Samenvattingen onderzoeken, audit en second opinions morfologie, natuurlijkheid, toegankelijkheid en veiligheid Langetermijnvisie Schelde-estuarium

Vastgesteld door de TSC van 26 oktober 2000

november 2000

RA/00-441A

Samenvattingen onderzoeken, audit en second opinions morfologie, natuurlijkheid, toegankelijkheid en veiligheid Langetermijnvisie Schelde-estuarium

Vastgesteld door de TSC van 26 oktober 2000

november 2000

RA/00-441A

Projectbureau LTV
p/a Zuiderstraat 110
2611 SJ Delft
the Netherlands
Tel. +31 15 2191566
Fax +31 15 2124892
E-mail ltv@resource.nl

document	Samenvattingen onderzoeken, audit en second opinions morfologie, natuurlijkheid, toegankelijkheid en veiligheid; vastgesteld door de TSC van 26 oktober 2000
versie	9 november 2000
samenstelling	Hans Hollander; Harm Albert Zanting
paraaf	
bestand	P:\Projecten\Ltv\LTV5\5 Output\51 Rapporten\441 Samenvatting onderzoeken_audit_second opiniongs\441A Samenvattingen onderzoeken_audit_second opinions vrij.doc
pagina's	A-17, B-11, C-11
datum	13 oktober 2000
screener	Lineke Mourits
paraaf	
datum	12 oktober 2000

Inhoud

Inleiding.....1

Deel A: Onderzoeken morfologie en natuurlijkheid.....A-1
Samenvatting audit ecologie-morfologie.....A-1
Samenvatting eindrapport cluster morfologie.....A-3
Samenvatting rapport Westerschelde Draft Baseline Report (Peters et al.).....A-11
Concept-samenvatting rapport *'De ontwikkeling van een streefbeeld voor het Schelde-estuarium op basis van ecosysteemfuncties, benaderd vanuit de functie natuurlijkheid'* (De Deckere & Meire).....A-13
Samenvatting rapport *'The link between morphology and ecology in the Long Term Vision for the Schelde estuary. A conceptual framework and preliminary results* (Jill Slinger).....A-17

Deel B: Onderzoeken toegankelijkheid.....B-1
Samenvatting second opinion.....B-1
Samenvatting rapport *'Nut en noodzaak verruiming vaarweg van en naar de havens in het Scheldebekken'* (Policy Research Corporation N.V.).....B-3

Deel C: Onderzoeken veiligheid.....C-1
Samenvatting second opinion.....C-1
Samenvatting rapport *'Gezamenlijke bepaling van het veiligheidsniveau. Overzicht overeenkomsten en verschillen werkwijze bepaling risico's'* (HKV).....C-5
Samenvatting *rapport 'Maatregelen voor de veiligheid in het Schelde-estuarium'* (HKV).....C-9
Samenvatting rapport *'Grenzen aan dijkversterking'* (Den Heijer & Calle).....C-13

Bijlage A: Overzicht onderzoeken in het kader van LTV
Bijlage B: Referentielijst LTV onderzoeksrapporten

Inleiding

Vooraf

Tijdens de voorbereiding van de Langetermijnvisie Schelde-estuarium zijn in korte tijd een groot aantal onderzoeken uitgevoerd. De werkgroepen Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid en het cluster Morfologie hebben deze onderzoeken geïnitieerd en begeleid. Het merendeel van de onderzoeken is inmiddels afgerond. Van enkele onderzoeken ontbreekt de finale versie van het eindrapport nog. In de bijlage bij deze bundel is een overzicht van de onderzoeken opgenomen die beschikbaar zijn.

De Technische Schelde Commissie (TSC) heeft in haar vergadering van 13 juli 2000 besloten dat de belangrijkste onderzoeken door erkende wetenschappers beoordeeld zouden moeten worden. Deze *audit* en *second opinions* zijn in september en oktober uitgevoerd.

In deze bundel worden de samenvattingen van de audit- en second opinion-rapporten gepresenteerd samen met de samenvattingen van de belangrijkste onderzoeken. Daarmee biedt de projectorganisatie aan de TSC de informatie in handzame vorm aan. Complete informatie kan worden gevonden in de complete rapporten. Deze zijn in de referentielijst bij deze bundel vermeld.

Deze informatiebundel is opgebouwd uit drie delen:
A. Onderzoeken morfologie en natuurlijkheid
B. Onderzoeken toegankelijkheid
C. Onderzoeken veiligheid.

Elk deel begint met de samenvatting van de audit of de second opinion. Daarna volgen de samenvattingen van de onderzoeksrapporten.

A. Onderzoeken morfologie en natuurlijkheid

De audit onderzoeken morfologie en natuurlijkheid is uitgevoerd door onderstaand auditteam en betrof de genoemde onderzoeken.

De samenvatting van het onderzoek van Winterwerp et al. is in de TSC van 13 juli 2000 al door de TSC vastgesteld. Het is in deze bundel voor de volledigheid nogmaals opgenomen. In deze samenvatting is ook het resultaat van *Berekeningen voor aanlegbaggeren* uitgevoerd door AWZ opgenomen.

Het onderzoek van Peters et al. is niet door de LTV-projectorganisatie uitgevoerd, maar wel meegenomen in de audit. Een samenvatting is (nog) niet beschikbaar.

auditteam: Prof. dr. C.H.R. Heip, voorzitter
Prof. Dr. J.H.J. Terwindt
Ir. Bernard Malherbe
Prof. Niels De Pauw
Professor J.W. Hearne

onderzoeken:
- *Lange Termijn Visie Schelde-estuarium cluster morfologie*; J.C. Winterwerp et al, WL|Delft Hydraulics
- *Morfologische aspecten van de Schelde*; J.J. Peters et al.
- *De ontwikkeling van een streefbeeld voor het Schelde-estuarium op basis van ecosysteemfuncties, benaderd vanuit de functie natuurlijkheid*; Meire en De Deckere, Universitaire Instellingen

Antwerpen.

- *The link between morphology and ecology in the Long Term Vision for the Scheldt estuary; a conceptual framework and preliminary results*; Jill Slinger, Resource Analysis

B. Onderzoeken toegankelijkheid

De second opinion van de onderzoeken toegankelijkheid betrof alleen het onderzoek van PRC naar de nut en noodzaak van de verruiming van de vaarweg. Het is uitgevoerd door het onderstaande genoemde auditteam.

auditteam: Prof. Dr. Hugo Roos
Prof. Dr. Frank Witlox

onderzoeken:

- *Nut en noodzaak verruiming vaarweg van en naar de havens in het Scheldebekken; Policy Research Corporation N.V.*

C. Onderzoeken veiligheid

De second opinion van de onderzoeken veiligheid is uitgevoerd door onderstaan auditteam en betrof de genoemde onderzoeken.

auditteam: Prof J. Berlamont
Prof. K d' Angremond

onderzoeken:

- *Vergelijking risicodenken Vlaanderen – Nederland*; HKV
- *Alternatieven voor dijkverhoging*; HKV
- *Grenzen aan dijkversterking*; WL|Delft Hydraulics

Deel A Onderzoeken morfologie en natuurlijkheid

Samenvatting audit ecologie-morfologie

Het opstellen van een langetermijnvisie (LTV) voor de evolutie van de ecologische en morfologische karakteristieken van het Schelde-estuarium is onderwerp van een aantal rapporten gebaseerd op de bestaande kennis van het Scheldebekken. In het algemeen voldoen de rapporten aan de gestelde opdrachten. De auteurs zijn deskundig en de rapporten geven een inzicht in de problematiek en leveren elementen die bruikbaar zijn voor de LTV. De rapporten verschillen echter onderling sterk in benadering en niveau van concreetheid, zijn weinig met elkaar gelinkt en onder (te) grote tijdsdruk tot stand gekomen.

Het audit team ondersteunt de ontwikkeling van de LTV en beveelt aan dit proces in de toekomst verder te zetten en hiervoor een goed georganiseerde en adequate structuur op te zetten. Het audit team is op basis van de rapporten en de gevoerde gesprekken van mening dat in het proces van de LTV-vorming in het huidige stadium nog te weinig elementen beschikbaar zijn voor een betrouwbare, concrete invulling van de LTV. Reden hiervoor is dat de onzekerheid over het toekomstig gedrag van het systeem nog te groot is en dat de wetenschappelijke onderbouwing van de onderzoekskeuzen en/of resultaten van de rapporten in veel gevallen onvoldoende is.

Het audit team betreurt dat aan de auteurs van de rapporten een aantal beperkingen werden opgelegd. Vooral het feit dat ontpoldering langs de Westerschelde niet als een gelijkwaardig alternatief scenario onderzocht werd - terwijl duidelijk is dat de inpolderingen, historisch gezien, belangrijke morfologische, ecologische en hydrodynamische effecten veroorzaakt hebben – verhindert een objectieve beoordeling van alle toekomstige ontwikkelingsmogelijkheden van het estuarium. Het audit team vraagt om ontpoldering in Nederland in de toekomst wel te betrekken in de LTV.

Binnen het vastleggen van de LTV wordt veel belang gehecht aan modelleren, terwijl moet vastgesteld worden dat er dikwijls onvoldoende veld-gegevens voorhanden zijn om deze modellen enerzijds te kalibreren en anderzijds te valideren: dit leidt ook tot de vaststelling dat de resultaten van deze modellen soms eerder moeten beschouwd worden als denkpistes dan als gedegen beleidsondersteunend onderzoek waaruit harde conclusies kunnen getrokken worden. Het ontbreekt verder duidelijk aan een gedegen gevoeligheidsanalyse van de verschillende parameters die invloed kunnen hebben op de morfodynamiek van het estuarium.

Het audit team is daarom van mening dat naast een gericht onderzoeksprogramma een consequent monitoring programma onontbeerlijk is voor de verdere uitwerking van de LTV. Een aantal aanbevelingen hierover worden gedaan waarbij integratie en sturing vanaf het begin moeten ontwikkeld worden.

Samenvatting eindrapport cluster morfologie

Deze samenvatting is al eerder door de TSC in haar vergadering van 13 juli 2000 vastgesteld en naar buiten gebracht.

1 *Lange Termijnvisie Schelde-estuarium - cluster morfologie (*Winterwerp*)*

Vraagstelling: waar liggen de grenzen van het meergeulenstelsel

Het cluster morfologie van het project Lange Termijnvisie Schelde-estuarium behandelt de gemeenschappelijke morfologische aspecten van het Schelde-estuarium met betrekking tot de functies toegankelijkheid, natuurlijkheid en veiligheid. Uitgangspunt van de langetermijnvisie is het ontwikkelen van een gezond en multifunctioneel estuarien watersysteem dat op een duurzame wijze gebruikt wordt voor menselijke behoeften. Door drie werkgroepen zijn subdoelstellingen geformuleerd:

Toegankelijkheid: Een optimale toegang tot de Scheldehavens in relatie tot de sociaal-economisch gewenste ontwikkeling van de regio.

Natuurlijkheid: Een ecologisch gezond, compleet en duurzaam functionerend estuarien watersysteem waarvan de kwaliteit gewaarborgd is.

Veiligheid: een optimaal beschermingsniveau waarin het risico van overstromen bepalend is voor de toe te passen veiligheidsmaatregelen.

Op basis van deze doelstellingen en de vragen gesteld vanuit de werkgroepen, heeft het morfologisch onderzoek zich gericht op de aanwezige beheersvrijheid (waar liggen de grenzen van het systeem) waarbij behoud van het meergeulenstelsel als uitgangspunt ("no-regret-scenario") is genomen.

De Westerschelde: een meergeulenstelsel

Estuaria zijn van nature hoog dynamische gebieden. Veranderingen, van o.a. de morfologie, spelen zich af op diverse tijd- en ruimteschalen. Wereldwijd blijkt dat estuaria in drie kenmerkende toestanden voorkomen, afhankelijk van de omvang van het door het getij te vullen en ledigen gebied, de rivierafvoer, de relatieve zeespiegelstijging en het beschikbare sediment (zand en slib).

Het ene uiterste is *een situatie met een enkele geul met daarnaast platen en slikken.* Estuaria van dit type bevinden zich over het algemeen in een proces van verlanding. De omvang van de geuldoorsnede wordt bepaald door de afvoer van de rivier. In het geval van de Westerschelde, met een gemiddelde Schelde-afvoer van 120 m^3/s wordt een evenwicht gevonden bij een geul met een diepte van 5-10 meter. Het Eems-Dollard estuarium is een voorbeeld van een verlandend estuarium.

Het andere uiterste is een *situatie waarin geen platen boven laagwater aanwezig zijn, een zgn. verdronken estuarium*.

Een tussenvorm is een *systeem met parallelle geulen met tussenliggende platen en slikken, een zgn. meergeulenstelsel.* Dergelijke estuaria zijn (door de aanwezigheid van interne aandrijvende krachten) veerkrachtig over een redelijke range van interne en externe condities en hebben daardoor meer vrijheidsgraden voor het beheer dan de eerder genoemde toestanden. Echter, de kans dat ze op zeer lange termijn stabiel zijn is klein. Afhankelijk van de

grootte van de zeespiegelrijzing en het aanbod van sediment zal dit type estuaria uiteindelijk verlanden dan wel verdrinken.

De huidige Westerschelde kan gekarakteriseerd worden door het laatste type: meergeulenstelsel. De combinatie van ingrepen en de gematigde zeespiegelstijging heeft bijgedragen aan het schijnbare evenwicht waarin het estuarium nu verkeert.

Schematisatie van het meergeulensysteem: het cellenconcept

Het meergeulenstelsel van de Westerschelde kan geschematiseerd worden door parallel en serieel geschakelde geulen met tussenliggende platen, zgn. cellen. Deze schematisatie (te zien in de figuren 1 t/m 4 in het aanhangsel) is gebruikt voor de morfologische stabiliteitanalyses. In het intermezzo is de stabiliteitsanalyse uitgewerkt.

Intermezzo:
De normen voor de stabiliteit van een morfologische cel zijn opgesteld op basis van een wiskundige stabiliteitsanalyse.

1. *Storten in een geul is gelimiteerd tot maximaal 10% van de netto transportcapaciteit. Langdurige overschrijding leidt tot degeneratie van de geul.*
2. *Indien binnen een cel gebaggerd en gestort wordt, kan de cel nog maar de helft van de oorspronkelijke stortcapaciteit verwerken door de combinatie van uitruimen van de eb-geul en vernauwen van de vloedgeul. De stortcapaciteit is maximaal 5% van de netto transportcapaciteit.*
3. *Storten en baggeren in dezelfde geul is vanuit de morfologie niet beperkt. Alleen de netto storthoeveelheden zijn relevant en kunnen maximaal 10% van de netto transportcapaciteit bedragen.*

Hoe het meergeulenstelsel te handhaven

Indien gekozen wordt voor het behoud van het meergeulenstelsel, heeft dat consequenties voor het beheer. Dit betekent niet dat er geen ingrepen meer mogelijk zijn. Met gericht beheer kan voorkomen worden dat een onomkeerbare trend ingezet wordt in de richting van een 1-geul systeem. Dit betekent, uitgaande van de grenzen die het systeem stelt, optimaliseren en mogelijk begrenzen van de storthoeveelheden en locaties. Als dit op de juiste wijze gebeurt blijft het meergeulenstelsel behouden, ook bij een diepere vaargeul.

De hoeveelheid sediment die in een cel gestort kan worden is afhankelijk van de transportcapaciteit binnen de cel. Een cel waarin van nature grote zandtransporten plaatsvinden, kan meer hebben dan een cel waar het sediment vrijwel stil ligt (zie intermezzo). In het aanhangsel is voor verschillende scenario's de transportcapaciteit van de Westerschelde weergegeven. Hieruit kan per cel, rekening houdend met de baggerlocaties, de potentiële stortcapaciteit worden afgeleid. Optellen van de bijdragen per cel levert de totale stortcapaciteit. Ingrepen in het systeem hebben invloed op de transportcapaciteit van de geulen.

Voor de Westerschelde geldt momenteel een transportcapaciteit van 96,5 M ton/jaar. Afhankelijk van de bagger- en stort-scenario's betekent dit dat de nevengebieden jaarlijks een stortcapaciteit hebben variërend tussen de 5 en 10 Mm^3 per jaar. Dit komt overeen met 5-10% van de transportcapaciteit.

Deze stortcapaciteit kan vergroot worden door een optimale combinatie van verdiepen, zandwinnen en storten in de vaargeul. Aan de andere kant blijkt uit de berekeningen dat verder kunstmatig ingrijpen invloed heeft op de transportcapaciteit en daarmee op de stortcapaciteit (zie aanhangsel).

Invloed ontpolderen

De invloed van grootschalig ontpolderen in Vlaanderen zal een netto verlaging in stortcapaciteit (in het westen omlaag, in het oosten omhoog) tot gevolg te hebben. Tevens neigt het estuarium dan naar 'vloeddominantie', wat snellere sedimentatie kan betekenen (als sediment beschikbaar is). Dit resultaat kan niet zo maar gebruikt worden voor andere ontpolderingen. De invloed is namelijk sterk afhankelijk van locatie en grootte. Bovendien is de conclusie gebaseerd op de evaluatie van één scenario.

Validatie

Er is een vergelijking uitgevoerd tussen het theoretische concept en de ervaringen uit de praktijk. Algemeen beeld is dat de praktijk goed overeenstemt met de theorie. Bijvoorbeeld: in het oostelijk deel van het estuarium is de maximale stortcapaciteit volgens het cellenconcept vergeleken met de werkelijk gestorte hoeveelheden. Het cellenconcept voorspelde dat meer dan de beschikbare capaciteit gestort was. Dit komt overeen met de ervaring: de dynamiek in dit deel is afgenomen.

Beperkingen van het concept

Niet alle gebieden van de Westerschelde kunnen in de cellenschematisatie worden meegenomen. Het gedrag van de hoogdynamische gebieden, vaak de knooppunten tussen de cellen, is morfologisch moeilijk te schematiseren. De effecten van ingrepen in deze gebieden is niet goed voorspelbaar.

Daarnaast houdt het cellenconcept geen rekening met geometrische veranderingen, zoals bijvoorbeeld versteiling van plaatranden als gevolg van een vaargeulverdieping. Deze veranderingen hebben effecten op natuurlijkheid.

De kunstmatige herverdeling van sediment in de lengte richting, die invloed heeft op de grootschalige sedimentuitwisseling met de monding, wordt in het concept ook niet meegenomen. Grootschalige sedimentuitwisseling is belangrijk als door versnelde zeespiegelstijging zandimport vanuit de monding nodig is.

Consequenties / Conclusies

Vanuit het cellenconcept worden geen grenzen gesteld aan verdieping, wel aan de storthoeveelheden. Een vergelijking tussen de jaarlijks te storten hoeveelheden sediment en de beheersvrijheid binnen het cellenconcept leert ons dat we aan de grens zitten. Momenteel wordt jaarlijks ongeveer 10 Mm3 sediment gestort. Uit de berekeningen blijkt dat in de nevengeulen een stortcapaciteit van 5 tot 10 Mm3 sediment aanwezig is. Door integratie van baggeren, baggerstort en zandwinning kan deze stortcapaciteit wat uitgebreid worden. Echter, de combinatie van handhaven van het meergeulensysteem en binnen het systeem storten van zowel initieel baggerwerk (van eventueel nieuwe ingrepen) als het onderhoudsbaggerwerk is uitgaande van de systeemgrenzen niet mogelijk.

Een oplossing kan gevonden worden door een deel van het sediment buiten het systeem te brengen. De voordelta biedt mogelijk kansen om als sedimentbuffer te fungeren. In dat geval blijft het materiaal beschikbaar, bijvoorbeeld om de mogelijke versterkte zeespiegelstijging te compenseren. Hieraan zitten de nodige onzekerheden en vragen vast. Deze betreffen de effecten op huidige gebruiksfuncties van de Voordelta (is stort daarmee te verenigen), de baggertechnische mogelijkheden en de transportcapaciteit ten behoeve van grootschalige sedimentuitwisseling (kan het tussen gebufferde sediment snel genoeg terug van Voordelta naar Westerschelde als het weer nodig is?).

Kanttekening is dat de effecten van de vorige verdieping niet zijn uitgewerkt. Het systeem bevindt zich sinds de vorige verruiming in een overgangsfase waardoor extra onzekerheden zitten aan het ingrijpen in het systeem.

Koppeling morfologie-ecologie

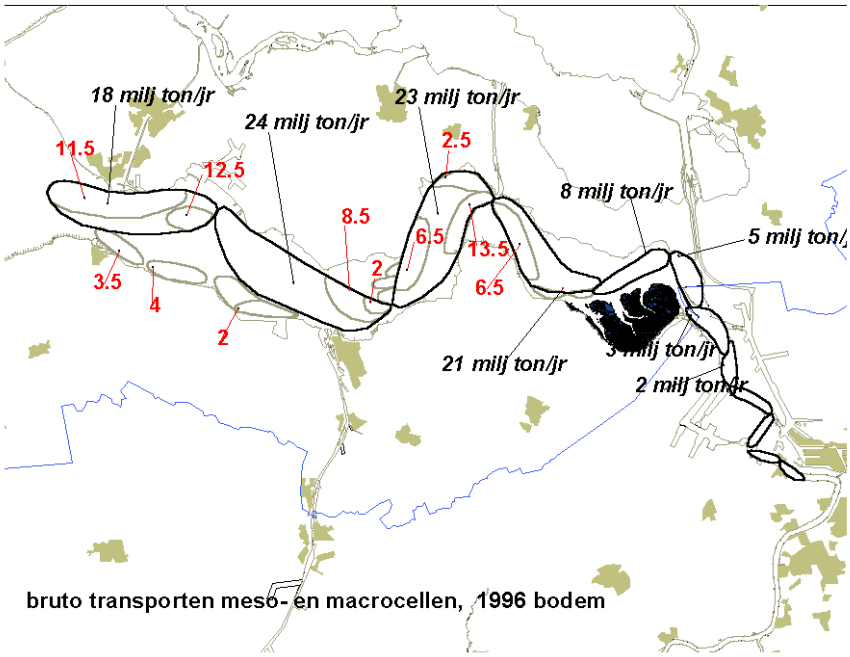
Deze wordt uitgevoerd onder supervisie van de werkgroep natuurlijkheid. De koppeling loopt via de veranderingen in de zoete, brakke en zoute zones. De morfologische informatie word gekoppeld aan de componenten die voor natuurlijkheid belangrijk zijn (via een associatief conceptueel model). Dit levert veranderingen in ecologische toestand op, in termen van toename of afname van systeemeigenschappen (b.v. zoetwaterschorren, trekvogels). Het handhaven van een meergeulenstelsel is namelijk op zich niet voldoende voor handhaven van natuurlijkheid, want kleine veranderingen in de bodemtoestand kunnen grote ecologische veranderingen veroorzaken (b.v. bij verdere getij-indringing).

Het werk aan de koppeling zou nog vervolgd moeten worden door “voor natuurlijkheid belangrijke model runs” uit te voeren en door de relaties in bredere kring te valideren.

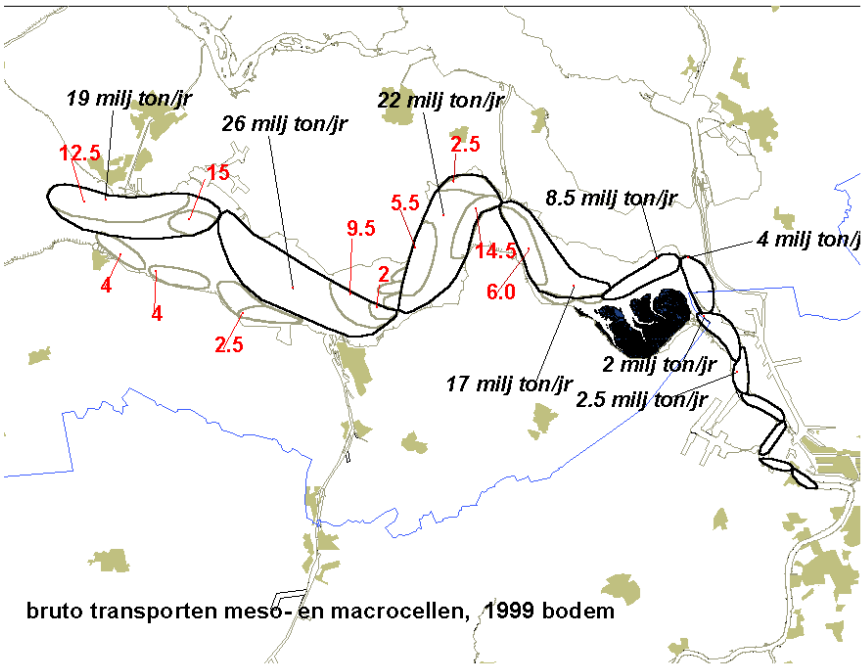
Vervolgtraject

Volledig ondervangen van alle onzekerheden is een onmogelijke opgave. Om deze zoveel mogelijk te kunnen definiëren is binnen het cluster morfologie reeds een discussie tussen enkele wetenschappers (België, Engeland, Nederland) opgestart. Het verdient aanbeveling deze discussie in de komende maanden in een breder kader te voeren. Doel: verder toetsen van het concept en in kaart brengen van onzekerheden.

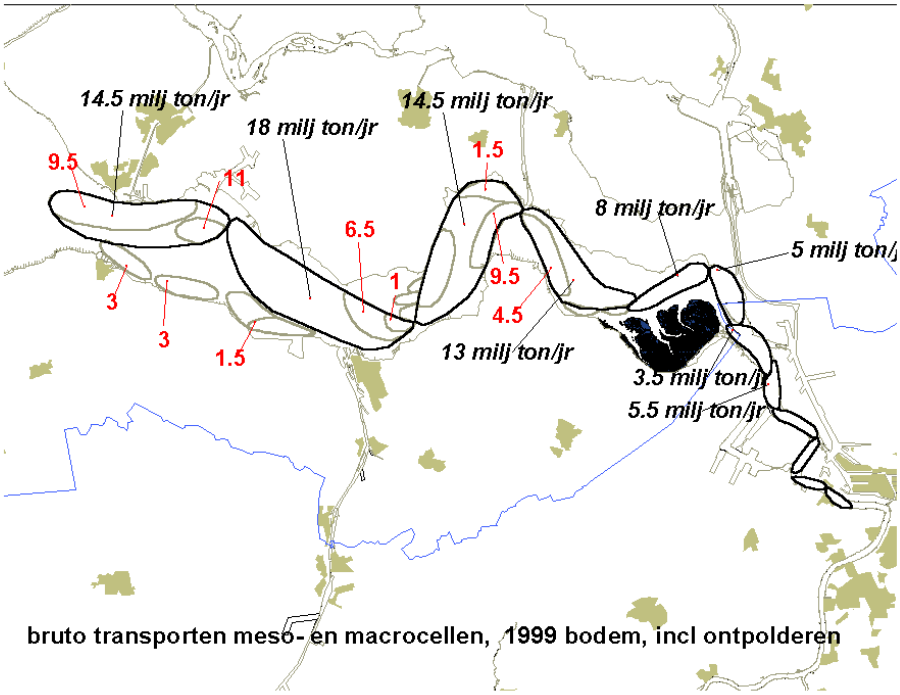
2 Aanhangsel: Celschematisatie en berekende bruto-transportcapaciteit



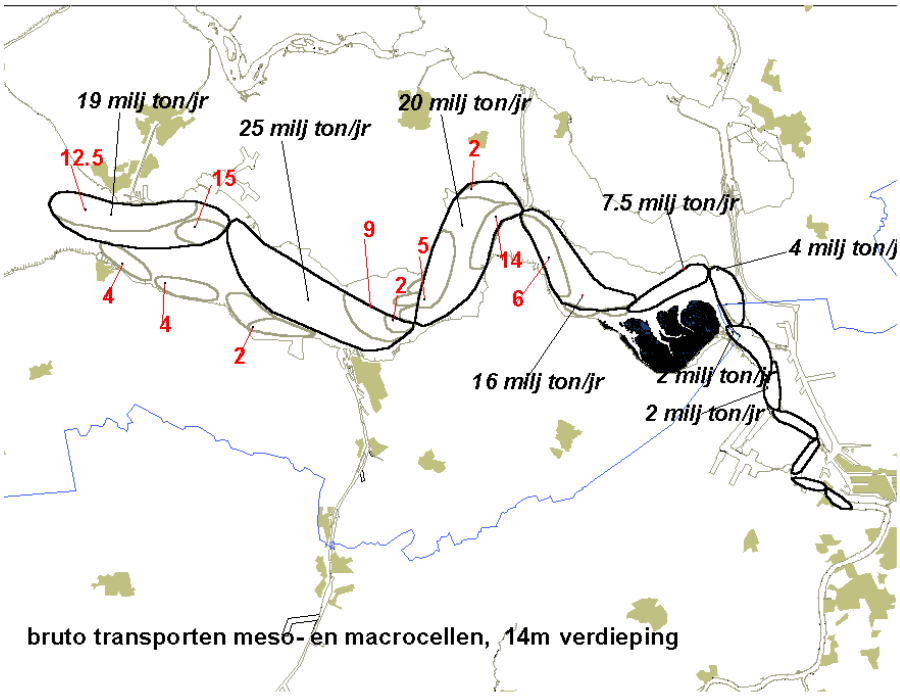
Figuur 1: Bruto-transportcapaciteit voor de referentie situatie (1996)



Figuur 2: Bruto-transportcapaciteit voor de huidige situatie (1999)



Figuur 3: Bruto-transportcapaciteit voor huidige situatie incl. ontpolderen

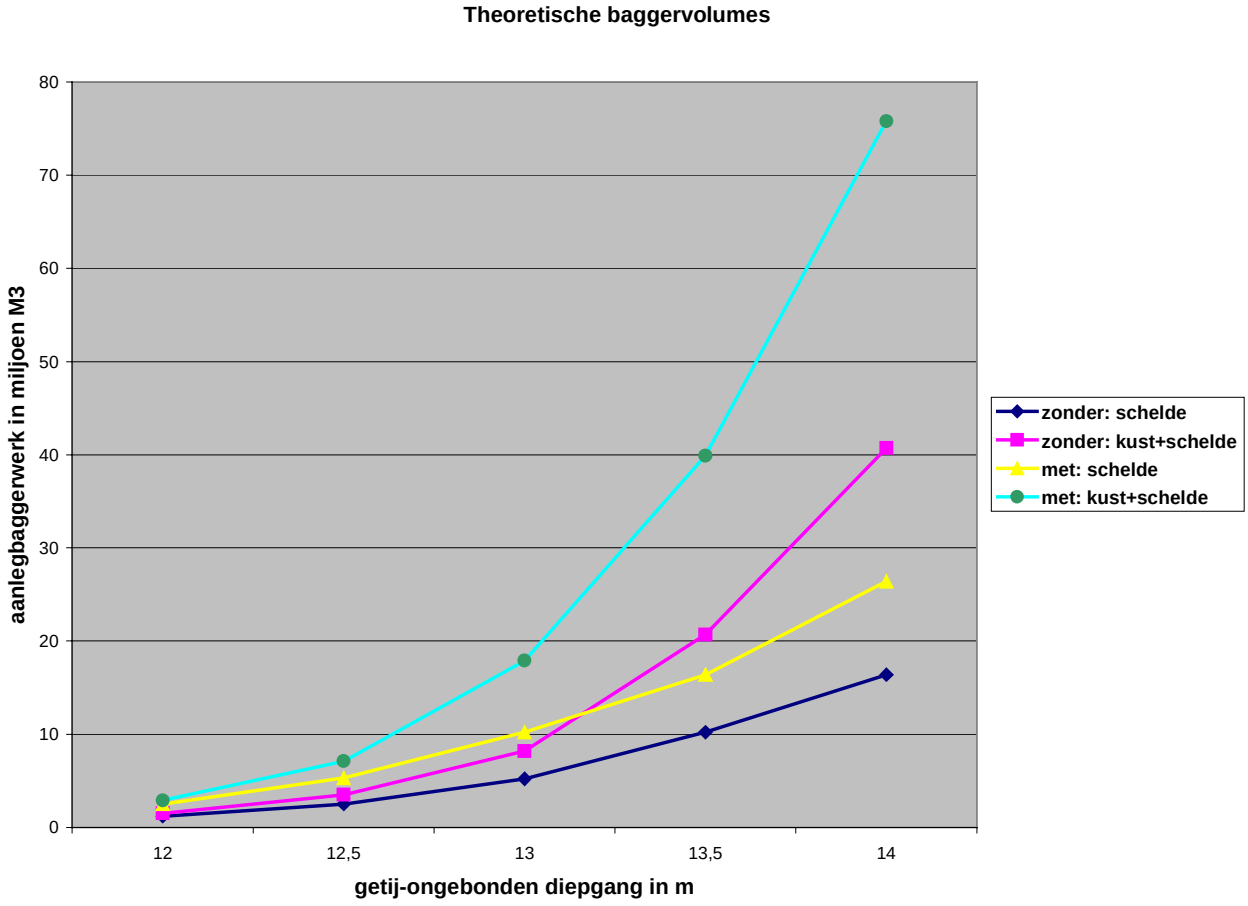


Figuur 4: Bruto-transportcapaciteit voor verdieping naar 14 meter

3 *Samenvatting 'Berekeningen voor aanlegbaggeren' (AWZ)*

Door de afdeling Maritieme Schelde werd een computerprogramma uitgewerkt dat op relatief eenvoudige wijze baggervolumes berekent bij wijzigingen in de vaargeul (hetzij in diepte, hetzij in horizontale positie of afmetingen). Bijgaand is een figuur die een samenvatting geeft van tot nu toe uitgevoerde berekeningen. Deze getallen zijn gebruikt bij de morfologische studie (zie paragraaf 2.2).

De woorden “zonder’ en “met” verwijzen naar de overdiepte van 70 cm in de Schelde en 50 cm op zee. De praktijk wijst uit dat de daadwerkelijke hoeveelheden tussen de berekeningen met en zonder overdiepte inliggen, maar dichterbij de hogere waarde (met overdiepte).



Samenvatting rapport Westerschelde Draft Baseline Report (Peters et al.)

Het onderzoek van Peters et al. is niet door de LTV-projectorganisatie uitgevoerd, maar wel meegenomen in de audit. Een samenvatting is (nog) niet beschikbaar.

Concept-samenvatting rapport 'De ontwikkeling van een streefbeeld voor het Schelde-estuarium op basis van ecosysteemfuncties, benaderd vanuit de functie natuurlijkheid' (De Deckere & Meire)

1 Inleiding

In het kader van de Lange Termijn Visie voor het Schelde estuarium dient een streefbeeld te worden geformuleerd waaraan het Schelde ecosysteem in 2030 kan of moet voldoen uit het oogpunt van natuurlijkheid. Dit streefbeeld is een belangrijk uitgangspunt om de te verwachten effecten van mogelijke ingrepen in het Schelde estuarium aan te toetsen, en de grenzen te bepalen van wat er mogelijk is. Het streefbeeld wordt in andere studies ook opgesteld vanuit het oogpunt van respectievelijk veiligheid en toegankelijkheid. Deze drie uitgangspunten zijn echter niet volledig los te koppelen van elkaar. Er kunnen namelijk zowel gemeenschappelijke als tegenstrijdige belangen zijn. Daarom zal er hier en daar in deze studie een link gelegd worden naar de andere twee aspecten. Als basis voor het streefbeeld natuurlijkheid wordt er uitgegaan van de volgende hoofddoelstelling: Een ecologisch gezond, compleet en duurzaam functionerend estuarien ecosysteem waarvan de kwaliteit is gewaarborgd. Dit kan verder gespecificeerd worden in doelstellingen, welke over het algemeen ook in het beleid voor estuariene ecosystemen, met name de Schelde, worden geformuleerd.

2 Hoofddoelstellingen

De twee geformuleerde doelstellingen zijn:

1. Er moet ruimte zijn voor natuurlijke dynamische processen, omdat deze essentieel zijn voor de morfologische en natuurlijke karakteristieken van het estuarium;

2. De estuariene gradiënt dient behouden te worden. Dit punt verdient extra aandacht omdat het Schelde estuarium een van de laatste estuaria in Europa is, waar nog een volledige gradiënt van het zoute tot en met het zoete getijdengebied aanwezig is.

Deze doelstellingen zijn vrij abstract, maar kunnen op verschillende wijzen verder worden uitgewerkt, waarbij er gekeken wordt wat de mogelijkheden en / of verwachtingen voor de Schelde zijn. Hierbij moet gezegd worden dat het Schelde estuarium momenteel een weinig gewaardeerd ecosysteem is dat, ondanks de grote antropogene belastingsdruk, een enorme natuurlijke potentie in zijn gebied herbergt. Daarnaast heeft het Schelde estuarium invloed op het ecosysteem van de Noordzee. Aan dit ecosysteem worden veel eisen gesteld, maar ingrepen om de kwaliteit van het Noordzee ecosysteem te verbeteren of te beschermen zijn op directe wijze nauwelijks uitvoerbaar. De beste wijze om dit ecosysteem op een positieve wijze te beïnvloeden is door de uitwisseling met de aanpalende estuaria en rivieren te optimaliseren. Ingrepen in deze systemen zijn beter haalbaar. Het uitwerken van de ecosysteemdoelstellingen is tevens van belang, omdat dit in de nabije toekomst voor elk systeem dient te gebeuren verband met de Europese kaderrichtlijn water.

De laatste jaren bestaat er steeds meer het besef dat de kwaliteit van een ecosysteem en de doelstellingen moeten worden gebaseerd op alle functionele en structurele karakteristieken van het systeem. Deze karakteristieken waarborgen aan de ene kant de biodiversiteit van het systeem en aan de andere kant resulteren ze in een aantal ‘goods’ en ‘services’, waarvan de mens gebruik maakt, en waarvoor in een aantal gevallen een bepaalde biodiversiteit essentieel

is. Deze karakteristieken zijn een uitermate geschikt middel om de kwaliteit van het ecosysteem te beoordelen en om een streefbeeld te formuleren. Deze benadering staat bekend als het 'ecosystem health' principe.

3 Ecosystem health

"Ecosystem health" vraagt om een integrale benadering, waarbij zowel gekeken wordt naar de structuur, het functioneren als de veerkracht van het systeem. Een ecosysteem kan vervolgens als goed worden beoordeeld als het voldoende veerkracht (resilience) bezit om zijn functionele (vigor) en structurele (organisation) karakteristieken te behouden bij een bepaalde mate van stress, of zichzelf kan herstellen van externe stress binnen een bepaalde tijd. "Vigor" omvat de nutriëntencycli en de primaire en secundaire productie. "Organisation" staat voor de structuur en complexiteit van het voedselweb. "Resilience" is een maat voor de grootte van de stress waarbij er nog herstel mogelijk is van de vitaliteit/kracht en de organisatie en de tijd die nodig is voor dit herstel. Deze drie factoren, vigor, organisation en resilience, worden in belangrijke mate beïnvloed door morfologische processen en structuren.

Een beoordeling van de "vigor", "organisation" en "resilience" kan vervolgens gedaan worden door te kijken naar het fuctioneren van het ecosysteem, wat volgens het "ecosystem health" principe wordt gereflecteerd in aantal functies (services) en producten (goods), welke door het ecosysteem geleverd worden. Voor het Schelde estuarium kunnen een zestiental functies beschreven worden. Niet alle functies zijn even belangrijk vanuit het oogpunt natuurlijkheid, maar kunnen daarentegen wel goede indicatoren zijn voor het functioneren. De functies zijn geen doelstellingen op zichzelf, maar zijn bruikbaar als argumenten voor het opstellen en uitwerken van de doelstellingen, doordat ze een goed overzicht geven van het belang van de diverse processen en structuren in het estuarium. Kijkend naar de drie algemene ecosysteemdoelstellingen zien we dat elke doelstelling terug te vinden is in een aantal functies. Ruimte voor natuurlijk dynamische processen wil namelijk onder andere zeggen dat het systeem optreedt als een buffer van natuurlijke fluctuaties en als een opvang voor sediment. Bovendien is ook de waterzuiverende capaciteit van het systeem een resultante van de natuurlijke dynamische processen. Het behoud van de estuariene gradiënt is afhankelijk van de waterregulatie en de bufferwerking. De eerste drie functies spelen dan weer een belangrijke rol bij de bescherming van de estuariene leefgemeenschappen en ecotopen. Deze laatste doelstelling kan ook worden geformuleerd als het waarborgen van de specifieke estuariene biodiversiteit. De recreatieve en culturele functie is groter naarmate aan alle drie doelstellingen wordt voldaan. Naast biodiversiteit was een van de basis uitgangspunten de koppeling van het estuarium aan de Noordzee. Deze koppeling functioneert optimaal wanneer de nutriëntencycli en waterzuivering voldoende verlopen. Ook is de kraamkamerfunctie essentieel voor de koppeling met verschillende fauna soorten van de Noordzee. Als laatste willen we nog aangeven dat de bufferfunctie, de waterregulatie en de bescherming tegen erosie een aantal belangrijke aspecten beschrijven, die bruikbaar zijn voor de koppeling naar de veiligheid. De waterregulatie en sediment opvang functie zijn punten die van belang zijn i.v.m. de natuurlijke toegankelijkheid.

4 Doelstellingen per zone

Op basis van functies zijn per zone in het estuarium doelstellingen geformuleerd. Samengevat voor het hele estuarium komen deze doelstellingen op het volgende neer: een vereiste die als een paal boven water staat is het terugdringen van de verontreiniging. De slechte waterkwaliteit is nog steeds een limiterende factor voor velerlei functies van het systeem. De verbetering kan alleen voldoende bereikt worden als er voldoende zuivering en verwijdering plaatsvindt van organisch materiaal en nutriënten in het gehele stroombekken. Daarnaast moet het verhogen van de retentietijd de aanvoer van slib reduceren en de waterafvoer beter reguleren, zodat er een continu minimale aanvoer plaatsvindt van zoet water naar de Schelde. De grote van deze minimaal vereiste aanvoer moet bepaald worden aan de hand van de hydraulische karakteristieken van het totale estuarium.

De kwantificering voor de dynamiek en ruimte is sterk afhankelijk van de functie van waaruit het bekeken wordt. Voldoende habitat voor de kraamkamerfunctie voor garnalen zal andere eisen stellen aan de ruimte en dynamiek dan de mogelijkheid voor de ontwikkeling van jonge schorren. De minimale vereiste voor alle functies vereist een nauwe aanpak tussen ecologen en morfologen, waarbij de morfologische processen in de intergetijdengebieden en andere bufferzones gekoppeld worden aan de huidige morfologische modellen. Duidelijk is in ieder geval dat:

1. Het huidige areaal aan intergetijdengebied behouden moet worden, waarbij een uitbreiding van de geulen gecompenseerd moet worden door het verplaatsen van de dijken.

2. De morfodynamiek behouden moet worden, met name het meergeulenstelsel op de Westerschelde, om de diverse successieve stadia van de habitats te garanderen.

3. De geul op de Zeeschelde niet verder gekanaliseerd mag worden

4. Het geven van meer ruimte aan het estuarium langs alle zones zal leiden tot een verbetering van de natuurwaarden

De volgende stap in de uitwerking van het streefbeeld is nu een kwantificering van de arealen die nodig zijn om er voor te zorgen dat de functies van het Schelde estuarium aan alle eisen kunnen voldoen, waarbij voor conflicten het belang van de koppeling naar de Noordzee en de biodiversiteit voorgaan.

Samenvatting rapport 'The link between morphology and ecology in the Long Term Vision for the Schelde estuary. A conceptual framework and preliminary results (Jill Slinger)

1 *Introduction*

The sub-project to establish the links between the morphology and ecology in the Long Term Vision for the Scheldt Estuary was initiated in March 2000. At the time of initiation of the project, studies focused on the morphology of the WesterScheldt and the development of ecosystem goals for the Scheldt Estuary were already underway. The conceptual bases of these investigations formed stringent boundary conditions for the approach to be adopted in establishing the linkage between morphology and ecology.

2 *Approach*

The conceptual justification of the selected approach comprises:

- The insight that the most relevant time scale on which to assess the ecosystem response of the estuary is the meso-scale, because the goals of preserving the multi-channel character of the lower Scheldt and the meandering character of the upper Scheldt proclude extreme human-induced changes on the macro- and mega-scale;
- The logic that the ecosystem develops as a composite response to the hydro-morphological forcing i.e. that if we can describe the abiotic character of the estuary we can then infer the biotic character, provided that no limiting exogenous conditions occur (e.g. deterioration in influent water quality).

A 3-level hybrid approach was developed to support the coupling between morphology and ecology in the process of forming a Long Term Vision for the Scheldt Estuary.

The first level uses morphological simulations of bed topography and associated hydrodynamic responses as input data. These simulations are transformed to ecologically relevant indicators such as the extent of characteristic abiotic (salinity) zones and the areal distribution of subtidal, intertidal and supra-tidal physiotopes within these zones. The utility of the output is dependent on the assumptions made in conducting the simulation runs. In this study illustrative results were obtained and served to demonstrate clearly the data processing methods necessary to transform hydro-morphological simulation data into ecologically appropriate indices. These results are presented in @-lvis.

The next step in the three-level approach, is separated from the previous step of data translation to ecologically relevant indices. The primary reasons are that data errors or limiting model assumptions need not propagate through the hybrid linked system, and that the separation allows one to proceed based on information or knowledge that may not be able to be simulated by numerical models. Thus Level 2 may be implemented independently of Level 1, or value judgements of the ecologically relevant indicator data generated in Level 1 may be used as input data for Level 2.

In Level 2, the Policy Wizard was used to support the development of a conceptual ecosystem model in a careful stepwise manner. This conceptual ecosystem model consists of seventeen components with a number of system variables to describe them. Inter-relationships between the system variables are described in terms of a seven point qualitative scale which allows their

strength and direction to be indicated. This ecosystem model is a means of capturing the system understanding of the experts (in the Nature Working Group) and making it available to other people involved in the LTV process. It is moreover very effective in causing experts to check their own logic, to improve the consistency of ecologically based arguments and assists in focussing discussion on controversial interactions. To enhance its use and acceptance within the LTV, it was necessary that validation of the model occurred with a combined group of ecologists and morphologists and not only separately. This occurred in mid September 2000, resulting in much interactive discussion, clarification of inter-relationships in the model and a general increase in confidence in the approach and its utility.

In Level 3, criteria that allow the attainment of the ecosystem goals to be judged are identified and related to the system variables in a structured way using the Policy Wizard. Lastly, the effects of interventions and relevant exogenous factors are assessed qualitatively by first defining the strength and direction of their effects on individual system variables and then evaluating the results as these effects propagate through the ecosystem. Results are expressed as the range of effects that could possibly occur (from the most negative to the most positive). Most useful at this level of policy evaluation are the insights that can be obtained by comparing interactions to different composite management interventions. Second, third and higher level interactions often cause unexpected effects which can be understood by tracing the logical paths.

Thus the use of the ecosystem model to qualitatively simulate the effects of management interventions and their robustness to exogenous variations (Levels 2 & 3), facilitates policy formulation whether realistic and relevant abiotic simulations can be undertaken or not. However, most satisfying of all is to be able to incorporate an assessment of the change in an ecologically relevant indicator (i.e. a change in areal extent rated on the seven point scale from strong negative through to strong positive), as an effect in the ecosystem model and then be able to evaluate the ecosystem response in terms of its effects on the ecosystem goals. This is to implement fully the 3-level hybrid and in so doing to link morphology and ecology and obtain policy-relevant answers, all be they qualitative in nature.

3 Results

Level 1: Ecologically relevant indicators

Quantitative information on the anticipated distribution of physiotopes within the different abiotic zones is useful as an indication of the ecologically relevant changes in hydro-morphological environment that can occur even when a multi-channel and/or meandering system are maintained.

In the case of this study, use had to be made of hydrodynamic simulations runs of only four day duration conducted for the purpose of determining sediment transports. The simulation period and the tidal forcing at the downstream boundary therefore were not completely appropriate to the prediction of the physiotopes and abiotic zones for biota. However, even from this purely indicative data there are indications of an increase in the maximum water levels in the Saeftinge area, an increased penetration of salt and an associated possible increase in both the longitudinal and lateral extent of the brackish zone. The effect of this on the freshwater zone cannot be simulated effectively because the upstream model boundary lies just upstream of Antwerp. It is advisable to extend the model boundaries or to use a coupled modelling system to undertake the necessary simulations to ensure that the effects on the freshwater interface region are better understood.

A standard processing procedure for some of the data needed for relevant ecological prediction is a by-product of this study.

Level 2: Conceptual Ecosystem Model

Relevant combinations of exogenous factors and management interventions, termed cases, are selected and analysed. The choice of cases was made on the basis of concurrence with the morphological scenarios supplied to this sub-project (including channel deepening and effects of sea level rise) and issues known to be under discussion (e.g. ontpoldering, nature compensation and river floods). The cases analysed in this study are presented in the following table.

Tabel 1 The combinations of interventions and exogenous developments (cases) considered relevant in assessing the response of the natural environment of the Scheldt Estuary

Definition of Cases	No exogenous influences considered	River Flood	Sea Level Rise
No management strategies considered		Case 8	Case 9
Ontpoldering (Zeeschelde only)	Case 1		
Ontpoldering (Zeeschelde & Westerschelde)	Case 2		
Conservative dredging, dumping and sand winning strategy	Case 3		
Channel deepening (14 m)	Case 4		Case 10
Channel deepening & Ontpoldering (Zeeschelde only)	Case 5		Case 11
Improved Freshwater Quality	Case 6		
Nature Compensation	Case 7		

The range of variation of the system variables in response to these cases are calculated iteratively using simple calculation rules which assume that weak relations tend to die out over time. The results produced include all the possible states of variation. The results can be evaluated and analysed by stepping through the iterations and examining the chain of events in terms of effects on any of the system variables. The subsequent analyses of the effects of the different cases will be undertaken primarily from the viewpoint of the ecosystem goals (i.e. using the identified criteria), but clarification will be sought in the effects on specific system variables where necessary i.e. Level 2 will be utilized to elucidate Level 3 results.

Level 3: Evaluation against Ecosystem Goals

In this summary only the results for the first five case are discussed. These represent significant policy issues from the LTV discussions. Cases 6 to 11 address exogenous influences and the combination of exogenous factors and different management strategies. It is strongly recommended that the results and the discussion and conclusions sections (section 4 & 5) of the main report are consulted for an extensive discussion of the results and the limitations in their application.

From the viewpoint of Nature ontpoldering is viewed as a permanent increase in the storage capacity of particular areas of the estuary. Thus ontpoldering in the Zeeschelde is interpreted as affecting the storage capacity of the freshwater reaches only, whereas ontpoldering in the Zeeschelde and in the Westerschelde involves permanently increasing storage capacity in the brackish and estuarine reaches as well. This could have the effect of reducing tidal action and

the maximum water levels experienced in the brackish region in particular. The consequence is that instead of it only being positive to undertake ontpoldering in the brackish reaches, there is a strong possibility that the brackish intertidal area may decrease overall. Any effect on the height of inundation will work through to the tidal marsh areas which show considerable sensitivity to ontpoldering strategies. The conceptual ecosystem model therefore provides insights into the inter-relationships between system variables and the role that these effects have in determining the potential responses of the ecosystem as a whole. In this case there is a clear indication that the effect of proposed ontpoldering strategies on the extent of the brackish intertidal area needs to be established accurately.

The conservative dredging, dumping and sand mining strategy represents an extrapolation of existing policy and demonstrates that these activities exercise moderate to weak detrimental effects on morphological diversity at present. The consequences for the ecosystem are also moderate negative, primarily for the vegetation, diadromous fish and also estuarine residents.

In contrast, the effects of deepening of the channel to 14m have a potentially strong negative effect on estuarine marsh vegetation and diadromous (and estuarine) fish. These negative effects originate primarily from the dredging, dumping and sand mining activities associated with the channel deepening. However, the possibility of a moderate positive response of these system variables is also indicated.

The differences in the range of response to *channel deepening*, and *channel deepening combined with ontpoldering in the Zeeschelde* are directly ascribable to the combined influence of the two interventions, namely ontpoldering and channel deepening. Clearly, the effects of channel deepening on the ecosystem are not simply eliminated by providing the estuary with more room. The exact position and extent of the area to be ontpoldered has to be determined with the desired effects on the ecosystem in mind. Issues such the reduction in tidal variation commonly associated with ontpoldering and the anticipated increase in tidal variation as a result of channel deepening must be considered in the final decision making. The possibility of undertaking ontpoldering and channel deepening in such a way as to cause positive influences on the ecosystem to occur is clearly indicated.

4 Recommendations

To ensure that the potential of the coupling at meso-scale between morphology and ecology is used to support decision making within the process of developing and justifying the Long Term Vision for the Schelde Estuary, it is recommended that:

- quality checks on the existing information base (accessible through @-lvis) occur;
- the rapid assessment analytical method for determining salt intrusion and high water levels in alluvial estuaries (Savenije 1992) is implemented as soon as possible so that the order of magnitude of the anticipated increased upstream penetration of salt and tide can be determined;
- hydrodynamic model simulations appropriate to an assessment of the natural environmental responses and covering the whole estuary (i.e. including the upper reaches) are conducted, the results processed into the ecologically relevant indicators as defined in this sub-project and included in @-lvis;
- the output from the conceptual ecosystem model is evaluated by both ecologists and morphologists and the conceptual model is continuously updated to reflect any new information or additional insights i.e. it remains a flexible tool supporting the LTV process; and
- the model is used to indicate gaps in knowledge and uncertainties in policy outcome relevant to the LTV and so can assist in guiding decisions regarding the research necessary to support policy making in the Schelde Estuary.

In addition, there is a clear indication that research attention needs to focus on developing

- knowledge of the interface regions and processes linking sub-systems within the Schelde Estuary, particularly the brackish-freshwater interface zone;
- techniques for reliably predicting morphological changes in the intertidal areas; and
- the means of effectively integrating this knowledge.

The latter point is particularly relevant, because integration of research results from different disciplines involving different temporal and spatial scales is most effective if planned at the initiation of the research programme.

Deel B Onderzoeken toegankelijkheid

Samenvatting second opinion

Binnen de krappe tijdsruimte voorzien voor de studie was het onmogelijk een diepgaande en goed gefundeerde analyse uit te voeren van alle transporteconomische aspecten van de toegankelijkheid van de havens in het Scheldebekken. Hiermee moet rekening gehouden worden bij de interpretatie van de onderstaande beoordeling van het uitgevoerde werk.

De grote verdienste van het onderzoek is dat de beschikbare informatie over de trends in de scheepvaart op het Scheldebekken en het economisch belang van de toegankelijkheid werd verzameld en op bevattelijke wijze voorgesteld.

De onderzoekers hebben zeer goed werk verricht in de analyse van de globale trends in de scheepvaart, en de implicaties die dit kan hebben voor de Scheldehavens.

Bij de vertaling van deze trends naar scenario's voor de havens in het Scheldebekken toonden de onderzoekers echter te weinig creativiteit. In tegenstelling met de analyse van de globale trends wijzigt de aanpak hier naar een 'lineair denken', gebaseerd op extrapolaties die onvoldoende onderbouwd zijn door een marktanalyse.

De auditeurs scharen zich achter het belangrijkste besluit van het onderzoek, namelijk dat een verdere verdieping, zodat schepen met een diepgang tot 14m getij-onafhankelijk Antwerpen kunnen bereiken, noodzakelijk is om de concurrentiepositie van de havens in het Schelde-estuarium te behouden. Ze zouden dit besluit echter op een andere wijze kunnen onderbouwen.

Voor een uitspraak over de maatschappelijke wenselijkheid van een verdere verdieping is evenwel een sociaal-economische kosten-batenanalyse noodzakelijk, waarin zowel de kosten als de baten van een verdere verdieping tegenover elkaar afgewogen worden. Dit behoorde niet tot de opdracht van het uitgevoerde onderzoek.

Samenvatting rapport 'Nut en noodzaak verruiming vaarweg van en naar de havens in het Scheldebekken' (Policy Research Corporation N.V.)

Doel van dit rapport is een onderbouwing te leveren voor de ontwikkeling van een langetermijnvisie voor de havens in het Scheldebekken. Nadruk ligt hierbij op de nautische toegankelijkheid (diepgang) van het Scheldebekken en de daarmee samenhangende concurrentiepositie van de Scheldehavens op lange termijn. Heel concreet wordt een antwoord geformuleerd op de vraag tot op welke diepte de Schelde zou moeten worden uitgebaggerd opdat de havens in het Scheldebekken (en in het bijzonder de haven van Antwerpen) hun economische motorfunctie kunnen veiligstellen.

Het rapport gaat in op een aantal strategische aspecten die belangrijk zijn bij het beoordelen van de wenselijkheid van een verdere verdieping van de Schelde (na voltooiing van het huidige 48'/43'/38' programma). Daarbij komen enkel economische aspecten aan bod; eventuele gevolgen voor milieu en veiligheid, alsook de technische aspecten worden behandeld in de andere werkgroepen.

Vooreerst is er een analyse uitgevoerd betreffende de concurrentiepositie van de vier Scheldehavens[1] binnen de Hamburg-Le Havre range. De aandacht is daarbij vooral uitgegaan naar de samenstelling van het ladingspakket, de sterktes en zwaktes, de nautische toegankelijkheid en de plannen voor de toekomst.

Tabel 2 geeft een overzicht van de nautische toegankelijkheid van de vier Scheldehavens, na voltooiing van het huidige verdiepingsprogramma. Hieruit blijkt dat:

- Vlissingen thans in staat is schepen met een maximale diepgang van 12.9 m tij-ongebonden te ontvangen. Vlissingen zal hierdoor in de mogelijkheid zijn om ook op langere termijn een aanzienlijk deel van de grotere containerschepen tij-ongebonden op- en af te laten varen;
- het belangrijkste knelpunt voor de haven van Gent en een groot deel van de haven van Terneuzen niet zozeer de diepgang van de Schelde is, maar wel de beperkte diepgang van de zeesluis en de beperkte diepgang en het tracé van het kanaal Gent-Terneuzen. Deze havens zullen bijgevolg geen voordeel doen bij een eventuele verdere verdieping van de Schelde, zolang deze knelpunten niet zijn opgelost;
- dat het voor schepen met een diepgang van meer dan 11.6 m niet mogelijk is de haven van Antwerpen tij-ongebonden te bereiken.

[1] Met Scheldehavens wordt in deze studie verwezen naar de havens van Antwerpen, Gent, Terneuzen en Vlissingen.

Tabel 2 Toegankelijkheid van de Scheldehavens (maximale diepgang van het schip, uitgedrukt in meter)

Beperking opgelegd door de diepte van de vaargeul in de rivier	Antwerpen	Gent	Terneuzen	Vlissingen
Getij onafhankelijk	11,60	12,35	12,35	12,90
Opvaart in één getijde	14,65	16,00	16,00	16,50
Opvaart in twee getijden	15,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Beperking opgelegd door de diepte van kaden en sluizen	15,50	12,25	12,25	16,00
Met lichteren in Put van Terneuzen	n.v.t.	13,80	13,80	n.v.t.

Bron : Situatieschets kortetermijn Schelde-estuarium

De nautische toegankelijkheid is zonder twijfel één van de zwakke punten van de haven van Antwerpen. Dit is ook merkbaar in het type schepen dat de haven aanloopt. Er is vastgesteld dat Antwerpen op de main-line diensten door relatief kleinere containerschepen wordt aangelopen ten opzichte van haar concurrenten. Niettemin groeit de haven sterker dan de Hamburg-Le Havre range, dit zowel wat betreft totale maritieme overslag, als containeroverslag.

Vervolgens is een overzicht gemaakt van een aantal bestaande prognoses voor de goederenoverslag in de Hamburg-Le Havre range en de Scheldehavens in het bijzonder. Alle beschouwde prognoses gaan uit van een matige groei van de totale maritieme overslag, in lijn met de groeipercentages genoteerd in het voorbije decennium. Afhankelijk van de achterliggende economische scenario's, voorspellen ze een gemiddelde jaarlijkse groei tussen de 1% en de 2%. De grootste groei wordt verwacht in de containertrafieken. Zowat alle bronnen hanteren groeipercentages die lager liggen dan deze die de laatste jaren werden genoteerd. Afhankelijk van de achterliggende economische scenario's en de periode waarop ze van toepassing zijn, worden voor containers groeipercentages vooropgesteld variërend van 3.1% tot 5.1%.

Een analyse is gemaakt van de evolutie in de dimensies van bulk carriers en containerschepen, met nadruk op de diepgang. Deze analyse toont aan dat binnen de bulk carriers het segment 100 000 dwt - 140 000 dwt aan het verdwijnen is. Zoals verder blijkt is dit bijzonder relevant in het licht van een eventuele verdere verdieping van de Schelde. De analyse van de containervloot toont aan dat een verdere schaalvergroting zeer waarschijnlijk is. Schepen met een capaciteit van ongeveer 7 000 TEU zijn thans reeds in de vaart, maar wellicht zullen er op middellange en lange termijn ook schepen van 9 000 TEU of misschien zelfs 12 000 TEU varen.[2] Het is nog maar zeer de vraag of deze supergrote schepen volgens het klassieke lijndiensten systeem, met een aantal calls in de Hamburg-Le Havre range, zullen ingezet worden.

[2] Er is zelfs al een studie uitgevoerd naar een 18 000 TEU-schip.

In de studie worden drie toekomstvisies uitgewerkt, elk met hun specifieke veronderstellingen op het vlak van schaalvergroting van containerschepen en de manier waarop containerdiensten in de toekomst zullen worden georganiseerd. Voor elk van de drie toekomstvisies zijn specifieke conclusies getrokken met betrekking tot de impact op de Scheldehavens. Algemeen kan gesteld worden dat, ongeacht de toekomstvisie, een minimum diepgang van 14 m tij-ongebonden noodzakelijk is opdat de containerhavens in het Scheldebekken[3] hun concurrentiepositie op middellange en lange termijn zouden kunnen behouden.

Er is een schatting gemaakt van de economische gevolgen indien geen verdere verdieping van de Schelde zou worden uitgevoerd. Daarbij is gebruik gemaakt van 2 scenario's:

- een scenario dat een verdere verdieping vooropstelt zodat schepen met een maximale diepgang van 15 m de haven van Antwerpen tij-ongebonden kunnen op- en afvaren;
- een scenario dat een verdere verdieping vooropstelt zodat schepen met een maximale diepgang van 14 m de haven van Antwerpen tij-ongebonden kunnen op- en afvaren.[4]

De uitgevoerde analyse toont aan dat de vraag omtrent de economische gevolgen van het niet verder verdiepen van de Schelde in grote mate terug te brengen is tot de vraag wat de economische gevolgen zouden zijn indien het voor *containerschepen* met een diepgang groter dan 11.6 meter niet mogelijk is de *haven van Antwerpen tij-ongebonden* te bereiken. Bij de berekeningen is daarom ook enkel met deze effecten rekening gehouden.

Nochtans zal ook de droge bulkvaart (en wellicht ook de tankvaart) meegenieten van een eventuele verdieping. De voordelen voor bulkvaart van en naar Antwerpen kunnen grosso modo als volgt worden ingeschat. Na voltooiing van het lopende verdiepingsprogramma kunnen schepen met een maximale diepgang van 15.5 meter de haven aanlopen, een aantal daarvan evenwel tij-gebonden. Een verdere verdieping van de Schelde waardoor schepen met een diepgang van 14 m tij-ongebonden van en naar de haven van Antwerpen kunnen varen, komt overeen met een maximale diepgang van ongeveer 16.2 meter voor tij-gebonden vaart. Dit betekent dat de grootste bulkschepen zwaarder beladen zullen kunnen worden. Ook het aandeel van de 'paired calls'[5] zou kunnen afnemen. Bovendien geldt ook voor bulkschepen met een diepgang tussen 12.6 m en 14 m dat deze voortaan tij-ongebonden Antwerpen kunnen aanlopen; schepen met een diepgang tussen 14.65 m en ongeveer 15.75 kunnen dan in één getijde in plaats van in twee getijden Antwerpen aanlopen.

Dit rapport toont aan dat het segment van bulkschepen met een laadvermogen tussen 100 000 dwt en 140 000 dwt slechts een klein onderdeel vormt van de bulk carrier vloot en dat dit segment bovendien in omvang afneemt omdat nauwelijks nieuwe schepen in deze grootteklasse worden besteld. Het betreft hier schepen met een gemiddelde diepgang tussen de 13.5 meter en 15.5 meter. Dit komt overeen met het segment dat door een verdere verdieping tij-ongebonden (of slechts in 1 getij in plaats van 2 getijden) Antwerpen volbeladen zou kunnen binnenvaren.

De groep van schepen met een laadvermogen tussen 140 000 dwt ton en 160 000 dwt, daarentegen, wint aan belang en bevat een aantal schepen met een diepgang van minder dan 16.2 m. Zeventig procent van de grotere bulk carriers (>80 000 dwt) zijn echter schepen met een maximale diepgang boven de 16.5 m. Deze schepen kunnen sowieso de haven van

---

[3] Tot op heden is Antwerpen de enige containerhaven in het Scheldehaven van belang. Vlissingen heeft echter concrete plannen voor de bouw van een containerterminal en wil zich naar de toekomst ook als containerhaven profileren.

[4] Dergelijke verdieping zou betekenen dat de maximale diepgang voor tij-ongebonden vaart van en naar de haven van Vlissingen en het havengedeelte in Terneuzen dat zich voor de sluizen bevindt, ook 14 meter bedraagt.

[5] Een aantal diepstekende bulkschepen varen eerst naar Rotterdam, om er een deel van de lading te lossen, alvorens naar Antwerpen te varen.

Antwerpen volgeladen niet aanlopen, ongeacht of er verder verdiept wordt of niet. Zij moeten eventueel gelichterd worden.

Op basis van een eerder uitgevoerde kosten-effectiviteitsanalyse voor het lopende verdiepings-programma en de verwachte vlootontwikkelingen, wordt vooropgesteld dat de economische effecten gerelateerd aan de bulkvaart wellicht niet eens een vijfde zullen bedragen van deze gerelateerd aan de containervaart. Bovendien zijn deze voordelen vooral kostenvoordelen (schaalvoordelen te realiseren door minder lichteren en inzet van grotere schepen en tijdsvoordelen omwille van tij-ongebonden vaart). De kans dat lading echt verloren gaat of dat rederijen uitwijken naar andere havens, zoals in de containervaart, is geringer, maar bestaat. Bepaalde transitladingen (bijvoorbeeld steenkool bestemd voor Duitsland) hebben een keuze tussen de aanloophavens.

De grootste economische voordelen van een eventuele verdere verdieping zijn evenwel te relateren aan de containeroverslag en meer bepaald aan de containeroverslag in de haven van Antwerpen. Ondanks het feit dat

- de haven van Antwerpen over een aantal sterke troeven beschikt, zoals een groot ladingsaanbod, een gunstige ligging, een goede reputatie enzomeer, waardoor rederijen hun vaarschema's aanpassen om rekening te houden met de nautische toegankelijkheid van de haven van Antwerpen;
- de containeroverslag in de haven van Antwerpen sterker toeneemt dan het gemiddelde van de havens in de Hamburg-Le Havre range;
- het in uitvoering zijnde verdiepingsprogramma de haven in staat moet stellen het grootste deel van de thans in de vaart zijnde containerschepen te ontvangen;
    - vormt de diepte van haar toegangsweg een belangrijke belemmering voor de handhaving of verbetering van haar concurrentiepositie in de toekomst. Deze vaststelling is gebaseerd op volgende realistische aannames:
    - ook in de toekomst wordt een sterke groei van de containertrafieken verwacht;
    - deze groei maakt het (economisch) mogelijk om met nog grotere schepen te varen, eventueel met meertrapse transhipment in een aantal global, regionale en sub-regionale hubs;
    - alle belangrijke havens in de Hamburg-Le Havre range verwachten een sterke aanhoudende groei van de containertrafieken en investeren daarom in het aantrekken van meer en grotere containerschepen door de bouw van nieuwe 'state of the art' terminals met aanzienlijke behandelingscapaciteit. In de hevige concurrentie-strijd die daardoor zal ontstaan[6], is het als haven cruciaal alle troeven te kunnen uitspelen. Hierbij behoort de veilige nautische toegankelijkheid van de haven voor de grootste containerschepen die de Hamburg-Le Havre range zullen aanlopen.

Op basis van de verwachte samenstelling van de containervloot in 2010 en 2020 kan worden aangenomen dat vanaf 2010 ongeveer 25% van de potentiële te behandelen containertrafiek in de haven van Antwerpen niet gerealiseerd zal worden, indien niet verdiept wordt tot 15 m tij-ongebonden vaart. Het 'verlies' aan economische activiteit in de haven en de regio dat daarmee gepaard zal gaan is aanzienlijk.[7] Voor de periode 2000-2020 gaat het om een geactualiseerde directe toegevoegde waarde van 56 à 64 miljard BEF, naargelang de gebruikte prognose voor de te verwachten containertrafiek in Antwerpen. Inclusief indirecte effecten (ten voordele van de Belgische economie) komt dit neer op een totale gecumuleerde toegevoegde waarde van 85 à

---

[6] Hierbij kan de bedenking gemaakt worden dat intense samenwerking tussen havens in de toekomst ideaal zou zijn, niet alleen voor de havens in het Scheldebekken, maar ook voor het gehele Schelde-Rijnbekken. De roep naar dergelijke samenwerking wordt ook steeds groter, onder meer vanwege de bedreiging die uitgaat van de Zuideuropese havens. Het is echter nog maar de vraag of deze samenwerking ook daadwerkelijk zal plaatsvinden op alle niveaus (strategisch, commercieel en operationeel), gegeven de grote capaciteits-uitbreidingen die gepland of in uitvoering zijn en de grote economische en commerciële belangen die spelen.

[7] Vlissingen heeft weliswaar een betere nautische toegankelijkheid, maar er is geen enkele garantie dat het bestaande cliënteel van Antwerpen, dat in geval van niet verdere verdieping uitwijkt naar een andere haven, voor Vlissingen zal kiezen. Het risico bestaat dus dat de 'verloren' trafiek uit het Scheldebekken verdwijnt.

97 miljard BEF. Het merendeel van deze effecten (ongeveer 92%) kan ook gerealiseerd worden wanneer de Schelde wordt verdiept teneinde schepen met een maximale diepgang van 14 m de haven van Antwerpen toe te laten tij-ongebonden op- en af te varen.

Deze effecten kunnen echter niet zomaar volledig als 'baten' van het verdiepingsprogramma worden afgewogen ten opzichte van de kosten. De in deze studie berekende economische effecten houden immers geen rekening met het feit dat, in een economie met een arbeidsmarkt onder druk, er voldoende werkgelegenheidssalternatieven bestaan voor gekwalificeerde arbeidskrachten. Bovendien heeft een verdere verdieping van de Schelde ook effecten op het vlak van milieu, veiligheid en congestie (wachttijden scheepvaart). Ook deze effecten zijn niet inbegrepen in de verkorte berekening van de economische effecten. Om de echte baten te bepalen, dient een maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd te worden, aangevuld met een Economische Impact Studie (EIS®).[8]

De haven van Vlissingen kampt in veel mindere mate met problemen van beperkte diepgang. De diepte van de Schelde (na voltooiing van het huidige verdiepingsprogramma) laat immers reeds toe om schepen met een maximale diepgang van 12.9 meter de haven van Vlissingen tij-ongebonden te laten in- en uitvaren. Bovendien is de te verwachten containertrafiek in Vlissingen minder dan deze in Antwerpen, waardoor het potentiële trafiekverlies ten gevolge van het niet verder verdiepen, ook kleiner zal zijn. Er kan dus redelijkerwijze worden aangenomen dat de haven van Vlissingen veel minder verlies aan economische activiteit zal lijden als de Schelde niet verder wordt verdiept.

---

[8] In de TOR van deze studie was de uitvoering van dergelijke kosten-batenanalyse niet voorzien.

Deel C Onderzoeken veiligheid

Rapportage second opinion Veiligheid

Van de second opinion veiligeid is geen samenvatting beschikbaar. Daarom is hier de complete rapportage per deelonderzoek opgenomen.

Onderzoek 1: Gezamenlijke bepaling van het veiligheidsniveau (HKV)

Algemeen

Dit rapport voldoet aan de doelstelling nl. “het beschrijven van de verschillende overeenkomsten en verschillen bij de verschillende werkwijzen voor de bepaling van de overstromingsrisico’s (in Nederland en Vlaanderen)”.

Het vastleggen van de werkwijze voor de berekening van de risico’s is natuurlijk een belangrijke stap om te zorgen dat er tussen beide partijen geen misverstanden bestaan over de berekeningswijze en de interpretatie van het begrip risico. Het was niet de bedoeling dat er gekeken werd naar hoe de nieuwe werkwijze er in de praktijk moet uitzien. Dat is dan ook niet gebeurd, maar blijft wel hard nodig.

In het kader van dit onderzoek is niet aangegeven in welke mate de toekomstige verdieping van de Schelde een invloed zal hebben op de veiligheid in het Scheldebekken.

Belangrijke opmerkingen

De beschrijving van het huidige veiligheidsbeleid in Nederland is in grote lijnen correct. Wellicht ware het wenselijk geweest om in dit rapport wat dieper in te gaan op de achtergronden en de gekozen waarden in het Nederlandse benedenrivierengebied, omdat hier een sterke overeenkomst is met de Zeeschelde.

In het hoofdstuk “toekomstig veiligheidsbeleid” wordt een overzicht gegeven van de overstromingskansbenadering en de overstrominsrisicobenadering. In het rapport komt niet goed naar voren dat de TAW ervoor gekozen heeft om de minister te adviseren om de overstromingskansen (per dijkring) in de wet vast te leggen, met de aanbeveling om die waarden te baseren op de resultaten van de overstromingsrisicoberekeningen. Het is nadrukkelijk niet de bedoeling van de TAW dat resultaten van de overstromingsrisicoberekeningen als norm in de wet komen. Dit om te voorkomen dat een waterkeringbeheerder geconfronteerd wordt met de wettelijke verplichting om zijn dijken te versterken zodra zich meer economische activiteit in zijn dijkring vestigt. Wel zal de TAW aanbevelen om de normwaarden voor de overstromingskansen periodiek te herzien (bijvoorbeeld iedere 25 jaar) aan de hand van de op dat moment geldende waarden geïnvesteerd in de dijkring.

Opvallend is dat in Vlaaderen blijkbaar geen aandacht besteed wordt aan het falen van kunstwerken. Het verdient aanbeveling om hier aandacht aan te schenken. Uit recent onderzoek van de TAW is gebleken dat deze kunstwerken juist de potentieel zwakste schakels in het systeem zijn (zie bijvoorbeeld brief van de Staatsecretaris aan de Tweede Kamer van 14 juli 2000).

Het is niet geheel duidelijk geworden hoe de Vlaamse “bekkenbenadering” in z’n werk gaat, en wat precies het verschil is met de Nederlandse Dijkvakbenadering.

Aanbevelingen

Opdat "tussen Nederland en Vlaanderen geen misverstanden ontstaan over de berekeningswijze en interpretatie van de veiligheidsniveaus" (p. 3) is het noodzakelijk dat de Vlaamse en Nederlandse berekeningen uitgevoerd worden met dezelfde methodologie. Het is niet duidelijk in hoeverre de in het vooruitzicht gestelde "nieuwe overschrijdingslijn" die zal opgesteld worden door de Afd. Maritieme Schelde in 2001 daaraan zal voldoen.

In Nederland is besloten is om in de komende paar jaar alle dijkringen door te rekenen en de kans op overstromen te bepalen. Omdat dit een omvangrijke hoeveelheid werk is, kan dit niet door de normale lijnorganisatie in Nederland (Rijkswaterstaat, samen met de Waterschappen) gedaan worden. Hiervoor zal een speciaal projectbureau opgericht worden. Het zou te overwegen zijn om dit projectbureau een gezamenlijk Vlaams-Nederlands projectbureau te maken, waardoor de Scheldegebieden met dezelfde systematiek doorgerekend worden.

Het valt aan te bevelen dezelfde benadering te gebruiken in Vlaanderen en Nederland met het oog op de bepaling van de overstromingsschade (in Nederland rekent men ook de indirecte schade mee). De Nederlandse benadering waarbij het aantal slachtoffers **niet** uitgedrukt wordt in geldwaarde valt zeer sterk te verkiezen boven de Vlaamse waarbij dat wel gebeurt. Beide elementen zijn een afzonderlijk element van de beoordeling (zie ook de studie die door KU Leuven werd uitgevoerd in opdracht van de overheid: "Multi- en interdisciplinaire evaluatiestudie betreffende de stormvloedkering te Antwerpen (Oosterweel)" (1981 – 1982).) Volgende alternatieven kunnen tot een totaal andere beoordeling leiden:

- een materiële schade van 1000 MBEF;
- een materiële schade van 700 MBEF en 2 doden;
- een materiële schade van 500 MBEF en 20 doden

In Vlaanderen wordt de overstromingsschade berekend door scenarioberekeningen waarbij falen gesimuleerd wordt op de locatie met de grootste locale faalkans bij een hoogwatersimulatie. Daarna wordt de nieuwe faalkans bepaald voor de overige locaties. Opnieuw wordt verondersteld dat overstroming optreedt daar waar de faalkans het groots is. Alle overstromingen/falingen zijn dus afhankelijk van elkaar. De Nederlandse methode waarbij de overstromingskans van een dijkvak afgeleid wordt van de kans op optreden van één van de faalmechanismen lijkt echter aan te bevelen. De overstromingskans van een gehele dijkring wordt dan bepaald door de faalkansen van de tot de dijkring behorende dijkvakken te combineren. Hierbij wordt rekening gehouden met de onderlinge afhankelijkheid van deze faalkansen.

Onderzoek 2: Maatregelen voor de veiligheid in het Schelde-estuarium (HKV)

Algemeen

De auditeurs menen dat een audit van de workshop inzake maatregen geen zin had aangezien het een brainstorming betrof.

De (in de opdracht voorgestelde en dus) gevolgde methodologie lijkt nogal weinig wetenschappelijk en eerder populistisch. In plaats van de verschillende maatregelen rationeel op hun voor en tegen af te wegen (wat niet in "het algemeen" kan maar slechts voor concrete locaties kan gebeuren) wordt een soort "poll" georganiseerd onder de "toevallige" deelnemers aan de workshop. Bij de prioritering die door de workshop is aangegeven worden veel

vraagtekens gezet. De waardering die voor de verschillende alternatieven is gegeven is een waardering door deelnemers aan de workshop. Deze deelnemers zijn zeker niet representatief voor de breedte van de samenleving; zij representeren slechts het waterstaatkundig deel van de samenleving.

Te vrezen valt dat het oordeel van de maatschappij als geheel anders zal uitvallen dan het oordeel van de deelnemers.

Onderzoek 3: Grenzen aan dijkversterking (Den Heijer & Calle)

Algemeen

Op zichzelf is dit wel een goede studie die aan de gestelde doelstelling beantwoordt. Vraag is echter of op dit ogenblik (afgezien van de afwerking van het SIGMAplan), in het Schelde-estuarium dijkverhogingen of dijkverzwaringen aan de orde zijn. Daar hebben onder andere de verschillende aspecten die in het rapport aan bod komen voor gezorgd: de economische, maar ook maatschappelijke aanvaardbaarheid en in het algemeen, de vernieuwde visie op waterbeheer: meer ruimte voor de rivier. In dit opzicht is dus dit rapport eigenlijk niet (meer) ter zake.

Veel belangrijker is het concept van dijkveiligheid: de veiligheid die een dijk biedt (dijkvak per dijkvak) wordt niet alleen bepaald door zijn kruinpeil maar ook door andere mogelijke bezwijkmechanismen en hiermee samenhangend regelmatig toezicht en dijkonderhoud. Deze aspecten komen aan de orde in (bij de discussie van) het rapport “Vergelijking risicodenken Vlaanderen – Nederland”, HKV.

Belangrijke opmerkingen

Om rekening te houden met een stijging van de waterstand met 0.20 m wordt vastgesteld dat een dijkverhoging met 1 à 1.5 m nodig is en wordt uiteindelijk een verhoging van 2 m voorgesteld (10 * 0.20 m!). Dit lijkt erg genereus gerekend.

Er wordt ook hierbij geen rekening gehouden met het feit dat voor de bepaling van de “veiligheid” misschien geen rekening moet gehouden worden met de vrijboord (of gedeeltelijk) zie deelonderzoek 1 (HKV).

Indien de stad Antwerpen voor de keuze gesteld wordt om het risico te lopen dat een zeer groot deel van de binnenstad onder water zal lopen bij een stormvloed en het alternatief bestaat uit een ca. 3,5 m hoge omwalling, bestaat het vermoeden dat de stad voor dit alternatief zal kiezen. De grenzen aan dijkversterking op de kade van Antwerpen zullen dus veel meer afhangen van de kosten en acceptatie van maatregelen elders. Indien de totale maatschappelijke kosten elders lager zijn dan de maatschappelijke kosten bij Antwerpen, zal voor maatregelen elders gekozen worden. Is dat niet het geval dan zal toch voor een verhoging op de kade gekozen worden. Dit, omdat niet te verwachten is dat met het risico wil lopen dat de stad Antwerpen zelf onder water zal komen te staan.

Aanbevelingen

Bij besluitvorming rond dijkverzwaring zal het moment waarop besloten wordt om niet meer tot dijkversterking over te gaan, maar naar andere alternatieven te zoeken veel meer in de maatschappelijke context gezocht moeten worden (bijvoorbeeld omdat de hoge dijken visueel niet meer geaccepteerd worden, omdat de schade en het aantal slachtoffers bij plotselinge doorbraak van een relatief zeer diepe polder niet meer geaccepteerd wordt, of omdat de zeer brede dijken een te grote aanslag op de bestaande cultuurwaarden beteken). Een kosten/baten analyse en een maatschappelijke impact studie van het geheel van de te nemen maatregelen dringt zich op.

Samenvatting rapport 'Gezamenlijke bepaling van het veiligheidsniveau. Overzicht overeenkomsten en verschillen werkwijze bepaling risico's' (HKV)

1 Doel van het onderzoek

Om over veiligheid en risico's van waterkeringen te kunnen communiceren is het noodzakelijk om te weten wat de overeenkomsten en verschillen zijn bij de verschillende werkwijzen voor de bepaling van overstromingsrisico's (plan van aanpak of onderzoeksplan; in Vlaanderen zijn nog geen berekeningen uitgevoerd, er is enkel een methode ontwikkeld die nog kan aangepast worden na het doorrekenen van pilootprojecten) zijn. Voor het opstellen van de langetermijnvisie voor het schelde-estuarium is het noodzakelijk dat er tussen beide partijen geen misverstanden kunnen zijn over de berekeningswijze en interpretatie van het begrip risico in relatie tot Veiligheid van waterkeringen. Het vastleggen van de werkwijze voor de berekening van de risico's kan hierbij een belangrijke stap zijn[9]. Door middel van kortlopend onderzoek kunnen deze bepaald worden. Ook kunnen adviezen voor aanpassing gegeven worden.

2 Beschrijving en voorgestelde aanpak van de studie

Uitgaande van de beschikbare stukken (projectplan Veiligheidsniveau Vlaanderen, stukken Marsroute en NW4) en gesprekken met Vlaamse en Nederlandse specialisten moet een gedetailleerde beschrijving worden opgesteld van de toekomstige werkwijze om te komen tot een veiligheidsbenadering gebaseerd op risico's. Met name moet gelet worden op de overeenkomsten en verschillen tussen de Vlaamse en de Nederlandse werkwijze.

De resultaten worden teruggekoppeld met de geraadpleegde experts en de begeleiders, waarna het concept verslag opgesteld wordt. In het verslag worden aanbevelingen voor aanvullingen en verbeteringen van methodieken opgenomen, met als doel tot een beter vergelijkbare methode te komen.

3 Conclusies

In onderstaand overzicht staan de belangrijkste overeenkomsten en verschillen vermeld tussen de wijze, waarop in Vlaanderen en Nederland omgegaan wordt met de veiligheid tegen overstromingen.

Veiligheidsbenadering

in beide landen wordt momenteel de overbelastingskansbenadering gehanteerd en verwacht men in de toekomst over te gaan op een overstromingsrisicobenadering.

De manier, waarop men in Vlaanderen en in Nederland in de toekomst verwacht het overstromingsrisico te bepalen, verschilt echter. In Nederland wordt het risico uitgedrukt in een verwachtingswaarde van de schade en het aantal slachtoffers in een (dijkring)gebied. In Vlaanderen wordt het risico uitgedrukt in een verwachtingswaarde van de schade in een bekken, waarin de waarde van de slachtoffers is opgenomen.

---

[9] Binnen dit project is het niet de bedoeling dat er gekeken wordt naar hoe de nieuwe werkwijze in de praktijk uit zal pakken

Daarnaast is zowel de manier, waarop de overstromings-/ faalkans als de bijbehorende schade wordt berekend, verschillend.

Veiligheidsniveaus

De Nederlandse en Vlaamse gebieden in het Zeescheldebekken kennen momenteel verschillende veiligheidsniveaus. In het Nederlandse deel is de overbelastingskans 1/4.000 per jaar, terwijl in Vlaanderen een overbelastingskans bestaat van 1/70 per jaar. Ook in 2005 is het veiligheidsniveau in Nederland nog hoger dan in Vlaanderen, alhoewel de Vlaamse overbelastingskans dan verkleind zal zijn tot 1/350 per jaar. Het veiligheidsniveau zal pas vergelijkbaar zijn als de maatregelen zijn uitgevoerd uit het (aangepaste) Sigmaplan.

Het is nog onduidelijk of de in de toekomst gehanteerde veiligheidsniveaus vergelijkbaar zijn. Deze onduidelijkheid heeft twee redenen:

- de methoden, waarmee het risico wordt bepaald, verschillen zodanig, dat deze niet zomaar met elkaar mogen worden vergeleken;
- nog geen van beide landen heeft al een uitspraak gedaan over het maximale overstromingsrisico (in de vorm van een maximale verwachtingswaarde van de monetaire schade en/ of het aantal slachtoffers) van een gebied.

Wel leeft in zowel Nederland als Vlaanderen het idee om ruimtelijk gedifferentieerde veiligheidsniveaus toe te staan. De veiligheidsfilosofie is dus vergelijkbaar; onduidelijk is echter nog hoe deze filosofie politiek en maatschappelijk wordt ingevuld. Een invulling van deze veiligheidsfilosofie is bijvoorbeeld het toestaan van lokale overstromingen, waarmee overstromingen in dichtbevolkte gebieden worden voorkomen.

4 *Aanbevelingen*

In deze paragraaf staan enkele aanbevelingen waarmee de verschillen in het veiligheidsbeleid van Vlaanderen en Nederland in de toekomst kunnen worden verkleind.

Cases

Omdat het grootste verschil van de beide veiligheidsbenaderingen zit in het gebruikte model (bekken of dijkringgebied) en nog niet geprobeerd is of de methodes inderdaad uitvoerbaar zijn, wordt aanbevolen om in enkele cases na te gaan of de beide methodes inderdaad uitvoerbaar zijn en hoe groot de verschillen zijn in de verwachtingswaarden als de schade op een vergelijkbare manier wordt bepaald.

Keuze overstromingsscenario's

De Vlaamse methode gaat uit van verschillende hoogwatersituaties in het bekken, waarbij de overstroming(en) plaatsvind(t)(en), met elk een kans op voorkomen. De door te rekenen hoogwatersituaties worden zodanig gekozen dat de alle gebieden in het bekken tenminste eenmaal overstromen.

In de Nederlandse methode wordt gerekend met de maatgevende combinaties van waterstanden en golven; deze combinaties en de bijbehorende kans op voorkomen worden afgeleid uit statistische analyses en modelberekeningen.

In een gebied als het Zeescheldebekken, waar een overstroming veroorzaakt kan worden door zowel het getij, de afvoer van de Schelde en de golven, is het beter om te werken met maatgevende belastingen en de bijbehorende kans op voorkomen. Zo voorkom je dat een maatgevende situatie wordt vergeten. Het gebruik maken van die situaties waarmee het gehele bekken overstroomt, garandeert niet dat alle maatgevende hoogwatersituaties worden meegenomen. In een gebied waar bijvoorbeeld altijd de afvoer dominant is, kan eventueel wel

gebruik worden gemaakt van de Vlaamse methode zonder dat de werkelijke situatie uit het oog wordt verloren.

Faalmechanismen

Nagegaan moet worden of de kennis opgedaan in de acht cases van het project “Overstromingsrisico’s”, waarin de overstromingskans van een gebied is berekend, ook toegepast kan worden voor de gebieden in het Schelde-estuarium. Door in beide landen dezelfde faalmechanismen mee te nemen bij het bepalen van de faalkans van een dijkvak/locatie kunnen deze met elkaar worden vergeleken.

Gebiedsgegevens

Aanbevolen wordt om bij het verzamelen en registreren van gebiedsgegevens, zoals het aantal woningen en het grondgebruik dezelfde categorieën aan te houden. De gebiedsgegevens hoeven in eerste instantie niet dezelfde nauwkeurigheid te hebben, maar ze moeten wel op een vergelijkbare wijze zijn opgebouwd, anders kunnen geen afspraken worden gemaakt over de te hanteren veiligheidsniveaus gebaseerd op overstromingsrisico’s.

Naast de gegevens over het gebruik van het gebied is ook informatie nodig omtrent de hoogteligging van de gebieden langs de Zeeschelde en de ligging van de compartimenteringsdijken. Hiermee wordt inzicht verkregen in de ligging en begrenzing van de eventuele overstromingsgebieden.

Schade

Ook wordt aanbevolen om afspraken te maken over de manier, waarop de maximale schadebedragen c.q. de monetaire waardering van objecten en infrastructuur tot stand komen. Er moet goed beschreven worden hoe het bedrag tot stand is gekomen en wat onder de schade valt. Is de waarde van een woning bijvoorbeeld de verkoopwaarde of wordt rekening gehouden met de maximale herstelkosten? En wordt rekening gehouden met de waarde van de bijbehorende grond, die ook na een overstroming zijn waarde houdt?

Slachtoffers

Daarnaast wordt aanbevolen om afspraken te maken over de manier, waarop slachtoffers worden meegenomen bij het berekenen van de overstromingsrisico’s. Worden deze monetair gewaardeerd en meegenomen bij de schade of wordt de verwachtingswaarde van het aantal slachtoffers naast de verwachtingswaarde van de schade vermeld? De voorkeur gaat uit naar het uitdrukken van het risico in twee verwachtingswaarden, omdat dan inzicht wordt verkregen van het effect van maatregelen. Door bijvoorbeeld de aanleg van compartimenteringsdijken kan de verwachtingswaarde van de schade afnemen terwijl de verwachtingswaarde van het aantal slachtoffers toeneemt (door een hoge stijgsnelheid vermindert de waarschuwingstijd). De maatschappelijke acceptatie van een maatregel, waarbij de verwachtingswaarde van de schade toeneemt maar van het aantal slachtoffers afneemt, zal beter zijn dan andersom.

Samenvatting rapport 'Maatregelen voor de veiligheid in het Schelde-estuarium' (HKV)

1 Doel van het onderzoek

Deelproject 1 (gezamenlijke bepaling van het veiligheidsniveau) geeft een vergelijking tussen de wijze van berekening van risico's ten gevolge van overstromingen. Anderzijds is er nog vrij weinig bekend over de manier waarop het risicodenken in beleid wordt verankerd. Welke maatregelen zijn mogelijk om risico's te verminderen of te minimaliseren. Wat is hierbij de goedkoopste of meest verantwoorde oplossing? In Vlaanderen speelt, naast de kostprijs van de oplossingen, ook de integrale aanpak waarbinnen maatregelen moeten genomen worden. Met deze kennis kan input voor de morfologiestudie worden gegenereerd, waardoor uiteindelijk de toekomstscenario's voor de langetermijnvisie worden ingevuld.

2 Beschrijving en voorgestelde aanpak van de studie

Met behulp van een workshop kan inzicht verkregen worden in de wijze waarop de veiligheid tegen overstromen in de toekomst gewaarborgd kan blijven. Zo zullen naast maatregelen aan de waterkering zelf ook maatregelen in het achterland of een naastgelegen waterkering bijdragen aan de veiligheid.

In eerste instantie kunnen mogelijke maatregelen op een rijtje worden gezet en geordend. In Nederland is tot nu toe met name naar de overstromingskans gekeken. Maatregelen om in de toekomst veiligheid te waarborgen zijn onderbelicht gebleven. Zo kan bijvoorbeeld ook gedacht worden aan het aanleggen van tweede waterkeringen, het aanleggen van efficiënte vluchtroutes of het bouwen van huizen op palen. In Vlaanderen is op andere gebieden naar risico's gekeken (bijvoorbeeld in de nucleaire industrie), maar nog niet expliciet voor waterkeringen. Om de maatregelen niet al te abstract te houden kunnen deze specifiek voor de Westerschelde worden gedefinieerd.

Als de lijst met maatregelen is opgesteld door de opdrachtnemer, kan middels een workshop met vertegenwoordigers van RWS, de Nederlandse TAW, en een Vlaamse afvaardiging een verdere ordening worden aangebracht, waarbij onder andere gekeken wordt naar haalbaarheid en effectiviteit. Voor deze workshop worden inhoudelijke experts uitgenodigd. Het is niet de bedoeling een maatschappelijke discussie over overstromingsrisico's los te maken. Ter voorbereiding op de workshop kunnen door de deelnemers notities over veiligheid en risico's worden ingebracht (denk aan artikelen en dictaten van bijvoorbeeld Vrijling). De organisatie en uitwerking van de workshop is in handen van de opdrachtnemer.

Na het uitwerken van de workshop kan daarop voortbouwend een notitie worden geschreven met daarin de meest kansrijke maatregelen. Ook kan een opzet gemaakt worden met schets van de wijze waarop in de toekomst de veiligheid gewaarborgd kan worden.

Deze notitie kan naar de andere werkgroepen worden gecommuniceerd om een discussie over mogelijke maatregelen op gang te brengen. Binnen de cluster Morfologie kan het nut van een aantal van deze maatregelen worden geëvalueerd.

3 Samenvatting van het onderzoek

Uit de workshop komt duidelijk naar voren dat de oplossingen voor wateroverlast niet meer alleen gezocht worden in het steeds maar weer verhogen van de bestaande waterkeringen en het aanleggen van waterkerende constructies. Er wordt in steeds grotere mate gekozen voor oplossingen, die de gevolgen van de wateroverlast beperken.

In de onderstaande tekst worden allereerst de tien minst en de tien meest kansrijk geachte maatregelen besproken. Vervolgens zijn enkele maatregelen genoemd, die doorgerekend kunnen worden door het cluster Morfologie.

Weinig kansrijke oplossingen

Van de tien maatregelen, die het overstromingsrisico het meest verkleinen en dus de grootste verbetering van de veiligheid tot gevolg hebben, worden er drie niet haalbaar geacht. Dit zijn de maatregelen inpolderen van de Westerschelde, de bouw van een kering in de Westerscheldemond en de bouw van een kering bij Oosterweel. Deze drie maatregelen scoren namelijk slecht voor de overige criteria (natuurlijkheid, kosten, toegankelijkheid en maatschappelijke acceptatie).

Het beperken van de doorstroomopening van de Westerschelde gaat gepaard met hoge kosten, beperkingen voor de toegankelijkheid, negatieve effecten voor de natuurlijkheid en een beperkte maatschappelijke acceptatie. Daarom lijkt deze maatregel weinig kansrijk.

Ook door de aanleg van compartimenteringsdijken vermindert het overstromingsrisico; de deelnemers van de workshop verwachten echter dat deze maatregel veel kosten met zich meebrengt. De toegankelijkheid en de natuurlijkheid verslechteren niet tot nauwelijks en de maatschappelijke acceptatie is redelijk.

Aanbevolen wordt om allereerst te onderzoeken wat de invloed van de aanleg van compartimenteringsdijken is op de verwachtingswaarde van het aantal slachtoffers in het gebied. Als er geen aanvullende voorzieningen worden aangeboden, zoals een waarschuwingssysteem en vluchtwegen voor de bevolking, kan de verwachtingswaarde voor het aantal slachtoffers tengevolge van een overstroming in het overstromingsgebied stijgen. Dit zal voor de bewoners slecht aanvaardbaar zijn.

Als een van de maatregelen met een positief effect op het overstromingsrisico wordt ook permanente dijkverhoging genoemd. De kosten van deze maatregel zijn echter hoog en de maatschappelijke acceptatie wordt klein geacht. Ook vanuit het oogpunt van de natuur scoort deze maatregel slecht.

Daarnaast wordt de haalbaarheid van deze maatregel klein geacht, aangezien voor het uitvoeren van deze maatregel veel bebouwing langs de dijken verwijderd moet worden. Wel kan er natuurlijk naar worden gestreefd om ruimte te creëren langs de dijken, zodat in de toekomst de dijken eventueel versterkt (en verhoogd) kunnen worden, mochten de belastingen nog verder toenemen. Hiertoe dient het Ruimtelijke Ordeningsbeleid te worden aangepast.

Kansrijke oplossingen

Van de tien maatregelen met de meeste invloed op het overstromingsrisico blijven nog over de als meest kansrijk geziene oplossingen:

- de aanleg van Gecontroleerde OverstromingsGebieden;
- het verbeteren van de inspectie en het onderhoud aan waterkeringen in Vlaanderen en
- het aanpassen van het Ruimtelijke Ordeningsbeleid.

Deze maatregelen worden hieronder één voor één besproken.

De aanleg van nog meer Gecontroleerde Overstromingsgebieden scoort goed voor vrijwel alle criteria. Wel geven de deelnemers van de workshop aan dat ook aan deze maatregel kosten zijn verbonden, zij het niet de meest hoge.

Ook het verbeteren van de inspectie en het onderhoud van de waterkeringen in Vlaanderen scoort goed voor alle criteria. Deze maatregel wordt tevens gezien als een van de meest

verrassende oplossingen; de veiligheid wordt (op papier) namelijk niet verbeterd door deze maatregel. Eventueel kan overwogen worden om deze maatregel te combineren met het gebruiken van de waakhoogte als keringshoogte langs de delen van de Schelde waar nauwelijks windgolven voorkomen. Door het goed onderhouden van de waterkeringen weet men zeker dat de waakhoogte inderdaad aanwezig is.

Het Ruimtelijke Ordeningsbeleid kan worden ingezet om de gevolgen van een overstroming te beperken. Door aan gebieden verschillende functies/ overstromingskansen toe te kennen, kan de inrichting van deze gebieden hierop worden aangepast. De verwachting is wel dat de kosten voor deze maatregel vrij hoog zijn, omdat door de functieverandering bepaalde soorten gebruik, zoals woningen en industrie, zullen moeten worden verplaatst c.q. aangepast.

Ook verwachten de deelnemers van de workshop maatschappelijke tegenstand van de huidige gebruikers van het gebied. Aangezien de maatregelen pas in 2030 zouden worden uitgevoerd, kan de aanpassing van het Ruimtelijke Ordeningsbeleid natuurlijk in fasen gebeuren.

Door te rekenen maatregelen door cluster Morfologie

Een oplossing, die kan worden doorgerekend door het cluster Morfologie is de aanleg van nog meer Gecontroleerde Overstromingsgebieden langs de Schelde. Hierbij moet eerst worden nagegaan of nog voldoende (grote) gebieden beschikbaar zijn om een verbetering van de veiligheid te bereiken en wat de huidige functies zijn van deze gebieden.

Een andere oplossing is het beperken van de doorstroomopening van de Westerschelde. Alhoewel deze maatregel als weinig kansrijk werd bestempeld, kan het toch nuttig zijn om deze maatregel door te rekenen. De invloed op de toegankelijkheid en de natuurlijkheid is misschien wel minder negatief dan ingeschat tijdens de workshop.

De overige kansrijke oplossingen grijpen in op de sterkte van de bestaande waterkeringen of op de gevolgen van een overstroming en hebben geen invloed op de hydraulica en morfologie van de rivier.

Samenvatting rapport *'Grenzen aan dijkversterking'* (Den Heijer & Calle)

Door diensten van Nederland en Belgie wordt momenteel een gezamenlijke langetermijnvisie ontwikkeld voor het Schelde-estuarium. Vanuit Nederland zijn enkele diensten van Rijkswaterstaat betrokken (DWW, RIKZ en Directie Zeeland); vanuit Belgie de Administratie Waterwegen en Zeewezen (de afdelingen Beleid, maritieme Schelde, Waterbouwkundig Laboratorium en Zeeschelde), en de Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer.

Onder verantwoordelijkheid van de Technische Schelde Commissie zijn er drie belangrijke thema's benoemd waarvoor werkgroepen zijn ingesteld: Toegankelijkheid, Veiligheid, en Natuurlijkheid. Het doel van het opstellen van de lange termijn visie is dat toekomstige ontwikkelingen kunnen worden voorzien zodat er beleidsmatig beter op kan worden ingespeeld.

In het kader van het opstellen van een deelvisie 'Veiligheid' worden er een aantal verkennende onderzoeken uitgevoerd, waaronder het onderzoek naar 'Grenzen aan dijkverbetering' wat geresulteerd heeft in voorliggend rapport.

Het doel van het onderzoek was het uitvoeren van een verkenning naar de waarde van dijkverbetering/versterking in de toekomst, voornamelijk gebaseerd op de aspecten 'technische mogelijkheden' en 'economische haalbaarheid' (uiteraard zijn andere aspecten niet volledig uit het oog verloren). Het ging hierbij vooral om het richting geven aan de discussie in de werkgroep Veiligheid.

Het onderzoek is in twee delen gesplitst: fase 1 en fase 2.

Fase 1

Een beschouwende analyse, waarin is ingegaan op de wijze waarop de 'grenzen' aan dijkverbetering worden bepaald, welke sleutelcriteria hierbij een rol spelen, en hoe deze het best kunnen worden afgetast en inzichtelijk gemaakt. Er wordt geconcludeerd dat het verkennen van een 'grens' aan dijkversterking meer is dan een technisch vraagstuk zoals ook uit de gegeven lijst met sleutelcriteria blijkt. De sleutelcriteria zijn onder te verdelen in een aantal categorieen: kosten, economie, techniek, ruimtelijke ordening en maatschappelijke acceptatie. Het is goed om te beseffen dat de problematiek op deze wijze multi-dimensionaal is.

De vaststelling van de werkelijke haalbaarheid van dijkversterking in een groot estuarium is dan ook complex. Per dijkvak spelen er diverse aspecten die niet onder een noemer zijn af te wegen. Daarnaast verschilt de afweging vermoedelijk van dijkvak tot dijkvak, zodat er achteraf ook nog eens integraal naar de resultaten moet worden gekeken.

Fase 2

een aantal case studies waarin indicatieve berekeningen de beschouwende analyse illustreren. Een belangrijke conclusie die hieruit is getrokken is dat harde grenzen niet bestaan. Een alternatief kan op een bepaald criterium slecht scoren, maar op een ander weer zeer positief zijn.

Voor de Westerschelde is gekeken naar de stabiliteit van de dijk tegen afschuiven. Op grond van de indicatieve berekeningen wordt geconcludeerd dat een verhoging van 2 m in het Westerscheldegebied in technische zin vermoedelijk geen grens zal vormen.

Voor de Zeeschelde is meer in kwalitatieve zin gekeken naar Antwerpen. Hier is wel een grens aan de orde: verhoging van de keermuur verhindert het uitzicht. Dit is maatschappelijk niet

acceptabel. Het feit dat er technisch en economisch voldoende mogelijkheden zijn, maar dat een ander criterium de grens bepaalt, illustreert het belang van de integrale afweging zoals die in fase 1 is voorgesteld.

Tenslotte is in kwalitatieve zin gekeken naar de mogelijkheden van het overstroombaar maken van dijken langs de Zeeschelde. Belangrijkste grens zal hier de ruimtelijke ordening vormen: als de dijkkruin de bestemming ‘verkeer’ of ‘vluchtweg’ heeft zal deze variant niet mogelijk zijn.

Uit de case studies blijkt dat voor het Schelde-estuarium geen algemeen geldende grens aan de dijkversterking is aan te geven maar dat deze grens per locatie genuanceerd moet worden bepaald. Globaal kan worden gesteld dat er in het Nederlandse deel geen grote problemen zijn te verwachten, uitgezonderd de strekkingen langs de steden. In Belgie zijn er mogelijk wel problemen te verwachten. Met name de maatschappelijke acceptatie van aanpassingen aan de ruimtelijke ordening / bestemming van gebieden is een aandachtspunt.

Iets breder geformuleerd kan worden gesteld dat grenzen aan dijkverbeteringen in principe relatief moeten worden gezien ten opzichte van andere mogelijkheden om de veiligheid te garanderen. De alternatieven moeten op tal van criteria worden beoordeeld, waarbij het belang van de afzonderlijke criteria in de beoordeling per situatie verschillend kan zijn.

Bijlage A: Overzicht onderzoeken in het kader van LTV

Opdrachtgever	Rapportage	Opdrachtnemer	Status
Cluster Morfologie	Lange Termijn Visie Schelde-estuarium - cluster morfologie.	RIKZ, WBL en WL|Delft Hydraulics	Vastgesteld door de Cluster Morfologie
werkgroep Natuurlijkheid	The link between morphology and ecology in the Long Term Vision for the Schelde Estuary. A conceptual framework and preliminary results.	Resource Analysis	vastgesteld door WgN
werkgroep Natuurlijkheid	De ontwikkeling van een streefbeeld voor het Schelde estuarium op basis van de ecosysteemfuncties, benaderd vanuit de functie natuurlijkheid.	Universiteit Antwerpen	vastgesteld door WgN
werkgroep Natuurlijkheid	Slibhuishouding in de Schelde (Slibdocument)	RIKZ en KBIN	Concept
werkgroep Natuurlijkheid	Beperkte toestandbeschrijving van de monding van de Westerschelde.	RIKZ	Concept
werkgroep Natuurlijkheid	Literatuuronderzoek naar estuariene herstelmaatregelen.	IvN en Universiteit Antwerpen	Vastgesteld door WgN
werkgroep Natuurlijkheid	Habitatstructuren, waterkwaliteit en leefgemeenschappen in het Schelde-estuarium (KTS natuurlijkheid).	IvN , ism Universiteit Antwerpen	Vastgesteld door WgN
werkgroep Veiligheid	Gezamenlijke bepaling van het veiligheidsniveau. Overzicht overeenkomsten en verschillen werkwijze bepaling risico's.	HKV	Vastgesteld door WgV
werkgroep Veiligheid	Maatregelen voor de veiligheid in het Schelde-estuarium.	HKV	Vastgesteld door WgV
werkgroep Veiligheid	Grenzen aan dijkversterking	WL|Delft Hydraulics	Vastgesteld door WgV
werkgroep Veiligheid	Onderzoek exogene factoren	WBL Borgerhout	Gereed
Werkgroep Toegankelijkheid	Nut en noodzaak verruiming vaarweg van en naar de havens in het Scheldebekken.	PRC	Vastgesteld door WgT
Werkgroep Toegankelijkheid	Berekeningen voor aanlegbaggeren.	AWZ	Concept
Onderzoek opgedragen door derden			
Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen	Westerschelde Draft Baseline Report (Morfologische aspecten van de Schelde)	Expert Team onder leiding van J.J. Peters	Concept

Bijlage B
referentielijst LTV onderzoeksrapporten

Bijlage B Referentielijst LTV onderzoeksrapporten

AWZ. 2000. Berekeningen voor aanlegbaggeren. (Onderzoek: Toegankelijkheid).

De Deckere, Eric en Patrick Meire. 2000. *De ontwikkeling van een streefbeeld voor het Schelde estuarium op basis van de ecosysteemfuncties, benaderd vanuit de functie natuurlijkheid.* (Onderzoek: Ecologieonderzoek LTV; UiA/Universiteit Antwerpen).

Heijer, F den, en E. O. F. Calle. Juni 2000. *Lange Termijn Visie Schelde-estuarium – Grenzen aan dijkversterking*. WL|Delft Hydraulics en GeoDelft. (Onderzoek: Zijn er grenzen aan dijkverbeteringen?).

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, AWZ. Augustus 2000. *Lange Termijnvisie Westerschelde, Cluster Morfologie, Onderzoek Exogene Factoren.* Model 611. (Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout).

Oevelen, D. van, E. Van den Bergh, T. Ysebaert & P. Meire, maart 2000. *Literatuuronderzoek naar estuariene herstelmaatregelen.*Instituut voor Natuurbehoud. Rapport IN.R 2000.4

Policy Research Corporation N.V. April 2000. *Nut en noodzaak verruiming vaarweg van en naar de havens in het Scheldebekken.* (Onderzoek: Economische studie Toegankelijkheid).

Slinger, Jill. September 2000. *The link between morphology and ecology in the Long Term Vision for the Schelde Estuary (Onderzoek:* Koppeling ecologie/morfologie LTV; RA).

Van Damme, Stefan, Tom Ysebaert, Patrick Meire en Erika Van den Bergh. December 1999. *Habitatstructuren, waterkwaliteit en leefgemeenschappen in het Schelde-estuarium.* Instituut voor Natuurbehoud. Rapport IN 99/24 (Kortetermijnschets Natuurlijkheid).

Vrisou van Eck, N. en I.B.M. Lammers. 2000. *Langetermijnvisie Schelde-estuarium - Veiligheid in het Schelde-estuarium*. Deel 1: *Risicobepaling in Nederland en Vlaanderen - Een vergelijking.* Deel 2: *Workshop Veiligheid 2030 - Maatregelen voor het Schelde-estuarium.* HKV. (Onderzoeken: Gezamenlijke bepaling van het veiligheidsniveau. Overzicht overeenkomsten en verschillen werkwijze bepaling risico's en Maatregelen voor de veiligheid in het Schelde-estuarium).

Wartel en Van Eck. September 2000. *De slibhuishouding van het Schelde-estuarium tussen Gent en Zandvliet (België)*. RIKZ en KBIN (Slibdocument).

Winterwerp J.C. et.al. Augustus 2000. *Lange termijnvisie Schelde-estuarium cluster morfologie. Rapportage Uitvoeringsfase* Deel 1: *hoofdrapport* Deel 2: *Bijlagen.* WL|Delft Hydraulics (Onderzoek: Morfologisch onderzoek LTV; WL-Delft|Hydraulics/RIKZ/WBL).

Onderzoeksrapporten opgedragen door derden

Peters, J.J., R.H. Meade, R. Parker, M. A. Stevens. 2000. *Westerschelde Draft Baseline Report - Port of Antwerp Expert team.* (Onderzoek: Morfologisch onderzoek in opdracht Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen; expert-team onder leiding van de heer Peters).