. Het voorkomen van complete reeksen van habitats is bijvoorbeeld voor het ecologisch functioneren niet noodzakelijk maar misschien wel maatschappelijk gewenst.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Water- en slibkwaliteit

Het beoordelen van plannen voor verbetering van de water- en slibkwaliteit is niet in de taakomschrijving van het Review-team opgenomen. Opgemerkt moet worden dat het onttrekken van slib uit de Beneden-Zeeschelde positieve gevolgen heeft gehad voor de waterkwaliteit in de Westerschelde en dat voortzetting hiervan aanbeveling verdient.

Alternatieve beheerswijzen

Ten aanzien van vergroten van de komberging wordt opgemerkt dat dit ook op andere wijze gerealiseerd kan worden, bijvoorbeeld door de aanleg van het Baalhoekkanaal of door het creëren van een effectiever geulenpatroon. Vanuit het kombergingsprobleem gezien is er in de Westerschelde geen ruimte voor de anleg van slibdepots.

Ten aanzien van het verder weg brengen van baggerspecie moet aandacht besteed worden aan de vraag wat we voor ogen hebben met waardevolle plaatgebieden zoals die bij Valkenisse en Ossenisse.

Oeververdedigingen

Bij oeververdedigingen is het belangrijk om te kijken naar de historie. Harde oeververdedigingen die in het verleden gemaakt zijn hebben lang niet altijd positieve gevolgen gehad. Baggeren biedt de meest flexibele oplossing.

Systeemanalyse

De algemene systeemanalyse zoals weergegeven in de pilot-nota is niet compleet. Deze is eenzijdig gericht op technische en economische belangen. Er is geen rekening gehouden met de maatschappelijke aspecten, aan planologische en architectonische visies en de bestaande beleidsplannen in België.

Oplossingsrichtingen

Voor het verminderen van de baggerwerken kan het nuttig zijn baggeraars te betrekken bij het beheer van de Westerschelde. Dit kan bijvoorbeeld door de baggeraar niet per kubieke meter specie te betalen, maar per kilometer van de te onderhouden vaargeul. Op deze manier kan de praktijkervaring van de baggeraar bijdragen tot vermindering van het baggerwerk.

Habitattypen

De situatie van 1900 is geen geschikte referentie omdat hiervan onvoldoende bekend is. Men moet meer pragmatisch te werk gaan door bijvoorbeeld te streven naar vergroting van het areaal van de Westerschelde met 10%. Daarbij ligt het gegeven ten grondslag dat in de loop der tijd zo'n 30% van de het gehele areaal van de Westerschelde is afgenomen.

Onderzoek

Kwaliteitsborging van het vervolgonderzoek is van groot belang. Het Review-team beveelt dan ook aan om de studies in tweevoud uit te voeren. Naast studies, levert ook zorgvuldige monitoring van kleine studiegebieden zeer waardevolle gegevens op. Aan de zoutstratificatie



zou eventueel nog meer aandacht kunnen worden besteed.

Integratie

Om alle deelonderzoeken goed te kunnen integreren is een full-time projectleider een voorwaarde. Tevens is meer samenwerking tussen Nederland en België gewenst, een volgende stap zou een gezamenlijk Vlaams/Nederlands beleidsplan voor het Schelde-estuarium moeten zijn.

Financiën

De financiën lijken redelijk verdeeld over de deelonderzoeken. Er moet echter meer geld beschikbaar worden gesteld voor communicatie en voor planologische en architectonische studies.

Vragen uit de zaal aan ir. Engel:

ir. G. Verwolff (R.W.S., hoofddirectie): Is er een vergelijking gemaakt tussen het effect op kombergingsvergroting door ontpolderen en de aanleg van een Baalhoekkanaal?

Nee, het review-team heeft ideeën aangedragen, maar geen studies uitgevoerd.

ir. Gruijters (Waterschap Noord en Zuid- Beveland): Kunt u een nadere toelichting geven bij het onderwerp oeververdedigingen?

Volgens ir. Van Veen worden ontgrondingen langs oevers door de aanleg van oeververdedigingen juist in de hand gewerkt. Een flexibelere manier van verdedigen is baggeren en storten. Het kan echter maatschappelijk gewenst zijn bepaalde gebieden te beschermen tegen afslag.

ir. van Weelderen (N.B.L.F.): Hoe komt het Review-team aan het streefbeeld van 10% ter vergroting van de komberging in de Westerschelde?

Dit is een arbitraire keuze die maatschappelijk getoetst moet worden. De boodschap is: neem als streefbeeld een concreet getal.

ir. van Weelderen (N.B.L.F.): De visserij komt niet als specifiek aandachtspunt van het Review-team naar voren, terwijl het wel een belangrijke economische inkomstenbron is.

Het Review-team is er vanuit gegaan dat de visserij meegenomen is in de studies naar de ecologie van de Westerschelde.

ir. R. Klomp (W.L.): Het reviewteam doet aanbevelingen voor meer onderzoek, die dus ook meer geld kosten. Schiet het huidige budget te kort of zijn er ook onderdelen waarop bezuinigd kan worden?

Daarvoor is het plan niet gedetailleerd genoeg bestudeerd door het review-team.

ir. R. Boon (R.W.S.): Is het niet gemakkelijk om te stellen dat ecologische doelen maatschappelijk bepaald moeten worden? Wie bepaalt dan uiteindelijk de doelen, met andere woorden wie adviseert de maatschappij?

Het Review-team vindt het niet juist om in dit stadium een



oordeel te vellen over de ecologische doelen. Eerst moet het proces gestart worden om de bevolking en de pers te betrekken bij de plannen. In de middagsessie zal hier verder op ingegaan worden.

ir. P. Hoogweg (R.W.S.): Het review-team beveelt aan om pilot projecten uit te voeren. Is het overall concept van oostwest daarvoor voldoende onderbouwd?

Het conceptuele model kan alleen verbeterd worden aan de hand van de resultaten van pilot projecten. De pilot projecten moeten daarvoor zorgvuldig uitgezocht worden.

ir. H. Smit (R.W.S.): Het Review-team heeft het over kwaliteitswaarborging op laag niveau. Zou ook niet aan kwaliteitsborging gedaan moet worden op hoog niveau?

Het Review-team vindt haar inschakeling een vorm van kwaliteitsborging op hoog niveau. Dit zou wellicht vaker kunnen plaatsvinden, met een team van steeds wisselende deskundigen.

ir. J. Claessens (A.Z.D.): Bestaat er geen gevaar voor hogere waterstanden bij stromvloeden, indien de komberging wordt vergroot door een effectiever geulenpatroon?

Hiervoor zijn diepgaande studies nodig, die integraal en gezamenlijk aangepakt moeten worden.

ir. M. Meulblok (R.W.S.): Het risico bestaat dat maatschappelijke discussies ontkracht worden door verkeerde of suggestieve berichtgeving in de pers.

Dan zal er meer expertise moeten worden opgedaan in het omgaan met de pers.

3. Paneldiscussie

Het panel wordt gevormd door het review-team. Ieder lid van het review-team poneert een stelling als uitgangspunt voor discussie.

Prof.dr.ir. R.F. Verheijen

Prof. Verheijen stelt dat ecologie een wetenschap is en geen politieke keuze. De ecologie kan geen doelen stellen. Bij de Westerschelde is het de bedoeling om in te schatten wat de ecologische consequenties zijn van verdieping. Hierbij wordt rekening gehouden met randvoorwaarden zoals de bereikbaarheid van Antwerpen en de veiligheidsaspecten.

Prof.dr.ir. J.F. Agema

Allereerst is prof. Agema van mening dat een multidisciplinaire benadering bij uitvoering van de studies zeer belangrijk is. Zijn tweede stelling is dat monitoring van kleinschalige gebieden ideeën kan opleveren voor vermindering van het onderhoud van de vaargeulen. De derde stelling heeft betrekking op het proces om belanghebbenden bij de plannen te betrekken. Dit zou volgens hem vanaf het uur nul moeten gebeuren. Hij ziet het als een continue proces.



Prof.ir. J.J. Peters

Om te weten wat duurzaam is voor het estuarium, moet volgens Peters vooral de historie bestudeerd worden. Pas als we weten wat we willen en belangrijker nog, wat we niet willen, kunnen doelen worden vastgesteld. Een tweede stelling van Peters is dat tot nu toe een te enge discussie is gevoerd over de problemen rond de komberging en het baggeren. Zowel komberging als baggeren zijn onderdelen van een veel complexer probleem. De vraag is wat voor milieu wij willen in de toekomst.

Prof.dr.ir. J. Berlamont

Berlamont staat een integrale systeembenadering voor bij de uitvoering van de studies over de Westerschelde. Hij pleit voor multidimensionele modellen en een multidisciplinaire benadering, waarbij gelet wordt op de bevaarbaarheid van de Schelde, de grensoverschrijdende betekenis van de problematiek, en de verschillende tijd- en lengteschalen waar het om gaat. Volgens hem leiden alle ingrepen die het baggerwerk reduceren tot een verhoogd overstromingsgevaar.

Prof.dr. W.J. Wolff

Het begrip duurzaamheid heeft al een lange geschiedenis. De vraag is op welke manier duurzaam met estuaria als de Westerschelde moet worden omgegaan. Zijns inziens moet aan deze vraag expliciet aandacht worden besteed buiten alle bestaande vragen en aandachtspunten om.

Prof.dr. J.H.J. Terwindt laat zich excuseren.

Discussie:

ir. W.H. van der Hoofd (N.B.L.F.): *Kunnen er vanuit de wetenschap geen handvaten gegeven worden om de discussie over ecologische doelstellingen te sturen?*

Prof. Wolff antwoordt dat de ecologie de consequenties van bepaalde handelingen kan aangeven, maar dat de maatschappij beslist wat voor soort natuur gewenst is. Prof. Verheijen sluit zich hierbij aan.

ir. M. Meulblok (R.W.S.): *De stelling van de heer Berlamont verdient nuancering, vergroting van de komberging kan juist tot verlaging van het overstromingsrisico leiden. Is er gevaar voor opslingeringseffecten bij verdere verdieping? Is het mogelijk dat er een grens wordt overschreden waardoor processen plotseling omslaan?*

Volgens prof. Peters spelen bij de verdieping verschillende processen een rol, zoals stratificatie, zeespiegelstijging en veranderende sedimentatiepatronen. Het is van belang per proces uit te zoeken wat de effecten zijn en vervolgens wat de overheersende processen zijn. Het is mogelijk dat trigger-effecten gaan optreden, het is van groot belang dit te onderzoeken.

Op welke wijze dit bestudeerd moet worden, is een andere vraag. Er valt op morfologisch gebied nog veel te leren uit de geschiedenis. Voor het bereiken van een evenwichtstoestand is tijd nodig. Gebeurtenissen van eeuwen geleden hebben nu nog steeds effect, daarentegen zijn er ook



kleinschalige processen. Door het baggeren ontstaat een permanent zandtekort, wat er gaat gebeuren wanneer plotseling gestopt wordt met baggeren is onbekend.

dr. J. Dronkers (R.W.S.): *Het Review-team geeft blijk van een pessimistische visie wat betreft de mogelijkheden van mathematische modellering. De Westerschelde is wel complex, maar niet ingewikkeld aangezien er een dominant proces is, de getijbeweging. Goede modellering vergt een inzet van zo'n 12 à 15 mensjaar.*

Prof. Agema meent dat de geringe nauwkeurigheid van de modelresultaten de komende 10 tot 20 jaar het belangrijkste bezwaar blijft. Vergelijken van alternatieven met behulp van modellen kan echter wel.

Prof. Berlamont vult aan dat alle bestaande modellen gekalibreerd moeten worden met waarnemingen. Ontbrekende gegevens voor kalibratie van 3D modellen zullen moeten worden aangevuld met resultaten van een conceptueel model en empirische gegevens.

Prof. Peters wijst op de verwarring die optreedt als er over modellen gepraat wordt. Er moet een onderscheid gemaakt worden tussen morfologische en hydraulische modellen. Hydraulische modellen geven in combinatie met sedimenttransportformules ondermeer inzicht in de sortering van het sediment. Morfologie moet men veel breder opvatten, de modellering daarvan is veel ingewikkelder.

dr. P. Meire (I.V.N.): *De plannen die in het project OostWest worden uitgewerkt ten aanzien van habitattypen zijn gebaseerd op maatschappelijke keuzen, die zijn immers verwoord in het Beleidsplan Westerschelde en het (concept) Struktuurplan Vlaanderen. Tevens is het streven naar biodiversiteit in meer algemene natuurbeleidsplannen als speerpunt genoemd. Het streven naar bijvoorbeeld volledige gradiënten van zoet naar zout in de Westerschelde is daarop gebaseerd. Vanuit de ecologie kunnen randvoorwaarden gegeven worden voor de inrichting van die gebieden. Men moet niet teveel teruggrijpen naar historische situaties, maar pragmatisch te werk te gaan.*

Prof. Wolff wil de relativiserende indruk die gemaakt is op de aanwezigen na uitspraken over de ecologie in de Westerschelde recht zetten. Als ecooloog is hij niet in staat een oordeel te vellen, maar hij is een andere mening toegedaan als hij vanuit het natuurbehoud spreekt. Vanuit natuurbehoud moet het streven gericht zijn op behoud en uitbreiding van natuur die kenmerkend is voor de omgeving en mogelijk is binnen het maatschappelijk gebruik.

Prof. Verheijen voegt hieraan toe dat de vraag of het Land van Saeftinge in de huidige vorm behouden moet blijven of dat het verder mag verlanden een politieke vraag is. Vanuit de ecologie kunnen de ontwikkelingen echter wel worden voorspeld.

dr. Saeijs (R.W.S.): *In het Beleidsplan Westerschelde zijn de maatschappelijke keuzen vastgelegd. Hierin staat dat het estuariene karakter moet worden behouden en hersteld. Deze keuze kan door de ecologie worden vertaald in een set van randvoorwaarden.*

Het review-team is het hiermee eens.



drs. Smit (R.W.S.): *De invulling van de term duurzaamheid is lastig, maar een pragmatische invulling is mogelijk: Het voorkomen van versnelde verlanding en het behoud van verschillende habitattypen en ontwikkelingsstadia.*

Prof. Verheijen pleit voor uitwerken van kwaliteitsdoelen voor deelgebieden, zoals voor Saeftinge.

ir. R. Klomp (W.L.): *Hoe afhankelijk is de Westerschelde van de bovenloop? In de plannen wordt het bovenstroomse gedeelte van de Schelde niet altijd meegenomen.*

Prof. Berlamont geeft aan dat de kwaliteit van water en sediment invloed heeft op de toekomstige beheerwijze. Het Review-team als uitgangspunt gesteld dat binnen redelijke termijn verbetering van de kwaliteit plaatsvindt.

Ir. Engel voegt hieraan toe dat het natuurlijk systeem niet stopt bij de grens. De toekomstige beheersvraagstukken hebben allen te maken hebben met de consequenties van menselijk ingrijpen.

ir. M. Meulblok (R.W.S.): *Er moet naar andere vormen van baggeren gezocht worden. Waterinjectietechnieken kunnen wellicht aanvullend worden gebruikt op de conventionele methoden.*

Prof. Peters geeft aan dat zoveel mogelijk gebruik gemaakt moet worden van natuurlijke sedimenttransporten. Het te baggeren volume stijgt exponentieel met de mate van afwijking van de evenwichtsdiepte. Probeer de evenwichtssituatie aan te passen door middel van morfologisch baggeren.

ir. H. Belmans (A.Z.D.): *Aan welke termijn denkt het reviewteam voor de realisering van ontpolderen. De beschikbare arealen op Belgisch grondgebied zijn beperkt.*

Ir. Engel antwoordt dat er veel tijd overheen zal gaan voordat ontpolderingen op grote schaal gerealiseerd kunnen worden. Maar alle ruimte die beschikbaar komt moet gebruikt worden. Dat geldt niet alleen voor komberging maar ook voor natuurontwikkeling. Waar ruimte verdwijnt, bijvoorbeeld door de aanleg van een containerkaai, moet compensatie geboden worden.

ir. L. Msyvis (A.Z.D.): *Het doel van ontpolderen is vaargeulonderhoud ten behoeve van de scheepvaart. Ontpolderen doet echter de stroomsnelheden zodanig toenemen dat de veiligheid van de scheepvaart ontoelaatbaar vermindert. Een ander punt is dat de meest gunstig gelegen polders zeer hoog liggen. Om profijt te hebben voor de komberging moeten ze afgegraven worden.*

ir. Vroon (R.W.S.) antwoordt dat naar geïntegreerde maatregelen moet worden gezocht zodat voor- en nadelen kunnen worden geoptimaliseerd. Sturing, om ongewenste effecten te reduceren, is mogelijk. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door geschikte combinaties van ontpolderingen of het moment van vollopen gunstig te kiezen.

Prof. Verheijen vindt dat ten behoeve van natuurontwikkeling ook andere vormen mogelijk zijn, zoals het ontwikkelen van vloeimeersen. Daarbij wordt zeker niet voorbijgegaan aan de randvoorwaarden die



gesteld worden aan veiligheid op de rivier en kwaliteit van het water.

Ir. T. Pieters (R.W.S.) legt uit dat een combinatie van factoren verantwoordelijk is voor effecten die optreden. Tevens moeten ontpolderen en de consequenties daarvan in hetzelfde licht worden gezien als andere grote ingrepen zoals de aanleg van een Baalhoekkanaal en het vaarwegonderhoud.

ir. T. Boon (R.W.S.): *Wat is het belang voor de natuur bij minder baggeren?*

ir. Meyvis (A.Z.D.): *Vlaanderen is geïnteresseerd in alle alternatieven die leiden tot minder baggeren en die dus kostenbesparend zijn.*

ir. H. Belmans (A.Z.D.): *Door het vastleggen van het geulensysteem is de veiligheid van de scheepvaart toegenomen, wat ook gunstig is voor de natuur.*

Prof. Peters benadrukt dat door het vastleggen van het geulensysteem de natuurlijke cycliciteit van geul- en plaatontwikkelingen verstoord wordt. Wat het effect daarvan op de lange termijn zal zijn is niet bekend. Prof. Peters pleit voor een andere bagger- en stortstrategie, waarbij vloedgeulen wellicht niet meer morfologisch actief zijn maar hun hydraulisch functie wel gehandhaafd blijft. Er moet een compromis gevonden worden tussen scheepvaart en natuur.

ir. Belmans (A.Z.D.): *In het verleden heeft Vlaanderen samen met Nederland plannen gemaakt voor het reguleren van de Schelde. Waarom wordt nu het tegendeel voorgestaan?*

ir. Engel antwoordt dat ontwikkelingen elders, bijvoorbeeld in de Seine, inzicht hebben gegeven in de negatieve consequenties van reguleren.

Volgens prof. Verheijen wordt door baggeren een essentiële ecologisch proces verstoord. Er moet gezocht worden naar een evenwicht tussen belangen van bereikbaarheid, veiligheid en ecologie zonder dat aan de essentiële randvoorwaarden van één van de drie belangen te kort wordt gedaan.

dr. P. Meire (I.V.N.): *Het moet mogelijk zijn maatregelen te vinden die de koppeling tussen economie en ecologie tot stand te brengen. Het gaat om een set van verschillende maatregelen die geleidelijk en iteratief moeten worden uitgevoerd.*

dr. J. Dronkers (R.W.S.): *Tijdens de discussie wordt teveel uitgegaan van een tegenstelling tussen een estuarium dat goed is voor de scheepvaart en een estuarium dat goed is voor de natuur. Waarom zou een goede scheepvaartgeul niet te combineren zijn met andere functies?*

4. Sluiting

De voorzitter, dr. Saeijs, licht met enige citaten uit werken van Van Veen nog eens toe hoe de Nederlandse inzichten in goed beheer van de Westerschelde in de loop van de tijd zijn gewijzigd. De voorzitter bedankt het reviewteam hartelijk voor het werk dat zij verricht hebben en sluit de vergadering.





Review beheer en onderzoek Wester-
schelde

Bijlage 6 Gezamenlijke rapportage van het reviewteam



R A P P O R T van het R E V I E W T E A M

INLEIDING EN PUNTSGEWIJZE SAMENVATTING

De hoofdgedachte achter de geschetste toekomstige beheerswijze van de Westerschelde is het voorkomen van ongewilde ontwikkelingen, die door mensenhand in dit gebied in gang zijn gezet. Gewilde ontwikkelingen op morfologisch gebied zijn het tot een minimum reduceren van het baggerwerk, het handhaven van de natuurlijke morfologische dynamiek en het voorkomen van een versnelde verlanding van het estuarium. Op het gebied van de ecologie is het gewenst dat het areaal van schorren, intergetijdegebieden en ondiepwatergebieden gehandhaafd of hersteld wordt.

De gedachte om een team van experts uit Nederland en België naar de aanpak van de Westerschelde te laten kijken, heeft het Review-team aangesproken.

Vooropgesteld dient te worden dat een ideale situatie voor natuur, milieu, visserij en recreatie niet samengaat met de meest gunstige vaarweg voor Antwerpen. Het voor de vaarweg noodzakelijke baggerwerk blijft een sterke, negatieve druk op het milieu van de Westerschelde uitoefenen. Alles wat kan leiden tot een taakverdeling tussen meer aan zee gelegen havens en meer stroomopwaarts gelegen havens moet daarom worden nagestreefd. In dit verband dient ook bij de afweging over een eventueel Baalhoekkanaal, de geringere noodzakelijke diepte van het oostelijke deel van de Westerschelde te worden meegenomen.

Het onderzoeksteam heeft uitstekend werk geleverd en daarvan helder verslag gedaan. Dit heeft geleid tot baanbrekende ideeën op beheersgebied. Het is echter nodig deze ideeën meer in een planologische en geografische context te plaatsen.

Daarnaast dienen bij de morfologie de vorm van het geulenstelsel en de mogelijke aanpassing daarvan bekeken te worden. Om een draagvlak voor toekomstige beleidsveranderingen te krijgen, dient de discussie over de beleidswijzigingen in een zo vroeg mogelijk stadium met belanghebbenden en belangstellenden te worden gevoerd.



conceptueel model

Onder conceptueel model wordt hier verstaan: de inzichten, in termen van oorzaak-gevolg relaties, die zijn opgedaan bij het bestuderen van de veranderingen in het stroomgebied van de Schelde. Het drie -en door de tijdsdimensie- feitelijk vier dimensionale karakter van het estuarium maakt dat wiskundige modellen wel steun kunnen geven bij het ontwikkelen van inzicht in het functioneren van het estuarium, maar deze dienen duidelijk te worden ingepast in een ruimer conceptueel model. Ontwikkelingen in kleine gebieden hebben een andere tijdschaal dan het estuarium als geheel. Dit kan geïllustreerd worden met het voorbeeld van zandtekorten of -overschotten in het mondingsgebied, die pas op zeer lange termijn effect zouden krijgen, versus zandtekorten op een vooroever, die direct aanleiding zouden geven tot aantasting van deze oever.

Het dynamische evenwicht waarin het estuarium zich nu bevindt wordt sterk bepaald door het baggerwerk, de daaruit voortkomende komberging en de vorm die het estuarium als gevolg van natuurlijke ontwikkelingen en menselijk ingrijpen heeft gekregen. Extra komberging kan verkregen worden door het toevoegen van areaal aan de Westerschelde en door het stimuleren van een effectiever geulenpatroon. Het is van belang na te denken over de vraag of plotselinge omslagen, zoals bijvoorbeeld grootschalige geulverlegging, mogelijk zijn. Ook moet nagedacht worden in hoeverre weinig voorkomende situaties zoals langdurige storm, zware ijsgang of staking van de baggerwerkzaamheden een "trigger"-effect op deze omslagen kunnen hebben. Hieruit vloeit de vraag voort of verdere verdieping de kans op omslagen vergroot of verkleint.

De rapporten geven geen inzicht in hoeverre het mogelijk is om effectiever gebruik te maken van baggerwerk (gunstige drempelaanstroming, probabilistische omgang met drempeldiepte) en stortwerk (aangepast aan getijdestromingen, dood- en springtij, effecten van stormen).

Over het beperkende effect van zandonttrekking op het baggerwerk in het oostelijk deel bestaat geen verschil van mening. Het ligt echter voor de hand te veronderstellen dat zand dat weer op de drempel terecht komt, ten koste gaat van schorren en platen.



pilotstudies

Aangezien het niet mogelijk is om een compleet conceptueel model op te bouwen zonder dat baggerwerk wordt uitgevoerd, is het verstandig om nieuwe werkwijzen bij het baggeren en storten te zien als pilotstudies, die zorgvuldig gemonitord worden. Voor deze studies kunnen eenvoudige mathematische modellen worden gebruikt. Nauwkeurige metingen zijn voor de berekeningen noodzakelijk omdat aan globale stroomsnelheden of diepteveranderingen weinig inzicht kan worden ontleend. De resultaten kunnen worden benut om het conceptueel model te verbeteren.

Voordat men de huidige situatie met behulp van oeververdediging vastlegt, is het gewenst zich te bezinnen op het meest gewenste geulenverloop in het estuarium.

duurzaam versus milieuvriendelijk

In de studies van de Directie Zeeland spreekt men over "duurzaam beheer" van de Westerschelde. Met deze term wordt kennelijk bedoeld: "beheer dat leidt tot een duurzame situatie". Dit laat in het midden of een duurzame situatie ook hetzelfde is als het op de meest gunstige manier (in economisch en ecologisch opzicht) in stand houden van de gewenste scheepvaartgeul. Duurzaam beheer is waarschijnlijk afgeleid van het begrip duurzame ontwikkeling, dat in wezen een proces van verandering betekent, "waarin de benutting van hulpbronnen, de richting van investeringen, de oriëntatie van technologische ontwikkeling en de institutionale verandering met elkaar in harmonie zijn en zowel de huidige als de toekomstige mogelijkheid vergroten om aan de menselijke behoeften tegemoet te komen" (WCED, 1987). Totdat over duurzaam beheer in het algemeen en estuaria in het bijzonder een beter begrippenkader is gevormd, zou het woord "milieuvriendelijk" als alternatief gebruikt kunnen worden. Onder milieuvriendelijk wordt in dit verband verstaan: "een zo goed mogelijk evenwicht vinden tussen economische en milieudoelstellingen, zodanig dat het realiseren van de economische doelstellingen mogelijk is en het milieu verbetert, of tenminste niet verder degradeert. Deze definitie is gekozen omdat de vraag is wat wenselijk is. In het algemeen is dat in belangrijke mate maatschappelijk bepaald. Het is bijvoorbeeld niet duidelijk waarom het Land van Saeftinge in de situatie van twintig jaar geleden, in de huidige situatie of in de situatie over twintig jaar geprefereerd moet worden.



De grote dynamiek van een getijdegebied heeft zeker ook in econologisch opzicht positieve consequenties. Het begrip duurzaamheid is op een dynamisch en veranderlijk estuarium niet zonder meer van toepassing, ook in het geval menselijk ingrijpen achterwege blijft. Er is dus alle reden om over de ecologische waarden in bredere kring van gedachten te wisselen. Zo is het naar onze mening geenszins zeker dat in alle gevallen gestreefd moet worden naar complete reeksen habitattypen. Erkens wordt dat de laatste decennia veel zoete en zoute schorgebieden verloren zijn gegaan en dat het vanuit het oogpunt van natuurbehoud wenselijk is deze arealen weer te vergroten. Of het Land van Saeftinge in de komende decennia zijn waarde verliest of dat het zich verder ontwikkelt als een uniek, zij het opgeslibd en niet ingepolderd schorregebied is een vraag die meer studie behoeft.

water- en slibkwaliteit

Het Review-team heeft niet de opdracht gekregen om naar de waterkwaliteit te kijken. In de beoordeling van de beleidswijziging is daarom aangenomen dat de waterkwaliteit aan de gestelde voorwaarden voldoet, c.q. zal voldoen. Opgemerkt kan worden dat grootschalige slibonttrekking in Antwerpen een buitengewoon gunstig effect heeft gehad op de water- en speciekwiteit. Aangenomen wordt dat dit beleid wordt voortgezet.

Ten principale kan de voorgestelde beleidswijziging niet los worden gezien van de waterkwaliteit. Twee hoekstenen van het voorgestelde beleid, te weten het verder naar het westen brengen van de specie en vergroting van het kombergingsgebied zijn alleen mogelijk als de kwaliteit van de specie dit acceptabel maakt.

VRAGEN

Vraag I Beheerswijze van de Westerschelde

Wilt u de volgende actuele beheersvragen op basis van "best professional judgement" beantwoorden?

- a) Op welke manier kunnen vaargeulonderhoud in de Westerschelde en duurzaam ecologisch beheer worden gecombineerd?
- b) Hoe kunnen nieuwe ingrepen, zoals zandwinning, verdieping van de vaargeul en de bouw van een speciedepot worden ingepast in duurzaam beheer van het systeem?



- c) Op welke manier kan de morfologische en ecologische structuur van het estuarium worden verbeterd?

Vraag II Vervolgonderzoek

Kunt u beoordelen of met het voorgestelde vervolgonderzoek binnen twee jaar voldoende onderbouwing van de antwoorden van bovenstaande vragen mogelijk is?

alternatieven

Sommige beleidsveranderingen die nodig zijn om de voorgestelde beheerswijze van de Westerschelde in praktijk te brengen, zoals vergroting van de komberging, vergen veel tijd. Zowel aan Belgische als aan Nederlandse zijde moeten bijvoorbeeld belangengroepen voorgelicht en al bij het begin van het proces erbij betrokken worden. Ook dient overwogen te worden of de morfologische studie niet moet worden ingebed in de maatschappelijke en ecologische beleidsuitgangspunten, die worden beschreven in het beleidsplan Westerschelde en in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen. Bij een dergelijke beschouwing dienen alternatieven te worden geboden. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan verschillende maten van verdieping, verschillende systemen van baggeren en storten, maar er kan ook gedacht worden aan verschillende mogelijkheden van het gebruik van de ruimtelijke structuur. Dit kan door een gewijzigde taakverdeling tussen de havengebieden, maar ook door het bekorten van de diepe vaarroute door middel van de aanleg van het Baalhoekkanaal. Het spreekt vanzelf dat bij de beschouwing van alternatieven naast de milieu-effecten, de kans op overstromingen, risico's voor de scheepvaart, de sociaal-economische consequenties en de kosten worden meegenomen. Een beschouwing waarin deze aspecten aan de orde komen, is een basis die voldoende uitgangspunten biedt om belangengroepen bij het proces te betrekken. Tijdige en uitvoerige voorlichting is hierbij een "conditio sine qua non".

voorgestelde beheerswijze van de Westerschelde

Op grond van onder andere kennis over de aanpak van het Seine estuarium kan gesteld worden dat een verminderd vloedvolume kan leiden tot meer baggerwerk en een minder natuurlijk estuarium. Voor de Westerschelde geldt dat door afname van het vloedvolume onder meer nevengeulen kunnen dichtslibben.



Het Review-team is van mening dat de geschetste beheerswijze van de Westerschelde een goede kan zijn, maar dat een aantal elementen met grotere zorg dient te worden bekeken. Ten eerste vereisen de effecten nadat het baggerwerk achterwege wordt gelaten, en de afspraken die hierover worden gemaakt met de baggers, meer aandacht. Als opgehouden wordt met baggeren gaan de verdiepte geulen zich namelijk vullen met zand van de platen of uit het mondingsgebied. De vraag is wie dan verantwoordelijk is voor de schade aan de oevers en platen. Ten tweede is niet bekend wat de risico's zijn voor de aantasting van de oevers bij het zandarmen maken van het oostelijk gebied in de Westerschelde. Wel duidelijk is dat bij de voorgestelde beheerswijze de werkwijze van het baggerwerk een ander karakter krijgt. Aangezien ook twee jaar extra onderzoek geen volledig uitsluitsel zal kunnen geven op de openstaande vragen, is een gefaseerde verandering met een zorgvuldige monitoring van de beheerswijze op zijn plaats. Wellicht is het ook zinvol naar de consequenties van een nog groter vloedvolume te kijken. In het Loire estuarium, waar men het vloedvolume sinds 1913 sterk heeft vergroot, zoekt men nu naar mogelijkheden dit weer te verkleinen.

vergroting van de komberging

Op zichzelf is vergroting van de komberging een gunstige maatregel. Enerzijds wordt hiermee het natuurlijk karakter van de rivier en het estuarium vergroot. Anderzijds kan komberging stroomopwaarts in de rivier een gunstig effect hebben op de helderheid van het water. Wanneer de mogelijkheid zich voordoet de komberging te vergroten, zou in het beginstadium dit nieuwe estuariumgebied nauwkeurig moeten worden gevolgd om een beeld te geven van de aanslibbingen. Het lijkt echter dat er, voorafgaand aan het raadplegen van de belangengroepen in het kader van het opstellen van ruimtelijke plannen, niet veel gebieden beschikbaar zullen komen. Het toekomstige Baalhoekkanaal biedt de mogelijkheid om de komberging van de Westerschelde aanzienlijk te vergroten. In ieder geval moet voorkomen worden dat nog meer kombergingsgebieden aan de Westerschelde worden onttrokken. Speciedepots in het Westerscheldegebied passen niet in het beeld van vergroting van de komberging.

morfologie

Baggerspecie bergen in zich verdiepende oevers of troggen is morfologisch minder riskant dan het ondieper maken van vloedscharen. Belang-



rijk voor de morfologie is of de Westerschelde door de voorgestelde extra baggerwerken in totaliteit zou kunnen veranderen of dat slechts graduele wijzigingen zullen optreden. Het is de moeite waard na te denken over de mogelijkheden van ongewenste omslagen en na te gaan op welke manier deze kunnen worden bestudeerd. Voorlopig dient men vooral pragmatisch te zijn. Indien de huidige werkwijze te nadelige consequenties heeft dan zal in de eerste plaats het onttrekken van zand op verstandig gekozen plaatsen onder begeleiding van monitoring plaats moeten vinden. Tegelijkertijd moeten echter de consequenties bestudeerd worden. Voordat beslist wordt over het meer naar het westen brengen van specie, zou de tot op heden verrichte morfologische studie in een meer geografisch verband geplaatst moeten worden. Men dient zich dan ook de vraag te stellen wat men wil doen met de ontwikkeling van de platen van Valkenisse, Ossenissee enzovoort. De huidige benadering van de morfologie is te technisch en te weinig gericht op de aardrijkskundige betekenis van dit begrip. Op veel plaatsen in het rapport wordt het begrip ten onrechte gebruikt. In veel gevallen gaat het over problemen van (lokale) verzandingen of erosie, die worden bestudeerd met hydraulische modellen. Het morfologisch probleem is drie -eigenlijk vier- dimensionaal en dient ook dienovereenkomstig te worden behandeld. In een breder morfologisch kader verdient het aanbeveling na te denken of het aantal bochten in de ebgeul van de Westerschelde past bij de toekomstige verdiepingen. Als dat het geval is, dan kan de vraag gesteld worden op welke manier deze bochten dienen te worden gesitueerd om een optimale aanstroming van de drempels te realiseren.

oeververdedigingen

Van Veen heeft indertijd gesteld dat erosie bestrijdende constructies ontgrondingen juist in de hand werken. Zeker is dat, waar door bestor-tingen vaste punten zijn gecreëerd, vaak diepe putten ontstaan. Met oeververdedigingen dient men dus bewust een bepaalde morfologie te accentueren. Veiliger is om de oevers te beschermen door het stromingspatroon te optimaliseren. Hierbij wordt ook tegemoet gekomen aan de problemen die uit zogenaamde "trigger"-effecten kunnen ontstaan. Onder "trigger"-effecten wordt hier verstaan de effecten die optreden als onder extreme omstandigheden snelle en onvoorziene omstandigheden geulverlegging plaatsvindt. Dit kan het gevolg zijn van verdieping van de vaargeul.



vervolgonderzoek

De vraag blijft hoe binnen de organisatie de waarborging plaatsvindt van gecompliceerde studies, in het bijzonder als mathematische modellen worden toegepast. In elk geval dienen cruciale studies tweevoudig en onafhankelijk van elkaar te worden uitgevoerd. Hierbij kan al of niet van dezelfde modellen worden uitgegaan. Afhankelijk van de hoeveelheid geld die voor de studies beschikbaar is, lijkt een werkwijze wenselijk waarbij het uitgangspunt is dat de meest interessante ontwikkelingen grondig worden bestudeerd. Hierbij is uiteraard wel een mathematisch model van het gebied nodig, maar het gaat te ver om te streven naar een model dat alle effecten kan verklaren. Bij de berekening van sedimenttransporten moet men zich realiseren dat de modellen nooit voor extreme situaties gebruikt kunnen worden. Bij stormen bijvoorbeeld kunnen grote zandtransporten optreden. Verder kan worden opgemerkt, dat het gevaar van het gebruik van numerieke modellen is dat er te weinig wordt geïnvesteerd in een goed conceptueel model. Als voorzet voor de keuze van dergelijke, nauwkeurig te bestuderen gebieden kan naast het Land van Saeftinge gedacht worden aan de platen van Valkenisse en een van de uitbochtende overlopen. Nauwkeurige monitoring in deze gebieden met de verklaring van de geconstateerde effecten zouden tot een fundamentele kennisvermeerdering kunnen leiden.

GEDETAILLEERDE VRAGEN

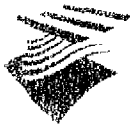
Naar aanleiding van de eerste algemene beleidsvraag, wordt in het onderstaande de gedetailleerde beleidsvragen behandeld.

Vraag 1 Systeemanalyse

Is de algemene systeemanalyse zoals weergegeven in de pilot-nota correct?

systeemanalyse

De algemene systeemanalyse zoals weergegeven in de pilot-nota is niet volledig omdat deze eenzijdig is gericht op technische en economische belangen. Er is geen aandacht besteed aan de maatschappelijke aspecten. De manier waarop bijvoorbeeld belangengroepen betrokken moeten worden bij het project, komt niet in de analyse voor. Er is geen aandacht besteed aan planologische en landschaparchitectonische visies en er is



geen rekening gehouden met bestaande beleidsplannen in België. De aan beide zijden van de grens opgestelde beleidsplannen zouden als randvoorwaarden van de systeemanalyse moeten worden meegenomen. Uit de verrichte studies wordt niet duidelijk op welke wijze deze door Belgen en Nederlanders gezamenlijk kunnen worden uitgevoerd en geverifieerd, zonder al te voortijdig in het politieke vaarwater te geraken.

Vraag 2 Verlanding van het estuarium

Is er sprake van versnelde verlanding van het Schelde-estuarium of een reële dreiging daarvan als gevolg van inpolderingen en baggerwerkzaamheden?

verlanding van het estuarium

Zowel inpoldering als baggerwerkzaamheden leiden tot op dit moment tot een versnelde verlanding van het estuarium.

Vraag 3 Verlandingsproces in het Land van Saeftinge

Verloopt het verlandingsproces in het Land van Saeftinge als gevolg van het baggeren en storten sneller dan onder meer natuurlijke omstandigheden verwacht zou worden?

Land van Saeftinge

Op het ogenblik lijken de baggerwerkzaamheden te leiden tot een versnelde verlanding van het Land van Saeftinge. Het steeds weer in suspensie brengen van zand kan bijdragen aan het verlandingsproces. Of dit voor het gehele estuarium het geval is, kan met de nauwkeurigheid van de metingen niet worden beoordeeld. Ook is niet duidelijk of deze verlanding zich in de toekomst zal voortzetten.

Vraag 4 Oplossingsrichtingen

In de pilot-nota wordt vermeld dat de omvang van het baggerwerk bij verdere verdieping van de vaargeul binnen de perken gehouden kan worden als de volgende oplossingsrichtingen worden doorgevoerd. Deze zijn het vergroten van de komberging, het verder naar het westen van de Westerschelde verplaatsen van de stortlokaties voor baggerspecie en het winnen van meer zand uit het oostelijk deel van de Westerschelde.

a) Zijn dit inderdaad de meest effectieve oplossingsrichtingen?



- b) In welke mate kunnen deze oplossingsrichtingen bijdragen tot reductie van het baggerbezwaar, de verlandingssnelheid van het estuarium en het Land van Saeftinge en daarnaast mogelijkheden bieden voor ecologisch herstel van het estuarium?
- c) Op welke schaal moeten deze oplossingsrichtingen worden toegepast om substantieel effect te verkrijgen?

oplossingsrichtingen

Vergroting van het vloedvermogen, het verplaatsen van stortlokaties naar het westen van de Westerschelde en het winnen van meer zand in het oostelijk deel van de Westerschelde zijn inderdaad effectieve maatregelen om het verlandingsproces te beperken. Andere oplossingsrichtingen zijn het geleidelijk veranderen van de morfologie op een zodanige wijze dat het baggerwerk tot een minimum beperkt wordt. Op zich is ook de contractvorm met de baggeraar van belang voor de reductie van het baggerwerk. Niet voor het per kubieke meter verplaatsen van specie zou moeten worden betaald, maar voor het per kilometer onderhouden van de vaargeul. Op deze manier kan de praktijkervaring van de baggeraar bijdragen tot vermindering van het baggerwerk.

baggerwerk

Er is over het algemeen te weinig aandacht besteed aan de wijze waarop de baggerspecie wordt gestort. Dit kan namelijk belangrijke effecten hebben op de ecologie. De vraag is

- 1) Hoe de breedte en diepte van de te baggeren vaarweg op de drempels wordt bepaald en
 - 2) Of deze worden geoptimaliseerd met probabilistische technieken.
- Uit de studies blijkt dat het gebaggerde materiaal bij verdere verdieping op grotere afstanden (ten westen van Hansweert) moet worden gestort.

Het rondpompen van de baggerspecie wordt overigens door geen van de deskundigen als negatief gezien. Het kan echter niet zonder kostenbeschouwingen goed beoordeeld worden. Baggeren is de goedkoopste en meest flexibele manier van werken.

Aan de slibcomponent wordt weinig aandacht besteed. Het terughouden van het slib hogerop in de Schelde zal een vermindering van het slibonderhoud in de Antwerpse haven tot gevolg hebben.



praktijkervaring

In welke mate de gekozen oplossingsrichtingen bijdragen tot een reductie van het baggerbezwaar, de verlandingsnelheid van het estuarium en het Land van Saeftinge enerzijds, en anderzijds mogelijkheden bieden voor ecologisch herstel van het estuarium, kan zonder praktijkervaring met zorgvuldige monitoring niet worden aangegeven. Uit modelonderzoek kan worden opgemaakt op welke schaal de oplossingsrichtingen moeten worden toegepast om een meetbaar resultaat te krijgen. De vraag blijft of alle huidige schorren blijvend moeten worden verdedigd.

Verder moet worden opgemerkt dat het waarschijnlijk is dat een snellere toestroom van gebaggerd zand waarschijnlijk een gunstige voorwaarde is voor het behoud van het estuarium. Brengt men het zand verder weg dan kan plaatselijk zandtekort met afslag van schorren en platen optreden. Een zorgvuldige middenweg lijkt in dit geval het meest aangewezen. Er zal verlanding blijven optreden maar het meervoudig geulenstelsel zal blijven bestaan door de vorm van het mondingsgebied. Studies hierover hebben het nadeel dat het werken met sectiegemiddelde waarden met de huidige modellen nodig is, maar niet toelaat het effect in te schatten van de stroomverdeling in drie dimensies. Enkele jaren geleden verschenen in het PIANC Bulletin twee artikelen van B. Winkley over het onderhoud van drempels in de scheepvaartweg van de Mississippi. Het eerste artikel behandelt het onderhoud bij lage waterstanden, het tweede gaat over het onderhoud bij hoge waterstanden. De conclusie van beide artikelen is, dat het baggeren sterk vermindert als het water "gestroomlijnd" de drempel ingaat. Dezelfde bevinding is gedaan bij de monding in de Zairestroom. Hier hangt de relatie tussen het baggervolume en de diepte van de vaargeul af van de algemene morfologie (onder meer van de ligging van platen en zijgeulen) en van de concentratie en oriëntatie van de stroming tegenover de drempel.

Vraag 5 Habitattypen

In de pilot-nota wordt gesteld dat voor duurzaam ecologisch herstel, aanvullend op de onder vraag 4 genoemde oplossingsrichtingen, de habitatdiversiteit vergroot moet worden. Hieronder wordt verstaan: vergroting van de arealen zoute schorren, brakke laagdynamische ondiepewater- en intergetijdegebieden en zoete ondiepe getijdegebieden.

a) Zijn deze drie habitattypen inderdaad de zwakke schakels in het



Schelde-estuarium?

- b) In welke mate moeten deze habitattypen worden uitgebreid om effectief bij te dragen aan duurzaam ecologisch herstel?
- c) Op welke wijze kan uitbreiding van deze habitattypen tot stand komen en welke areaalwinst kan behaald worden?

habitattypen

Zoals ook in de inleiding beschreven is, kan niet vanuit de ecologie bepaald worden welke habitattypen speciaal behouden moeten blijven, respectievelijk in omvang vergroot moeten worden. Dit kan uitsluitend beoordeeld worden op grond van maatschappelijke wensen op het gebied van milieubeheer en natuurbehoud. Voor een duurzaam herstel van het ecosysteem wordt vergroting van de helderheid van het water niet van essentieel belang geacht.

Voor de vergroting van de habitatdiversiteit dient pragmatisch te worden opgetreden. Daar waar nieuwe gebieden aan het estuarium kunnen worden toegevoegd, moet die mogelijkheid worden benut. In ieder geval moeten extra areaalonttrekkingen aan het estuarium voorkomen worden. Het dynamisch streefbeeld van de situatie rond 1900 zoals in het beleidsplan Westerschelde is vermeld, is niet zodanig bekend dat alle consequenties van deze keuze duidelijk zijn. Het kan dus niet als enig streefbeeld worden gekozen. Verstandig lijkt een aanvullend streefbeeld te kiezen waarbij een vergroting van het onder getijde invloed staande areaal met bijvoorbeeld 10 procent wordt gerealiseerd. Dit streefbeeld roept een aantal vragen op:

- 1) Wat is de potentiële oppervlakte van de uitbreiding van overstromingsgebieden?
- 2) In welke mate wordt de getijdebeweging in de gewenste zin beïnvloed?
- 3) Hoe lang zijn deze binnendijkse gebieden effectief in verband met aanslibbing en hoe verloopt dit in de tijd?

Om hier een juist beeld van te krijgen, is een planologische verkenning nodig, die uitstekend past bij het Structuurplan van Vlaanderen en bijstelling van het beleidsplan Westerschelde.

Vraag 6 Implementatie van onderzoeksresultaten

Hoe groot zijn de marges rond de op bovengenoemde vragen en welke risico's brengt directe implementatie in beheer en beleid met zich mee?



implementatie van onderzoeksresultaten

Directe implementatie van het beleid, mits dit op een geleidelijke basis gebeurt door middel van pilot-projecten die zorgvuldig worden begeleid, lijkt geen bijzondere risico's met zich mee te brengen. Hierbij kan eveneens verwezen worden naar de algemene opmerkingen die eerder in dit rapport aan de orde komen.

Naar aanleiding van de tweede algemene beleidsvraag

- a) Zijn de beheersvragen juist geformuleerd en ontbreken essentiële vragen?
- b) Hoe geschikt is de gekozen onderzoeksaanpak voor het beantwoorden van de beheersvragen?
- c) In hoeverre verhouden niveau en nauwkeurigheid van de produkten zich tot de gestelde beheersvragen?
- d) Hoe verhouden zich de beschikbare modellen en dat-verwerkingssystemen tot de benodigde nauwkeurigheid?
- e) Hoe evenwichtig zijn de verschillende deelonderzoeken opgesteld en in hoeverre is de onderlinge integratie verzekerd?
- f) Is de tijdsplanning voor het uit te voeren onderzoek realistisch?
- g) Zijn mensinzet en financiën voldoende, gelet op de tijdsplanning en de benodigde nauwkeurigheid van produkten?
- h) Is de kwaliteitswaarborging van de produkten voldoende geregeld?

onderzoeksaanpak

Aangenomen dat het betrekken van belangengroepen en het geven van planologische visies gelijke tred houdt met de verdere onderzoeksaanpak en daarnaast ook monitoring plaatsvindt, lijkt de onderzoeksaanpak reëel. Dat het monitoringprogramma zowel in Nederland als België aan dezelfde eisen moet voldoen is vanzelfsprekend. Hierbij moet worden aangetekend dat als de studies een bijdrage zijn om het conceptueel model te ontwikkelen, het noodzakelijk is om deze met grote nauwkeurigheid uit te voeren. De vraag is namelijk of de nauwkeurigheid van de metingen, waarmee de geometrie van de Westerschelde wordt vastgelegd, voldoende is. Niet duidelijk wordt of er bijvoorbeeld nauwkeurighedsanalyses zijn uitgevoerd.

Zoals al eerder is opgemerkt, is een goed conceptueel model van morfologische processen onontbeerlijk om, voorafgaand aan het gebruik van mathematische modellen, te analyseren welke factoren van invloed zijn.



Bij de Westerschelde zijn twee schaalniveaus te onderscheiden, te weten een kleinschalig niveau, waarbij in een korte tijdsperiode een klein areaal bestudeerd wordt, en een grootschalig niveau, waarbij in een lange tijdsperiode een groot areaal bestudeerd wordt.

De wijziging van de geometrie, die door natuurlijke factoren maar ook door menselijke ingrepen werd bepaald, had een vernauwing, een verdieping en een meer gestroomlijnd geulenstelsel tot gevolg. Dit heeft hoogstwaarschijnlijk invloed gehad op de zoutstratificatie van het estuarium, en mogelijk ook op de dichtheidsstromingen. Dit aspect komt niet aan bod in het rapport. Algemeen aanvaard is tot nu toe dat de vernauwing en verdieping van de dwarssecties het dichtheitseffect vergroot en een stroomopwaartse beweging (import) van marine sedimenten bij de bodem bevordert. Dit aspect komt niet aan bod in het rapport, waarschijnlijk omdat dit hoofdzakelijk op Belgisch gebied effect heeft. De ligging van de slibvelden stroomopwaarts van de Nederlands/Belgische grens worden gedeeltelijk door deze zout/zoet grens bepaald. Hieruit vloeit de vraag voort of op beider gebied de verontreinigingsbronnen continu bewaakt worden.

integratie

De onderlinge integratie van de onderzoeksresultaten kan alleen worden verzekerd als gekozen wordt voor een onafhankelijke, vrijgestelde projectleider. Deze moet ondersteund worden door een secretariaat. De projectleider rapporteert halfjaarlijks over het genoemde project. Bij het project dienen ook de planologische afdelingen te worden ingeschakeld. In planologisch opzicht kan men zich de vraag stellen in hoeverre de havencapaciteit van Vlissingen beter geïntegreerd kan worden met die van Antwerpen om te voorkomen dat schepen met de grootste diepgang door de gehele Schelde moeten worden geloodsd.

financiën

Om een vuistregel te geven voor de onderzoeksinspanningen in relatie tot het uitgevoerde werk, kan gesteld worden dat 10 procent van de kosten van het werk voor studie en monitoring redelijk lijkt. De kosten in het projectplan lijken op zichzelf redelijk verdeeld te zijn. Er ontbreekt in de begroting echter een post voor de landschapsplanologie en architectuur, en een post voor het betrekken van brede maatschappelijke groepen bij het gehele proces. Zowel voor de werkzaamheden op het



gebied van landschapsplanologie, als op het gebied van voorlichting en communicatie, kan een post van circa f 100.000 in de begroting worden opgenomen. In het rapport zijn alle onderzoekskosten echter krap begroot.

literatuur

- WCED (World Commission for Environment and Development),
Our Common Future, Oxford University Press, 1987.
- B.R. Winkley, "The Cause and Cure of Low Water Navigation Problems
on Alluvial Rivers", in: PIANC Bulletin 1989, nr. 64.
- B.R. Winkley, "Bed Sediment Management to Improve Navigation Depths
and Increase Flood Conveyance", in: PIANC Bulletin 1989, nr. 73.
- J.J. van Veen, "Onderzoekingen in de hoofden, in verband met de ge-
steldheid der Nederlandse Kust", Algemene Landsdrukkerij, Den Haag,
1936.