

# Onderzoeksplan MER verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde

Onderwerp	Onderzoeksplan MER verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde
Contactpersoon	Erik van Essen
Doorkiesnummer	06-27061906
Status	Definitief concept
Vaststelling MT	
Datum	08-03-2006
Rapport	Versie 4.0

---

# Inhoudsopgave

---

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1	De milieueffectrapportage voor de verruiming	6
1.1.1	Voorgeschiedenis en context	6
1.1.2	Relatie tussen onderzoeksplan en Startnotitie/ Kennisgeving	7
1.2	Aandachtspunten voor het Milieueffectrapport en het onderzoek	7
1.3	Leeswijzer	13
<b>2</b>	<b>Aanpak onderzoek op hoofdlijnen</b>	<b>14</b>
2.1	Inleiding	14
2.2	Doel van het onderzoek	14
2.3	Het Schelde-estuarium als systeem	14
2.4	Voorgenomen activiteit en alternatieven /varianten op hoofdlijnen	19
2.5	Hoe flexibel storten	23
2.5.1	Naar een nieuwe onderhoudsfilosofie	23
2.5.2	Praktische invulling flexibel storten	24
2.5.3	Hoe flexibele stortstrategie vertalen in MER en vergunningen	25
2.6	Scope van het onderzoek	27
2.6.1	Hoofdlijnen voor het storten van baggerspecie	27
2.6.2	Uitgangspunten voor het onderzoek	30
2.7	Detailomschrijving van alternatieven en varianten	30
2.7.1	Aanlegspecie	31
2.7.2	Varianten onderhoudsbaggerspecie	33
2.7.3	Onderzoeksvarianten inzake het terugstorten van specie	34
2.7.4	Autonome ontwikkeling	35
2.8	Het tijds kader voor het onderzoek	38
2.9	Het studiegebied	38
2.10	Morfologische systeembeschrijving	39
2.10.1	Geschiedenis van het estuarium (incl. tijdbalk)	39
2.10.2	Fenomenologisch beschrijving van het natuurlijk morfologisch systeem	40
2.10.3	Fenomenologische beschrijving effect ingrepen	40
2.10.4	Mogelijke morfologische ontwikkeling van het Schelde estuarium	40
2.10.5	Dynamisch sedimentbeheer	41
<b>3</b>	<b>Beoordelingskader m.e.r.: overzicht van onderzoeksparameters</b>	<b>42</b>
3.1	Inleiding	42
3.2	Beoordelingskader m.e.r. en onderzoeksparameters	43
3.3	M.e.r.-onderzoek: deelactiviteiten en onderzoeksdisciplines	48

---

<b>4</b>	<b>Aanpak onderzoek morfologie, drager van ecologie en onderzoek bodem</b>	<b>50</b>
4.1	Inleiding	50
4.2	Onderzoeksvragen en onderzoeksparameters	51
4.3	Onderzoeksmiddelen	53
4.3.1	Mensen en modellen: de rol van experts en het Cellenconcept	53
4.3.2	Het morfologische modelinstrumentarium	53
4.3.3	Toepasbaarheid en onzekerheden van de morfologische modellen	56
4.3.4	Toepassing van de onderzoeksmiddelen	60
4.4	Onderzoeksmethode morfologie	62
4.5	Modelsimulaties	65
4.6	Onderzoek naar baggerspeciekwaliteit	66
<b>5</b>	<b>Aanpak onderzoek Natuur/Ecologie</b>	<b>68</b>
5.1	Inleiding	68
5.2	Beoordelingskader Natuur en Ecologie	68
5.3	Mogelijke effecten van verruiming op Natuur en Ecologie	72
5.4	Onderzoeksmethode	73
5.4.1	Inleiding	73
5.4.2	Effecten op diversiteit habitattypen	74
5.4.3	Effecten op diversiteit soorten	74
5.4.4	Ecologisch functioneren	76
5.5	Producten	76
<b>6</b>	<b>Aanpak arealen en waterbeweging</b>	<b>78</b>
6.1	Te bepalen ecotoopgrenzen	78
6.2	Onderzoeksmiddelen	79
6.2.1	Nadere ecotoopindeling op basis van saliniteit	81
6.2.2	Aantal modelsimulaties	82
6.3	Onderzoeksmethode waterbeweging	83
6.3.1	Algemeen	83
6.3.2	Bepaling tussenparameters	85
<b>7</b>	<b>Aanpak onderzoek slib en zout</b>	<b>86</b>
7.1	Slib- en zoutdynamiek in het Schelde-estuarium	86
7.2	Onderzoeksvragen	87
7.3	Modelinstrumentarium	87
7.4	Onderzoeksmethode	89
7.4.1	Ligging turbiditeitsmaximum	89
7.4.2	Troebelheid door bagger-en stortactiviteiten	90
7.4.3	Saliniteit	91
7.4.4	Aantal modelsimulaties voor zout-en turbiditeitsgradiënt	93
7.4.5	Aantal simulaties voor verspreiding van fijne sedimenten als gevolg van baggeren	93

---

<b>8</b>	<b>Aanpak overig onderzoek</b>	<b>94</b>
8.1	Landschap	94
8.1.1	Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters	94
8.1.2	Bijkomende toelichting	94
8.1.3	Onderzoeksaanpak	95
8.2	Ruimtegebruik en mobiliteit	97
8.2.1	Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters	97
8.2.2	Onderzoeksaanpak	98
8.3	Lucht	100
8.3.1	Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters	100
8.3.2	Onderzoeksaanpak	101
8.4	Geluid en trillingen	102
8.4.1	Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters	102
8.4.2	Onderzoeksaanpak	103
8.5	Externe veiligheid	104
8.5.1	Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters	104
8.5.2	Onderzoeksaanpak	105
8.6	Mens en gezondheid	106
8.6.1	Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters	106
8.6.2	Onderzoeksaanpak	106
<b>9</b>	<b>Organisatie van het onderzoek</b>	<b>108</b>
9.1	Kwaliteitsbewaking onderzoek	109
9.1.1	Hoe omgegaan met opmerkingen van de commissie MER	110
9.1.2	Review rapporten	110
9.1.3	Inzet/ raadplegen expert team	110
9.1.4	Werkgroepen	111
<b>10</b>	<b>Overzicht van onderzoeksactiviteiten</b>	<b>113</b>
10.1	Activiteiten	113
10.1.1	Vorbereiden van het onderzoek	113
10.1.2	Uitvoeren van het onderzoek	114
10.1.3	Rapporteren van het onderzoek	115
10.1.4	Afstemmen van het onderzoek	115
10.2	Producten	116
10.3	Planning	117
<b>11</b>	<b>Referenties</b>	<b>118</b>
11.1	Literatuur algemeen	118
11.2	Literatuur Morfologie	118
11.3	Literatuur Ecologie	119
11.4	Literatuur waterbeweging en arealen	120
11.5	Literatuur zout- en slibbeweging	121
<b>12</b>	<b>Bijlage 1: Het abiotisch systeem</b>	<b>123</b>
<b>13</b>	<b>Bijlage 2: Onderzoeks- en tussenparameters</b>	<b>127</b>
<b>14</b>	<b>Bijlage 3: Ingreep-effectketens ecologie</b>	<b>137</b>

---

<b>15</b>	<b>Bijlage 4: Modelinstrumentarium</b>	<b>139</b>
<b>16</b>	<b>Bijlage 5: Overzicht Alternatieven, varianten en simulaties</b>	<b>147</b>
<b>17</b>	<b>Bijlage 6: Overzicht SIGMA plan</b>	<b>156</b>

---

# 1 Inleiding

## 1.1 De milieueffectrapportage voor de verruiming

### 1.1.1 Voorgeschiedenis en context

De afgelopen jaren voerden Nederland en Vlaanderen een strategische verkenning<sup>1</sup> uit naar een duurzame toekomst van het Schelde-estuarium: de *Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium*. Op basis hiervan namen de regeringen van beide landen (politieke) besluiten over wensen en mogelijke maatregelen voor:

- de veiligheid tegen overstromen;
- de toegankelijkheid van de Scheldehavens;
- en de natuurlijkheid van het estuarium.

De Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium is op 11 maart 2005 door de Vlaamse en Nederlandse regeringen vastgesteld. Op 21 december sloten de bevoegde bewindslieden een verdrag over het uitvoeren van deze besluiten. In de komende jaren worden de voorgenomen projecten en maatregelen uitgewerkt en uitgevoerd. Eén daarvan is de **"verruiming van de vaargeul"**, die de haven van Antwerpen beter toegankelijk moet maken.

Het project 'Verruiming van de vaargeul' omvat de verbreding en verdieping van de vaargeul, het storten van de aanlegbaggerspecie en de onderhoudsbaggerspecie nadien. Deze activiteiten zijn m.e.r.-plichtig of vragen tenminste om een grondig milieueffectenonderzoek. Er is daarom besloten om een Vlaams-Nederlandse milieueffectrapportage op te stellen, waarbij de procedures in Nederland en Vlaanderen parallel aan elkaar worden doorlopen. Via de milieueffectrapportage komen de belangrijkste effecten van de verruiming van de vaargeul in beeld voor milieu. De bevindingen uit het -milieueffectonderzoek worden gepresenteerd in een Vlaams-Nederlandse Milieueffectrapport. Hiervoor zal ondermeer ook een Vogel- en Habitattoets worden uitgevoerd. Ook wordt tijdens de milieueffectrapportage globaal aangegeven hoe de alternatieven voor de verruiming in de omgeving kunnen worden ingepast en wat de kosten zijn.

Voor Nederland is de Tracéwetprocedure van toepassing (verkorte procedure) en dient een MER/OTB te worden opgesteld. Voor Vlaanderen moet een milieueffectrapport ten behoeve van een vergunningaanvraag worden opgesteld.

---

<sup>1</sup> Onderdeel van het onderzoek was het milieuonderzoek dat werd uitgevoerd en resulteerde in het strategisch milieueffectrapport (SMER).

---

### **1.1.2 Relatie tussen onderzoeksplan en Startnotitie/ Kennisgeving**

Het voorliggende onderzoeksplan dient in samenhang met de Startnotitie/Kennisgeving<sup>2</sup> te worden gelezen. Dit onderzoeksplan is een nadere uitwerking van het in de Startnotitie/ Kennisgeving aangegeven benodigde onderzoek voor het Milieueffectrapport. Het economisch onderzoek omvat een bijstelling van de bestaande kennis op basis van voortschrijdende inzichten. Voor het economisch onderzoek wordt een apart onderzoeksplan opgesteld.

Het beoordelingskader m.e.r. is nader uitgewerkt in een groot aantal onderzoeksparameters. In dit onderzoeksplan wordt aangegeven hoe de diverse onderzoeksparameters voor de te onderzoeken alternatieven en varianten worden bepaald.

Het onderzoek en meer specifiek het ecologisch onderzoek, is derwijze opgesteld dat het de nodige informatie levert voor het opmaken van de passende beoordeling (Vogel- en Habitattoets). Voor het ecologisch onderzoeksluik wordt verwezen naar hoofdstuk 5. Opgemerkt wordt dat in dit onderzoeksplan wordt uitgegaan van de aanname dat voor het uitvoeren van de passende beoordeling (en dus ook voor het bepalen van de cumulatieve effecten) geen extra modelsimulaties nodig zijn, zodat er ook geen zijn uitgewerkt in dit plan.

### **1.2 Aandachtspunten voor het Milieueffectrapport en het onderzoek**

Zowel uit het toetsingsadvies van de internationale commissie m.e.r. over het strategische milieueffectrapport van november 2004 als een inhoudelijke analyse van ProSes en een relevante uitspraak van de Raad van State is een aantal aandachtspunten voor dit m.e.r. afgeleid. Daarnaast zijn in het strategische milieueffectrapport diverse leemten in kennis gesignaleerd die belangrijk zijn als aandachtspunten voor dit m.e.r.

Het betreft de volgende aandachtspunten:

#### ***Morfologie***

##### Advies Commissie m.e.r.:

- De Commissie m.e.r. adviseert om uit de morfologische modellen meer duidelijke informatie te halen betreffende de meest dynamische elementen van het meergeulensysteem: de kortsluitgeulen tussen eb- en vloedgeul. Ook ondiepwater- en intergetijdengebieden moeten vanwege hun ecologische waarde nauwkeuriger in beeld gebracht worden.

*Commentaar: het afgelopen jaar is door WL | Delft Hydraulics in samenwerking met RIKZ aanvullend onderzoek uitgevoerd naar het ontstaan en gedrag van kortsluitgeulen in de Westerschelde.*

---

<sup>2</sup> Dit document – dat in Nederland *Startnotitie* wordt genoemd en in Vlaanderen *Kennisgeving* – is de eerste formele stap in de m.e.r.-procedure.

---

*Dit onderzoek heeft geleid tot de ontwikkeling van een indicator waarmee de dynamiek van kortsluitgeulen kan worden beschreven (op macrocel niveau). Deze indicator (de verhangindicator) is opgenomen in het beoordelingskader van de m.e.r.-studie.*

- Daarnaast adviseert de commissie om veel aandacht te besteden aan kalibratie van de in de SMER gebruikte modellen en aan monitoring.

*Commentaar: in de periode na afloop van de SMER studie en voorafgaand aan de huidige m.e.r.-studie is in het kader van het LTV O&M project aanzienlijke inspanning geleverd om het gebruikte instrumentarium verder te verbeteren. Met name is gekeken naar de afregeling van het DELFT3D model op de reproductie van lokale stromingspatronen (nabij de proefstorting op de Plaat van Walsoorden), de uitbreiding van het ESTMORF model met de Zeeschelde en de kalibratie van het Sobek model. Ook is gekeken naar de bagger- en stortgegevens, die aanzienlijke onnauwkeurigheden bleken te bevatten. Deze zijn gecorrigeerd waar mogelijk.*

#### Leemten in kennis uit het m.e.r.:

- Het modelinstrumentarium kent zijn beperkingen, vooral waar het de morfologische ontwikkelingen rond de gemiddelde hoogwaterlijn betreft. Ecologisch is dit een uiterst belangrijke grens, omdat deze de overgang tussen (laagdynamisch)stik en schor markeert. Dit heeft zijn invloed op de mogelijkheden om ecologische effecten te bepalen.
- De oorzaak van de omslag in het sedimenttransport van import naar export in de Westerschelde, die sinds 1990 plaatsvindt, is niet bekend. Ook de relatie tussen grootschalige veranderingen in de morfologie en de getij-asymmetrie is onduidelijk.  
*Commentaar: het Modelleerteam neemt kennis van deze belangwekkende en terechte constatering en zal deze meenemen bij het uitvoeren van de m.e.r.-studie, ondermeer in de systeemanalyse die zal worden opgemaakt, zoals beschreven in hoofdstuk 2.*
- Eveneens is onduidelijk wat het effect is op de voorspelde ontwikkeling van het areaal intergetijdengebied in relatie tot de gehanteerde definitie (vaste of variabele referentievlakken).  
*Commentaar: indien gebruik wordt gemaakt van vaste referentievlakken, dan betekent dit impliciet dat veranderingen in de getij eigenschappen o.a. als gevolg van zeespiegelstijgingen wijzigingen in de morfologie, vertaald moet worden in een wijziging van de waterstand ten opzichte van het referentievlak.*



---

*Gaande naar het oosten van de Westerschelde en in de Beneden-Zeeschelde waar de toename van de middenstand het grootst zal zijn, zal er een sterke afname van bepaalde intergetijde arealen zijn, ten voordele van diep en ondiep water indien gerekend wordt met vaste referentiestelsels. Bepalend voor de intergetijden arealen zijn de niveaus van de waterstanden ten opzichte van de bodemligging. Door gebruik te maken van een vast referentieniveau (b.v. NAP) wordt geen recht gedaan aan de lokale omstandigheden. In het huidig onderzoek wordt gewerkt met variabele referentievlakken (in de langsas van estuarium en in de tijd).*

- *Het huidige inzicht in de historische veranderingen van de ondiepwatergebieden is beperkt, terwijl deze gebieden toch van groot ecologisch belang zijn. Hierbij zou bij voorkeur een morfologische indeling moeten worden gehanteerd (eventueel ook met variërend referentievlak).  
Commentaar: het Modelleerteam neemt kennis van deze belangwekkende en terechte constatering en zal deze meenemen bij het uitvoeren van de m.e.r.-studie. Zoals hierboven beschreven zal worden gerekend met variabele referentievlakken.*
- *Bij de interpretatie van optredende veranderingen in de morfologische ontwikkeling blijkt het moeilijk onderscheid te maken tussen natuurlijke fluctuaties c.q. trends en door de mens veroorzaakte systematische veranderingen.  
Commentaar: zoals hoger gemeld zal een systeembenadering worden opgemaakt om de historische wijzigingen in de morfologie zo goed mogelijk te kunnen relateren aan menselijke ingrepen of natuurlijke processen. Hierbij zal uiteraard aandacht geschonken worden aan de natuurlijke fluctuaties in het systeem.  
Evenzo kan worden gesteld dat een meting in enig jaar niet representatief hoeft te zijn voor de ontwikkelingen. Het is een beetje vergelijkbaar met de ontwikkelingen van de zeespiegelstijging. Er wordt verwacht dat er een toename plaatsvindt van de zeespiegelstijging. Dat is in de metingen van de waterstanden nu nog niet waarneembaar. Als we blijven doormeten in de komende 20 jaar, kunnen we achteraf vaststellen dat er inderdaad wel of niet een versnelling in de zeespiegelstijging heeft plaatsgevonden. Juist daarom is het van groot belang te rekenen met een representatieve middenstand die goed past in de langjarige trend van de ontwikkeling van die middenstand. Voor de natuurlijke fluctuaties moet dan gekeken worden naar een hoog of juist een laag jaar in de modale cyclus met ook nog eens een flinke jaargemiddelde westenwind voor een hoog jaar of een kleine gemiddelde westenwind in een laag jaar.*

---

De leemte in kennis “Hoe kom je tot een verbeterde stortstrategie, zodanig dat het onderhoudsbaggerwerk niet toeneemt en eventueel zelfs gereduceerd kan worden?” staat centraal in het ontwikkelen van de flexibele stortstrategie.

*Commentaar: het zoeken naar een flexibele stortstrategie is het uitgangspunt voor het onderhoudsbaggerwerk en bijgevolg ook in het onderzoek van het m.e.r. Hieraan is dan ook veel aandacht geschonken bij het uitwerken van het onderzoeksplan. De visie van het studieteam dienaangaande is weergegeven in hoofdstuk 2 van dit onderzoeksplan.*

### **Natuur en ecologie**

#### Advies Commissie m.e.r.:

- De Commissie m.e.r. geeft aan dat de effecten op de beschermde soorten in de passende beoordeling in detail moeten worden behandeld.  
*Commentaar: hiermee is rekening gehouden, zie hoofdstuk 5, waaruit blijkt dat beschermde soorten (cf. VHR én Flora- en Faunawet) apart worden behandeld van overige aandachtsoorten; effecten worden per beschermde soort behandeld en beoordeeld*
- En ook moet de invloed van de verbreding van de vaargeul op de ecologie nader worden ingevuld.  
*Commentaar: in het voorgestelde onderzoek wordt een geïntegreerde benadering gevolgd voor het bepalen van effecten, gaande van de ingreep over de morfologische gevolgen, effecten inzake waterbeweging, zout en slib die uiteindelijk resulteren in ecologische effecten. Impliciet houdt dit in dat met de verbrede vaargeul rekening wordt gehouden.*
- Effecten dienen op voldoende lange termijn te worden geschat.  
*Commentaar: in het voorgestelde onderzoek wordt gekozen voor het bepalen van effecten op korte en middellange termijn, met name in 2015 en in 2030.*
- De Commissie m.e.r. heeft opgemerkt dat de informatie over de ontwikkeling van de kwaliteit van de habitats voor bodemorganismen en indirect dus als voedselgebied voor de aantallen (internationaal belangrijke) vogels ontoereikend was.  
*Commentaar: hiermee is rekening gehouden, zie hoofdstuk 5: kwaliteit habitattypen vormt, naast oppervlakte habitattypen, een apart beoordelingscriterium.*
- Tevens is te gemakkelijk aangenomen dat een bepaalde stijging in waterpeil vanzelf leidt tot omzetting van schoren in slikken en van slikken in ondiep watergebied. Het patroon van sedimentatie is onvoldoende meegenomen.

---

*Commentaar: modelmatige berekening van de sedimentatie in de schorren is met het beschikbare instrumentarium niet mogelijk. In het onderzoek zal derhalve worden nagegaan via expert judgement op welke wijze het sedimentatiepatroon en de schorren zouden kunnen wijzigen.*

Leemten in kennis uit het m.e.r.:

- Tijdens de strategische m.e.r. is gebleken dat er discrepanties bestaan tussen de geschatte arealen van natuurtypen voor het jaar 2001, afhankelijk van de gebruikte bron. De verschillen kunnen deels verklaard worden uit het al dan niet meenemen van havens en het uitgaan van vaste dan wel variabele referentievlakken voor waterstanden. Een deel van de verschillen blijft echter onverklaarbaar en daarbij gaat het vooral om de verhouding tussen oppervlakten hoog- en laagdynamisch gebied (grens snelheden van de waterbeweging).

*Commentaar: in de m.e.r. zal de verhouding tussen hoogdynamisch en laagdynamisch worden gekalibreerd op de gegevens uit de ecotopenkaart. De nauwkeurigheid waarmee de grenssnelheid zal kunnen bepaald worden zal afhangen van ondermeer de nauwkeurigheid van de ecotopenkaart.*

Bron?

- Er dient in de project-m.e.r. nader te worden bepaald welke compensatie en mitigatie samenhangt met de verruiming.  
*Commentaar: in de naast het MER uit te brengen Passende Beoordeling zullen de effecten van een optimaal gemitigeerd ontwerp in beeld te worden gebracht; als na mitigatie significante effecten op de gunstige staat van instandhouding resterend (wat gezien de uitgangspunten van een flexibele stortstrategie niet te verwachten is), moet een compensatieopgave worden bepaald. Omvang en aard hiervan bepaalt voor welk verlies aan natuurwaarden precies gecompenseerd moet worden (1:1 compensatie). Dit vormt nog een onderdeel van het MER c.q. de Passende Beoordeling. Een eventueel compensatieplan met de daaraan verbonden kosten hoort derhalve **niet** in een MER thuis.*
- De kostenconsequenties moeten in de economische beoordeling in beeld worden gebracht. Compensatie dient meegenomen te worden in het Tracébesluit.  
*Commentaar: ja, dat lijkt duidelijk, maar daar gaat dan nog wel wat aan vooraf, zoals het alternatieven onderzoek en het bepalen van dwingende redenen van groot openbaar belang*

---

### **Water en slib**

#### Leemten in kennis uit het m.e.r.:

- De kwaliteit van de baggerspecie moet op enkele parameters nader onderzocht worden en beoordeeld om de toekomstige verwerkingsmogelijkheden te kunnen bepalen.  
*Commentaar: door de Afdeling Maritieme Toegang is voorafgaand aan het m.e.r. een bodemonderzoek uitgevoerd. De resultaten van het bodemonderzoek zullen in het kader van dit m.e.r.-onderzoek worden geanalyseerd.*
- Voor water zijn in het strategische milieuraapport geen echte leemten in kennis vastgesteld.

### **Overige disciplines**

#### *Monumenten en landschappen*

##### Advies Commissie m.e.r.:

- De Commissie m.e.r. vraagt om de invloed op de archeologie en op archeologische waarden door bodemerosie nader in kaart te brengen, wanneer de concrete stortstrategieën gekend zijn.  
*Commentaar: getracht zal worden dit aspect op basis van de resultaten van het onderzoek voor morfologie, waterbeweging en slib in het archeologisch onderzoek mee te nemen.*
- ##### Leemten in kennis uit het m.e.r.:
- Over archeologie in met name het Vlaamse deel van het studiegebied is vrij weinig bekend. Nader archeologisch onderzoek zal noodzakelijk zijn in gebieden waar het getij weer vrij spel krijgt of vergravingen zullen plaatsvinden. Ook aan Nederlandse zijde is nader archeologisch onderzoek noodzakelijk (dit geldt met name voor het Land van Saeftinghe).  
*Commentaar: voorzover ons bekend heeft tot op dit moment geen nader onderzoek plaatsgevonden. In het kader van het onderzoek voor de discipline Landschap zal om een beter beeld te krijgen over de te verwachten archeologie een bureaustudie volgens de KNA normen worden uitgevoerd (zie ook Hoofdstuk 8).*

#### *Externe veiligheid*

##### Advies Commissie m.e.r.:

- De Commissie m.e.r. adviseert bij externe veiligheid de aanbeveling over de bandbreedte (van de risicocontouren), als ook de opmerkingen van de Beroepsvereniging voor Loodsen in de vervolgfase mee te nemen.  
*Commentaar: de betreffende deskundige is niet op de hoogte van de opmerkingen van de Beroepsvereniging voor Loodsen. In een kwalitatieve beschouwing over de effectvergelijking zal ingegaan worden op de aanbeveling en opmerkingen.*

---

### Geluid, lucht

#### Advies Commissie m.e.r.:

- De Commissie m.e.r. geeft aan dat in de vervolgfase de geluidsemissie, die optreedt als gevolg van verkeer en vervoer over de weg, het spoor en per schip en als gevolg van de verruiming, bij geluidgevoelige objecten nog moet worden bepaald.

*Commentaar: indien de gegevens van de overige modaliteiten op de achterlandverbindingen beschikbaar komen zal volgens de planopzet hieraan gerekend gaan worden (conform opzet van het onderzoek zoals in Hoofdstuk 8 beschreven).*

- Ook de concentraties van maatgevende stoffen als NO<sub>2</sub> en fijn stof in de buitenlucht moeten worden bepaald.

*Commentaar: voor deze maatgevende stoffen wordt aanvullend onderzoek verricht (zie ook Hoofdstuk 8)*

#### Leemten in kennis uit het m.e.r.:

- Tijdens het SMER zijn geen intensieve akoestische metingen uitgevoerd. Met deze intensieve metingen kan vooral het oppervlak aan habitatgebied binnen de 40 dB(A) contour nog significant wijzigen.

*Commentaar: in de huidige aanpak van het onderzoek is het meten van de geluidsbelastingen in het plangebied opgenomen.*

- Tijdens het SMER waren geen gegevens voorhanden van de intensiteit van het overige verkeer.

*Commentaar: thans is nog niet bekend of deze gegevens beschikbaar komen. Indien dit wel het geval is zal het effect ervan worden berekend.*

- De effecten verspreiden zich ook buiten het in het SMER aangenomen studiegebied. Dit is niet meegenomen.

*Commentaar: de overige modaliteiten vormen het indirecte effect van de planvorming. Alleen als deze gegevens beschikbaar komen zal het effect ervan worden berekend.*

### Visserij en recreatie

- Visserij- en recreatiebedrijven dienen in de scope van de impact op mens – sociaalorganisatorische aspecten meegenomen te worden.

*Commentaar: visserij en recreatie worden in dit onderzoek onderzocht bij de discipline Ruimtegebruik onder Ruimtelijke aspecten.*

### 1.3 Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk wordt in Hoofdstuk 2 de scope van het onderzoek beschreven. Het beoordelingskader m.e.r. is in Hoofdstuk 3 opgenomen. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de onderzoeksparameters. Vervolgens wordt in hoofdstukken 4 - 8 de aanpak voor de verschillende disciplines beschreven. De organisatie en de kwaliteitsbewaking van het onderzoek is in Hoofdstuk 9 gegeven. Tot slot geeft Hoofdstuk 10 een overzicht van de onderzoeksactiviteiten.

---

## 2 Aanpak onderzoek op hoofdlijnen

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens ingegaan op de volgende elementen:

- Het doel van het onderzoek, waarvoor dit onderzoeksplan is uitgewerkt
- Een korte introductie over het Schelde estuarium als systeem
- Een beschrijving van de voorgenomen activiteit en de onderzoeksalternatieven en varianten op hoofdlijn
- Een toelichting over de manier waarop flexibel storten kan gerealiseerd worden
- De hoofdlijnen voor het uitwerken van varianten
- De detailomschrijving van alternatieven en varianten
- Het tijds kader van het onderzoek
- Het studiegebied

### 2.2 Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is:

1. Aangeven van de milieueffecten van:
  - *de **aanleg van de vaargeulverruiming**. Deze effecten hebben betrekking op het baggeren en storten van de aanlegspecie*
  - *het **bestaan (en zijn)** van de vaargeul, inclusief het onderhoud van de vaargeul*
  - *het **gebruik** van de verruimde vaargeul<sup>3</sup>*
2. Aangeven van mogelijke locaties voor het storten van de aanlegbaggerspecie en onderhoudsspecie. Daarbij worden ook de effecten van mogelijk in te zetten verschillende technieken van baggeren en storten aangegeven.
3. Aangeven van een aantal mogelijke invullingen van een (flexibele) stortstrategie voor het storten van onderhoudsbaggerspecie.
4. Aanreiken van informatie voor het opstellen van een passende beoordeling en het aanreiken van mogelijke mitigerende maatregelen.

### 2.3 Het Schelde-estuarium als systeem

In de Langetermijnvisie Schelde-estuarium is het al krachtig verwoord: het Schelde-estuarium dient als één systeem te worden beschouwd. Dat komt sterk tot uitdrukking in het watersysteem, waarin stroming, getijden, morfologie, etc. één systeem vormen van monding tot Gent.

---

<sup>3</sup> In beperkte mate

---

Het ecologisch functioneren van het Schelde-estuarium hangt onmiskenbaar samen met het “abiotische sediment-en-watersysteem” en vertoont uiteraard een grote onderlinge samenhang.

Ook het economisch en maatschappelijk systeem is via de havens nauw verbonden met het watersysteem. En ook het economische systeem kent complexe onderlinge relaties, bijvoorbeeld in de relatie tussen Antwerpen en de andere Scheldehavens. Het voorgaande is slechts een greep, die illustreert dat een systeembenadering en integraal denken de basis moet zijn van elke studie en elke beleidsbeslissing over het Schelde-estuarium. In het voorliggende Onderzoeksplan hebben wij steeds vanuit dit gedachtegoed gewerkt. Ook al zijn noodzakelijke en zinvolle “knips” gemaakt tussen disciplines en gebieden. Dit is steeds met de systeemgedachte als uitgangspunt gedaan en in de interpretatie van gegevens en onderzoeksresultaten zullen we steeds het systeemperspectief in de gaten houden.

Voor het systeem zijn in de Langetermijnvisie 2030 doelen c.q. streefbeelden geformuleerd. Deze hebben betrekking op het drieluik Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid. De politiek wil deze doelen graag realiseren. Daarom zijn er diverse projecten gedefinieerd, die een ingreep in het systeem omvatten. Eén van die projecten is de verruiming van de vaargeul van de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde met als doel het verbeteren van de toegankelijkheid voor schepen met een grotere diepgang. Wij stellen dan ook voor om de verruiming van de vaargeul te plaatsen in die (ruimere) context van het hele systeem. In het SMER is al duidelijk geworden dat de effecten van de verruiming op hoofdlijnen relatief gering zijn ten opzichte van de complete systeemdynamiek. Vermits wij het project als één ingreep in het systeem beschouwen, worden alle detailmodelleringen uitgevoerd over het gehele estuarium tot de Rupelmonding, inclusief Nederlands en Vlaams grondgebied, en waar nodig uitgebreid tot Gent.

Het abiotische systeem (water, morfologie, zoet-zout, slib) is zeer bepalend voor de effecten van de verruiming (verdieping). In bijlage 1 van dit onderzoeksplan is dit (abiotisch) systeem daarom verder gekarakteriseerd. Het biotische systeem bestaat uit de ecologie die zich ontwikkeld heeft in het estuarium en nu onder druk staat door diverse activiteiten van de mens. In de passende beoordeling en de ecologische effectanalyse worden de biotische factoren nader onderzocht (flora, fauna).

Zoals gesteld in de studie “Fysische en ecologische kennis en modellen voor de Westerschelde: wat is beleidsmatig nodig en wat is beschikbaar voor de m.e.r. Verruiming Vaargeul?” van het RIKZ (RIKZ-rapport 2005.018) is de dynamiek van het systeem te kenmerken door hydrodynamiek, zoutdynamiek en morfodynamiek.

---

Rekening houdend met de verruiming van de vaargeul die gerealiseerd dient te worden, zijn er in eerste instantie twee belangrijke onderzoeksdomeinen die onderscheiden kunnen worden:

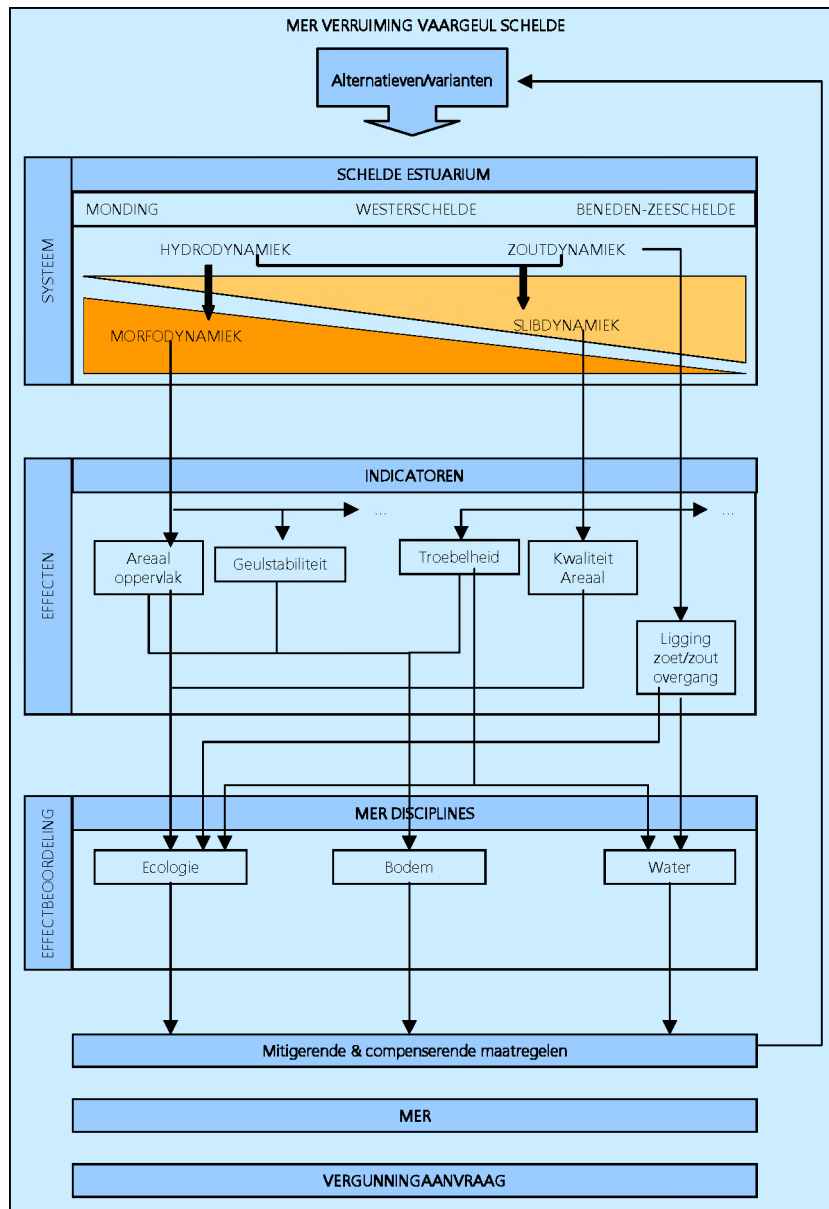
- De morfodynamiek die hoofdzakelijk van toepassing is op de Westerschelde en waarbij zandtransport het dominante mechanisme is dat een rol speelt.
- De slibdynamiek die hoofdzakelijk van toepassing is in het oostelijk deel van de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde (aangezien in dit laatste deel het turbiditeitsmaximum<sup>4</sup> van het Schelde-estuarium gelegen is). Hierbij kan opgemerkt worden dat in het gebruikte instrumentarium voor slibtransportberekeningen de zoutdynamiek is opgenomen.

De twee domeinen zijn weergegeven in onderstaande afbeelding. Het relatieve belang van morfodynamiek en slibdynamiek is hierbij aangegeven in een conceptuele langsas van het Schelde-estuarium. De afbeelding geeft eveneens aan welke input de modelstudies leveren aan de m.e.r., maar is tevens een afspiegeling van de wijze waarop het onderzoek geïntegreerd wordt uitgevoerd.

---

<sup>4</sup> Turbiditeit en troebelheid zullen in het onderzoek beide als termen gebruikt worden en hebben daarbij dezelfde betekenis





Figuur 2-1: De twee onderzoeksdomeinen

Voor elk van de onderzoeksdomeinen zal de m.e.r.-studie antwoorden moeten geven op effecten van het project op de verschillende indicatoren. Het project is daarbij uitgewerkt in een aantal onderscheidende alternatieven en varianten.

---

Bij wijze van voorbeeld (en zonder volledig te willen zijn) kunnen worden aangehaald:

- Morfodynamiek zal het effect bepalen inzake de grootte van arealen.
- Morfodynamiek zal de integriteit dienen aan te geven van het meergeulenstelsel.
- Slibdynamiek zal het effect bepalen van de vaargeulverbreding en verdieping op de ligging van het turbiditeitsmaximum (blijvend effect).
- Slibdynamiek zal het effect bepalen van het project of de stortstrategie op de kwaliteit van de arealen (geeft aan welke de slibafzettingen in deze arealen zijn).
- Slibdynamiek geeft antwoord over de tijdelijke verhoging van de turbiditeit in de omgeving van bagger- en stortactiviteiten.

De berekende effecten voor bovengenoemde onderzoeksdomeinen kunnen vervolgens door de m.e.r.-deskundigen gebruikt worden om de effectbeschrijving en –beoordeling binnen hun disciplines uit te voeren. Bij wijze van voorbeeld: de effecten betreffende areaal (oppervlakte) en areaal kwaliteit (hoog dynamisch, laagdynamisch en percentage slib) worden door de ecologiedeskundigen geïnterpreteerd.

Om de relevantie van effecten te kunnen beoordelen is een beoordelingskader onontbeerlijk. Bij voorkeur omvat het beoordelingskader harde criteria omvat. Dit is echter geen evidentie. Zoals we opmaken uit de Leidraad en de verstrekte inlichtingen is de referentiesituatie nog niet omschreven. Bovendien is algemeen geweten dat het systeem Schelde-estuarium dynamisch is, wat inhoudt dat er veranderingen zijn in de karakteristieke grootheden (en dus ook in de indicatoren) in tijd en ruimte<sup>5</sup>. De kunst is dan ook daarom dat de (m.e.r.)-deskundigen aangeven of een bepaald effect significant is, dan wel ruis is op het natuurlijk variërend verloop van de grootheid.

---

<sup>5</sup> Graveland (RIKZ/2005.018) duidt hierbij terecht op de verschillende definities die bestaan ten aanzien van dynamiek, welke echter alleen een illustratie zijn van de bovengestelde verwoording als zijnde een verandering van een karakteristieke grootheid in tijd en ruimte;

- Hoogdynamisch intergetijdengebied betekent intergetijdengebied met hoge stroomsnelheden.
- Plaatdynamiek betekent verticale plaatbeweging.
- Morfologische dynamiek; de mate van sedimentverplaatsing, erosie en sedimentatie (het proces zelf).
- Dynamiek van neven- en kortsluitgeulen is de verplaatsing van deze geulen en is het gevolg van de morfologische dynamiek.

---

Voorbeelden:

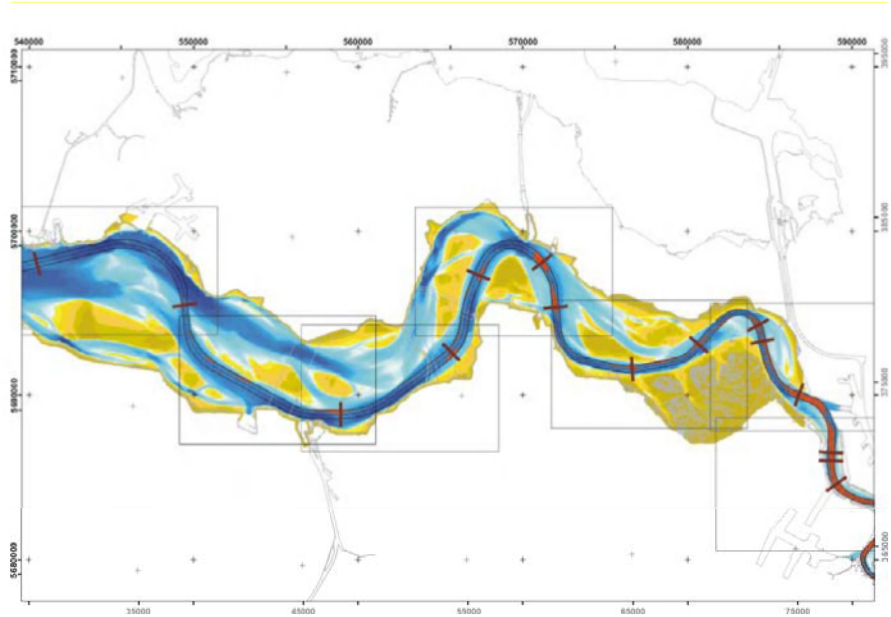
- Hoe verhoudt zich het slibtransport, veroorzaakt door het terugstorten van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde ten opzichte van de “natuurlijke” slibtransporten in het gebied?
- Wat is de significantie van de voorspelde areaalontwikkelingen in relatie tot de waargenomen historische veranderingen?
- Is de wijziging van de hoogwaterstanden door het project in het estuarium relevant voor de veiligheid in vergelijking met de overige (autonome) processen?
- Is de mogelijke structurele toename van de zoutdoordringing door het project significant vergeleken met de natuurlijke dynamiek van het zout?
- Is het antropogeen verplaatsen van zout met behulp van het proceswater in een beun tijdens het baggerproces relevant ten opzichte van de natuurlijke saliniteitsschommelingen?

#### **2.4 Voorgenomen activiteit en alternatieven /varianten op hoofdlijnen**

Op dit moment is een getijonafhankelijke vaart van schepen met een diepgang van 11,85 meter mogelijk. Door 11 drempels in de vaargeul uit te baggeren kan een getijonafhankelijke vaart van schepen met een diepgang van 13,10 meter worden bereikt.

Bij het uitdiepen wordt uitgegaan van een kielspeling van 12,5%. Dit betekent een minimale gewaarborgde waterdiepte van GLLWS 14,7 meter.

Het is dus niet nodig om over de hele lengte van de vaargeul baggerwerkzaamheden uit te voeren. Uitbaggeren is alleen nodig op de lokaal ondiepe drempels en op enkele plaatranden langs de vaargeul (zie Figuur 2-2).



Figuur 2-2: Locaties van de ondiepe gedeelten in de vaargeul

Het uitgangspunt bij het bergen van de aanlegbaggerspecie is terugstorten in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde; dus de baggerspecie blijft *in het estuariene systeem*. Daarbij wordt de Belgisch/Vlaamse specie geborgen op Belgisch/Vlaams grondgebied en de Nederlandse specie op Nederlands grondgebied, behalve als hierover andere afspraken gemaakt worden.

Voor het realiseren van een getijonafhankelijke vaart is het effectief te baggeren volume ongeveer 14 miljoen m<sup>3</sup>. Dit volume is éénmalig. In Tabel 2-1 staat hoe de baggerspecie over de Beneden-Zeeschelde en Westerschelde is verdeeld.

Effectief te baggeren Schelde-estuarium totaal	Effectief te baggeren Beneden-Zeeschelde	Effectief te baggeren Westerschelde – oostelijk deel	Effectief te baggeren Westerschelde - middendeel	Effectief te baggeren Westerschelde –westelijk deel
13,7	6,9	4,5	0,9	1,4

Tabel 2-1 : Baggervolumes bij verruiming van de vaargeul (in miljoenen m<sup>3</sup> *in situ* exclusief onderhoudsbaggerwerk; inclusief 50% van de overdiepte<sup>6</sup>). Bron: schatting door AWZ Maritieme Toegang op basis van diverse beschikbare bronnen, januari 2004.

Er worden voor het MER vijf alternatieven onderzocht:

<i>Alternatieven</i>	<i>De vaargeul</i>	<i>De stortstrategie</i>
<b><i>Nulalternatief</i></b>	In stand houden van de huidige vaargeul in de Schelde met een diepgang tot 11,85 meter.	Stortstrategie gelijk aan de per 1 juli 2006 geldende vergunning.
<b><i>Nulplusalternatief</i></b>	In stand houden van de huidige vaargeul in de Schelde met een diepgang tot 11,85 meter.	Strategie voor het flexibel storten van de baggerspecie.
<b><i>Projectalternatief</i></b>	Verruimen van de vaargeul in de Schelde tot een diepgang van 13,10 meter.	Strategie voor het flexibel storten van de baggerspecie.
	Verbreden van de vaargeul in de Beneden-Zeeschelde tot 370 meter (vanaf de Europaterminal tot 500 meter stroomopwaarts van het Deurganckdok in Antwerpen, behalve bij de leidam).	
<b><i>Projectalternatief min</i></b>	Verruimen van de vaargeul in de Schelde tot een diepgang van 13,10 meter.	Stortstrategie gelijk aan de per 1 juli 2006 geldende vergunning
	Verbreden van de vaargeul in de Beneden-Zeeschelde tot 370 meter (vanaf de Europaterminal tot 500 meter stroomopwaarts van het Deurganckdok in Antwerpen, behalve bij de leidam).	
<b><i>Meest milieuvriendelijke alternatief</i></b>	Verruimen van de vaargeul in de Schelde tot een diepgang van 13,10 meter.	De meest milieuvriendelijke strategie voor het flexibel storten van de baggerspecie.
	Verbreden van de vaargeul in de Beneden-Zeeschelde tot 370 meter (vanaf de Europaterminal tot 500 meter stroomopwaarts van het Deurganckdok in Antwerpen, behalve bij de leidam).	
	De inhoud van dit alternatief wordt vastgesteld in de milieueffectrapportage als meer bekend is over de milieueffecten. Er zullen dan ook mitigerende maatregelen worden voorgesteld.	

Tabel 2-2 Onderzoeksalternatieven

***Nulalternatief en Nulplusalternatief***

Het nulalternatief (ook wel referentiesituatie genoemd) is gelijk aan de huidige situatie plus de autonome ontwikkelingen die voor de toekomst te verwachten zijn. Dit betekent dat de vaargeul niet wordt verruimd. Uiteraard zullen er nog steeds onderhoudswerkzaamheden plaatsvinden.

---

De strategie voor het uitvoeren van die onderhoudswerkzaamheden zal nauwelijks wijzigen en zal per 1 juli 2006 in de vergunning voor het terugstorten van baggerspecie in de Westerschelde worden opgenomen. Onderzocht wordt wat de milieueffecten zijn in het nulalternatief. De milieueffecten van de overige alternatieven en varianten worden beoordeeld door vergelijking met het nulalternatief.

Bij de autonome ontwikkeling wordt uitgegaan van de huidige situatie plus toekomstige ontwikkelingen waarvan met voldoende zekerheid vaststaat dat ze ook zullen plaatsvinden. De relevantie van de ontwikkelingen verschilt per discipline. In paragraaf 2.7.4 wordt de autonome ontwikkeling verder beschreven.

Uit eerdere strategische verkenningen bleek al dat er een nieuwe strategie nodig is voor het storten van de baggerspecie, ongeacht of de vaargeul verruimd wordt of niet. Alleen met flexibel storten blijven de fysieke systeemkenmerken van het estuarium behouden. Daarom is naast het nulalternatief ook het nulplusalternatief ontwikkeld. Het nulplusalternatief is het nulalternatief plus een flexibele stortstrategie. Deze stortstrategie zal worden overgenomen uit de optimale variant voor het projectalternatief.

De effecten van de verschillende stortstrategieën worden zo goed mogelijk in beeld gebracht, zodat het nulalternatief (met huidige stortstrategie) vergeleken kan worden met het nulplusalternatief (flexibele stortstrategie).

#### ***Projectalternatief***

Er is één projectalternatief voor het realiseren van de verruiming. Het verruimen van de vaargeul voor schepen met een diepgang van 13,10 meter en het verbreden van de vaargeul tot 370 meter (vanaf de Europaterminal tot 500 meter stroomopwaarts van het Deurganckdok in Antwerpen, behalve bij de leidam van Doel). Voor dit projectalternatief bestaan meerdere varianten inzake de berging van de aanlegbaggerspecie. De keuze van deze varianten heeft, naar verwachting, invloed op de morfologische ontwikkelingen van het estuarium. Bijgevolg worden de varianten voor het projectalternatief gestuurd vanuit morfologisch oogpunt. Hierop wordt nader ingegaan in paragraaf 2.7.

#### ***Projectalternatief min***

Hoewel de noodzaak van flexibel storten vaststaat, is het aangewezen om het projectalternatief te onderzoeken met behoud van de strategie van storten zoals in het nulalternatief. Vanuit morfologisch oogpunt is het aangewezen deze gekende stortstrategie als basis te laten fungeren voor een iteratief proces om de flexibele stortstrategie te definiëren.

---

### **Meest milieuvriendelijk alternatief**

Het opstellen van een meest milieuvriendelijk alternatief is zowel in de Nederlandse als de Vlaamse milieueffectrapportage verplicht. Het meest milieuvriendelijke alternatief gaat uit van een situatie met verruiming naar een diepgang tot 13,10 meter en de voorgenomen verbreding bij Antwerpen, inclusief een (optimale) flexibele stortstrategie. Op basis van de effectbeschrijving wordt bepaald welke (sub)varianten van storten en eventuele mitigerende maatregelen tot een meest milieuvriendelijk alternatief zullen leiden.

De exacte definiëring van het meest milieuvriendelijk alternatief zal pas plaatsvinden na het bepalen van de effecten. In het onderzoeksplan zijn derhalve geen onderzoeksactiviteiten voorzien voor het meest milieuvriendelijke alternatief.

## **2.5 Hoe flexibel storten**

In het SMER is aangegeven dat een verdieping van de vaargeul gerealiseerd kan worden, mits de baggerspecie (hoofdzakelijk specie van het onderhoud van de vaargeul) op een flexibele manier gestort kan worden, teneinde mitigerend te kunnen ingrijpen ten behoeve van de instandhouding of de kwaliteit van het systeem.

In de volgende paragraaf wordt een denklijn aangegeven om tot een dergelijke flexibele, verantwoorde stortstrategie te komen, startend vanaf de m.e.r.-procedure tot de vergunning en de realisatie van de onderhoudsbaggerwerken.

### **2.5.1 Naar een nieuwe onderhoudsfilosofie**

In het SMER is reeds aangegeven dat een duurzaam sedimentbeheer noodzakelijk is. Dit duurzame sedimentbeheer is noodzakelijk om een gezond fysisch systeem in stand te houden, gekarakteriseerd door de specifieke morfologie met een meergeulenstelsel en variaties in platen, geulen, ondiep water gebieden, slikken en schorren. Dit gezond fysisch systeem is de drager van een gezond ecologisch systeem.

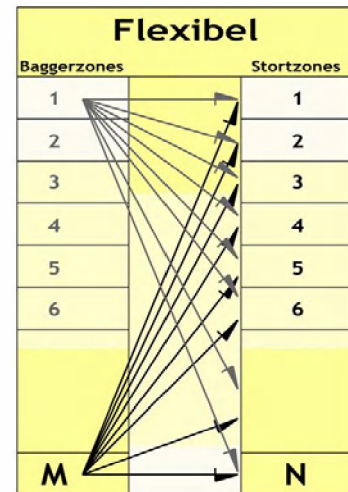
Met het oog op een stabiele vaargeul dient het duurzame sedimentbeheer te leiden tot een bepaald evenwicht tussen natuurlijke zandtransporten en, de als gevolg van het op diepte houden van de drempels optredende, kunstmatige transporten.

Het kunstmatig deel van de transporten heeft de beheerder zelf in de hand, wat een actief beheer van de sedimentvoorraad moet toelaten: de juiste hoeveelheid zand wordt op het gepaste tijdstip op de gepaste plaats gelegd. Dit houdt in dat flexibel wordt omgegaan met hoeveelheden, tijdstippen en locaties; hetgeen wordt verstaan onder **flexibel storten, of misschien beter ADAPTIEF storten.**

De redeneerlijn kan dus als volgt worden weergegeven, waarbij er een nieuwe relatie tussen bagger- en stortzones ontstaat.



Figuur 2-3: Redeneerlijn



Figuur 2-4: Bagger- en stortzone bij flexibel storten

### 2.5.2 Praktische invulling flexibel storten

Betekent het voorgaande geen vrijbrief om maar te storten waar het uitkomt? De Westerschelde is toch geen proeftuin voor morfologen en ecologen? Men moet natuurlijk wel van tevoren nadenken hoe dat duurzaam beheer van de sedimentvoorraad er uit zou moeten zien. Daarbij speelt het hele maatschappelijke afwegingskader. We moeten ons bij de te maken keuzes niet laten leiden door de waan van de dag. Maar evenmin moeten we ons laten harnassen in vaste patronen die niet aansluiten bij de dynamiek van het gebied en waarbij belangrijke kansen blijven liggen.

Door te leren van het flexibel storten kan een beter gevoel worden ontwikkeld over de wijze waarop morfologische en ecologische processen zich voordoen. Na enkele jaren zullen we steeds beter weten hoe we de "gewenste toestand" het beste kunnen bereiken. Dat betekent overigens wel dat een intensief meetprogramma integraal onderdeel moet uitmaken van de nieuwe beheersfilosofie. Hoe vaak kunnen we de opgedane kennis dan terugkoppelen op de dagelijkse beheerspraktijk? Om deze vraag te kunnen beantwoorden is inzicht nodig in de tijdschaal waarop morfologische veranderingen zich voordoen. Veranderingen in de grootschalige sedimentbalans treden op een tijdschaal van vele jaren op. Bovendien is dit niet altijd constant over de jaren heen. Sommige gebieden kunnen over meerdere jaren sediment verliezen (exporteren), terwijl ze in een andere periode sediment opnemen (importeren).



---

De precieze mechanismen achter deze grootschalige sedimenthuishouding zijn nog niet begrepen. Zouden onze beheersdoelen zich richten op deze schaal, dan heeft het geen zin om een dag-tot-dag bijstelling van de beheerspraktijk te overwegen. Er is immers geen nieuw inzicht te verkrijgen op korte termijn. Dan kan een min of meer vaste bagger- en stortstrategie worden gekozen. Het verschil met de huidige praktijk is dan erg klein, omdat ook nu iedere vijf jaar een nieuwe vergunning met bijbehorende (eventueel aangepaste) beheerspraktijk wordt afgegeven. Het verschil doet zich echter vooral op de wat kleinere ruimtelijke schaal voor. Als we bijvoorbeeld veel meer gaan storten op een plaatrand, dan zullen de morfologische (en ecologische) gevolgen daarvan op een termijn van maanden zichtbaar worden. Dat betekent dat we op die tijdschaal moeten kunnen ingrijpen in de beheerspraktijk. Alleen dan kunnen ongewenste effecten worden vermeden en gewenste effecten worden versterkt.

### **2.5.3 Hoe flexibele stortstrategie vertalen in MER en vergunningen**

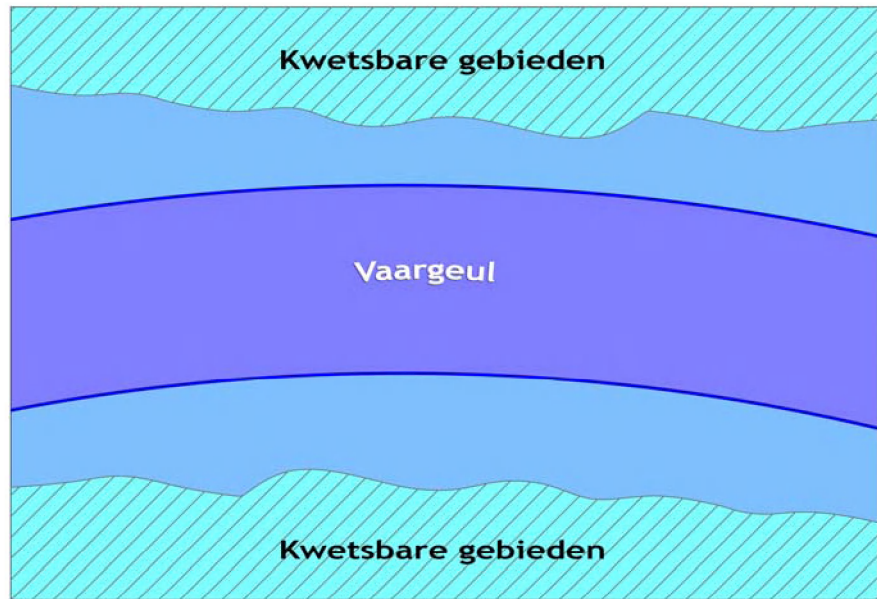
Hoe kan dit worden vertaald in het traject van MER via vergunningverlening naar beheer?

Uit het voorgaande volgt dat (kunstmatige) sedimentverplaatsingen een noodzakelijk instrument zijn om een dynamisch morfologisch beheer mogelijk te maken, en dat flexibiliteit in tijd en ruimte noodzakelijk zijn. Het lijkt dan ook evident dat de beheerder van de baggerwerken de rol krijgt toebedeeld van “goede huisvader”, zoals dat in het verleden ook steeds is gebeurd, en dat de beheerder de bewegingsruimte krijgt om zijn taken naar behoren uit te voeren, binnen een afgesproken kader. Dit kader wordt vastgelegd in de vergunning, waarbij het noodzakelijk is dat de effecten van de geplande werken worden bepaald: daarvoor dient het MER.

In het MER wordt aan de hand van modeltechnieken als het ware ‘gesimuleerd’ wat kansrijke combinaties zijn voor een ‘andere’ wijze van sedimentbeheer. De meest milieuvriendelijke werkwijze, die de natuur het meest ontziet, **moet** worden gekozen worden om aan de VHR-richtlijnen te kunnen voldoen.

De meest milieuvriendelijke werkwijze wordt vervolgens gekozen cq. in de vergunning opgenomen met de kanttekening dat bijstelling tussen locaties, binnen locaties, in hoeveelheden, in tijdstippen en in tijdsduur) steeds mogelijk moet blijven op basis van resultaten van monitoring.

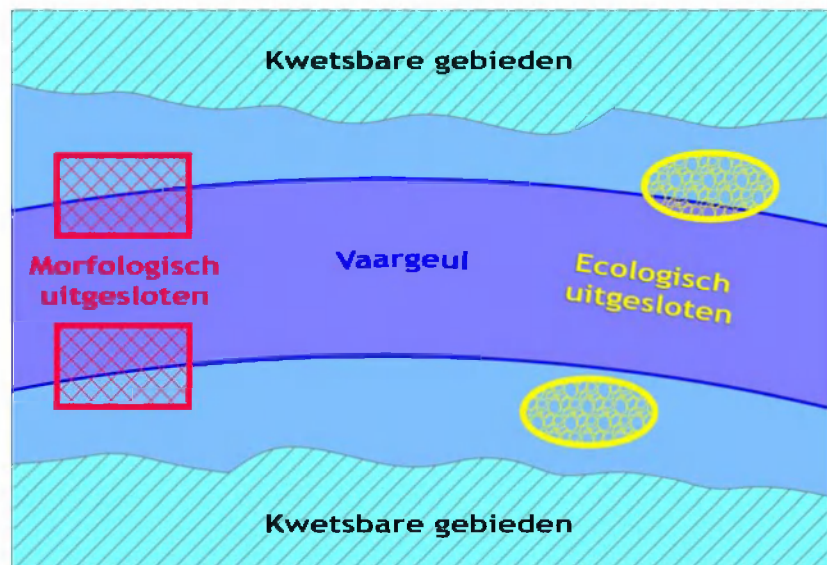
De werkruimte van de beheerder voor het baggeren en bergen van specie is a priori het geheel van het Schelde estuarium, exclusief de a priori gekende kwetsbare gebieden. Deze gebieden kunnen van morfologische of ecologische aard zijn.



Figuur 2-5: A priori werkrimte

Deze werkrimte wordt verkleind door alle gebieden uit te sluiten waarvan, na uitvoering van het m.e.r.-onderzoek blijkt dat zij als bergingslocatie uitgesloten dienen te worden, omwille van twee fundamentele redenen:

- Gebruik van de betreffende locatie heeft een (onaanvaardbaar) negatief effect op de in stand houding van het morfologische systeem, of
- Gebruik van de betreffende locatie heeft een (onaanvaardbaar) negatief milieueffect.



Figuur 2-6 : Gereduceerde werkrimte

---

In het kader van de m.e.r. blijft de vraag hoe a priori gebieden kunnen worden geïdentificeerd die (niet) als stortlocatie in aanmerking komen en hoe de kennis uit het verleden, niet in het minst uit het SMER, kan leiden tot een gerichte aanpak van het onderzoek. Deze scoping wordt onderstaand toegelicht.

## 2.6 Scope van het onderzoek

Zoals in het voorgaande is aangegeven is het storten van baggerspecie een cruciaal element in het onderzoek. Hierna worden de hoofdlijnen aangegeven voor het onderzoek naar mogelijke locaties voor het storten van baggerspecie aangegeven.

### 2.6.1 Hoofdlijnen voor het storten van baggerspecie

Het SMER heeft het belang aangegeven van een systeembenadering voor het Schelde-estuarium, waarbij ecologie en morfologie hand in hand gaan en waarbij het fysische systeem een belangrijke, onmisbare drager is voor de ecologie. Omgekeerd geredeneerd kan men stellen dat het in stand houden van een goed functionerend ecologisch estuarien systeem slechts mogelijk is mits een goed functionerend abiotisch systeem, dat in sterke mate bepaald wordt door het morfologisch systeem eveneens in stand wordt gehouden.

Voor het onderzoek worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Hieruit volgt de facto dat bij **het zoeken naar ecologisch verantwoorde stortstrategieën, deze stortstrategieën ook morfologisch verantwoord moeten zijn**. Meer specifiek houdt dit in dat enkel varianten worden onderzocht waarvan door deskundigen wordt verwacht (a priori) dat deze een positief of neutraal effect hebben op de Morfologie en op de Ecologie. Een dergelijke benadering levert op voorhand een duidelijke inperking van alle theoretisch mogelijke varianten op. Tevens plaatst het de varianten in een logische en realistische context.

Mogelijke combinaties	Morfologie	Ecologie
1	+	+
2	+	0
3	0	+
4	0	0

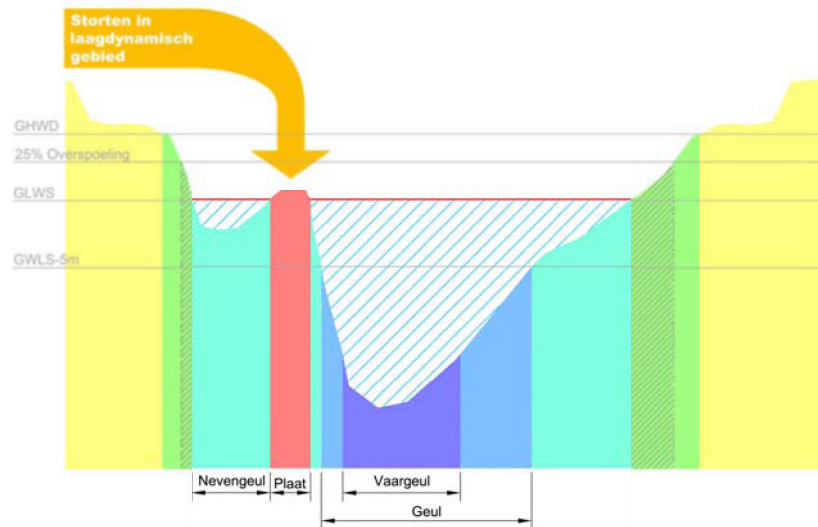
Tabel 2-3: Mogelijke combinaties van effecten

Toelichting: Het beoordelen van een variant voor een stortstrategie kan op basis van puur morfologische of puur ecologische effecten of een combinatie van beide. Echter als de effecten van een stortvariant negatief zijn, of voor morfologie of voor ecologie vervalst een dergelijke variant. In de tabel staan alle mogelijke combinaties van effecten, waaraan een stortvariant moet voldoen.

- 
- **De afstand tussen baggeren en storten is zo klein mogelijk.** Hiermee worden in alle gevallen de milieueffecten beperkt; beperking van de vaarafstand minimaliseert de uitstoot en de nautische risico's<sup>7</sup>. Dit heeft tot gevolg dat, indien het morfologische systeem het toelaat, er steeds voor gekozen wordt om specie uit het oosten van de Westerschelde bij voorkeur in het oosten te storten. A priori mag dan worden aangenomen dat de theoretische variant om bijvoorbeeld alle (aanleg)specie vanuit het oosten van de Westerschelde in de monding te storten als niet logisch en realistisch wordt beschouwd en daarom ook niet in het onderzoek betrokken wordt. In het kader van de m.e.r. dient storten zo dicht mogelijk bij de baggerlocaties uiteraard wel geëvalueerd te worden op effecten.
  - **Berging in de rivier wordt vanuit milieueffecten oogpunt steeds als beter beoordeeld t.o.v. berging aan land.** Hieruit volgt een meest waarschijnlijk (en zeker te onderzoeken variant): berging van aanlegbaggerspecie uit de Westerschelde zo veel mogelijk in het oostelijk deel van de Westerschelde terugstorten en het restvolume naar het mondingsgebied, in combinatie met de berging van aanlegspecie uit de Beneden-Zeeschelde in de rivier (Schaar van Ouden Doel en diepe delen van de vaargeul opwaarts van Deurganckdok) en het restvolume bergen aan land, vermoedelijk in het linkeroever havengebied, deels in ophoging van het doeldok, deels als ophoging van de omliggende terreinen.
  - Berging van aanlegspecie storten op morfologisch laag dynamische plaatsen, zoals de Plaat van Walsoorden, zodat recirculatie naar de baggerlocaties (op de drempels) geminimaliseerd wordt. De effecten dienen uiteraard in de m.e.r. bepaald te worden. Bovendien wordt er naar gestreefd om bij de aanleg van de verruiming een bergingsoplossing te vinden die achteraf een morfologisch, ecologisch en economisch verantwoord onderhoud van het systeem (de vaargeul) mogelijk maakt.

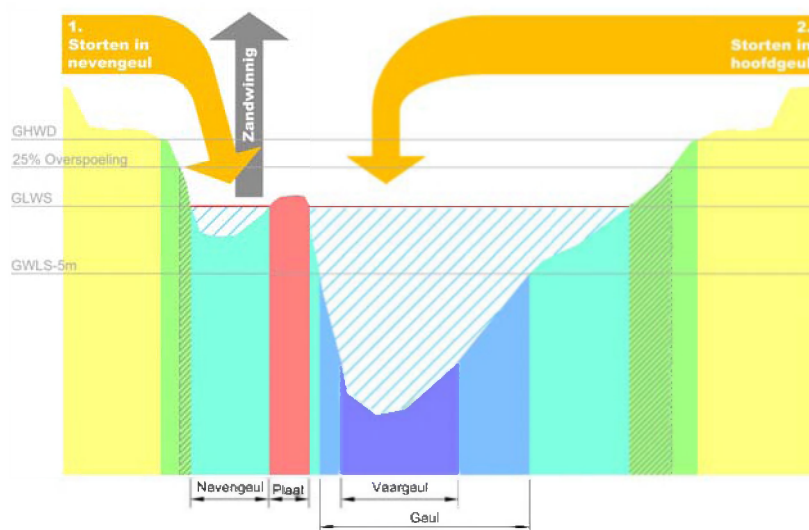
---

<sup>7</sup> Beperking van vaarafstanden betekent ook 1 op 1 een vermindering van de kosten.



Figuur 2-7: Storten in laagdynamisch gebied

- Voor wat betreft het storten van onderhoudsspecie worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:
  - In het onderzoek zal **voorrang worden gegeven aan het terugstorten van onderhoudsspecie in de nevengeulen**, uiteraard in de mate dat het meergeulenstelsel, als kenmerk van het morfologische systeem niet in onevenwicht komt
  - Verder zal fenomenologisch worden onderzocht welke bergingsstrategie voor de nevengeulen het meest wenselijk is: bergen op 1 locatie (aan de ingang van de nevengeul), dan wel bergen over het geheel van de nevengeul.
  - Bij berging in de nevengeul wordt er van uitgegaan dat **zandwinning een “regelinstrument”** is om de bergingscapaciteit van een nevengeul te kunnen verhogen, zonder dat de stabiliteit van het meergeulenstelsel in gevaar komt.
  - Bergen in de hoofdgeul zal in overweging worden genomen in zoverre berging in de nevengeul, in combinatie met zandwinning onvoldoende is in het beschouwde gebied (macrocel)
  - Alternatief kan overwogen worden om niet in de hoofdgeul, maar in de nevengeul van de naastliggende macrocel te storten.



Figuur 2-8: Storten in nevengeul en hoofdgeul

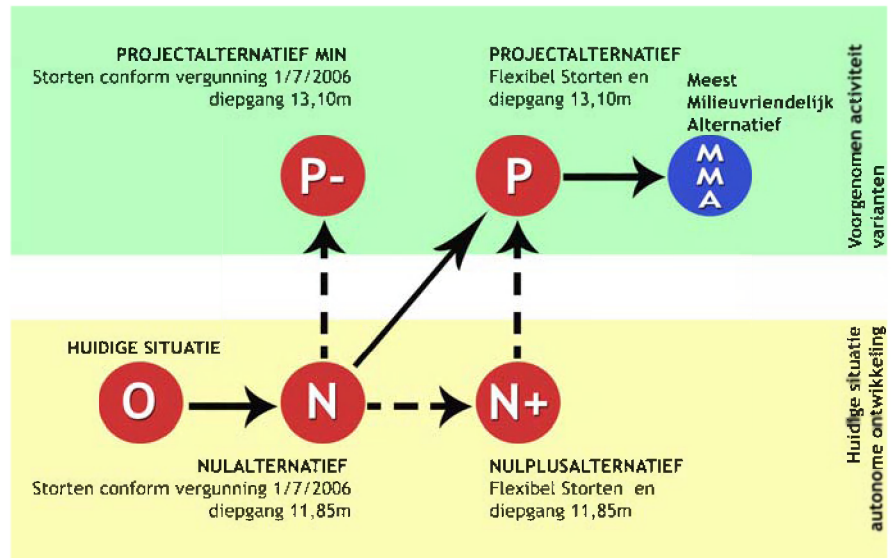
### 2.6.2 Uitgangspunten voor het onderzoek

Bij de verdere uitvoering van het onderzoek worden nog de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. Er wordt naar gestreefd om de hoeveelheid onderhoudsbaggerspecie ook na de verruiming zo klein mogelijk te laten zijn. Dit stelt eisen aan de stortstrategie.
2. Er wordt a priori voor geopteerd om geen onderhoudsspecie in het mondingsgebied te storten.
3. Bij de aanleg/verruiming van de vaargeul wordt gestreefd naar het bergen van de aanlegspecie op een dergelijke wijze (plaats) dat dit leidt tot een realistisch (verstandig) onderhoudspakket (volume).
4. Bij het zoeken naar realistische varianten wordt maximaal gebruik gemaakt van eerder uitgevoerde analyses (o.a. SMER, LTV O&M).

### 2.7 Detailomschrijving van alternatieven en varianten

In paragraaf 2.4 zijn de te onderzoeken alternatieven besproken. Deze alternatieven zijn in figuur 2-6 schematisch weergegeven. Aanvullend is in paragraaf 2.5 en 2.6 ingegaan op een aantal inzichten die de hoofdlijn vastleggen voor het definiëren van varianten voor het aanleg- en onderhoudsbaggerwerk.



Figuur 2-9: Onderzoeksalternatieven

De te onderzoeken varianten zijn combinaties van enerzijds realistische varianten voor het bergen van de aanlegbaggerspecie (met aandacht voor zowel de specie uit de Beneden-Zeeschelde als uit de Westerschelde) en anderzijds van varianten voor het terugstorten van de onderhoudsbaggerspecie. Tevens dienen de te combineren varianten voor berging van aanlegspecie en onderhoudsspecie niet tegenstrijdig met elkaar te zijn. Last but not least richt het onderzoek zich op een beperkt aantal varianten die voldoende onderscheidend van elkaar zijn en een goede representatie geven van het totale scala aan mogelijkheden.

### 2.7.1 Aanlegspecie

#### Beneden-Zeeschelde

De totale hoeveelheid aanlegspecie uit de Beneden-Zeeschelde is geraamd op circa 7 Mm<sup>3</sup>. A priori bestaan voor de berging 3 globale varianten: berging in de rivier, berging aan land of een combinatie van beide. Rekeninghoudend met de geschatte bergingsmogelijkheden in de Schelde en aan land worden 3 concrete varianten voor de berging van aanlegspecie uit de Beneden-Zeeschelde geformuleerd:

- B1. **Berging in de Schaar van Ouden Doel en op land.** In deze variant wordt zo veel mogelijk sediment aan de Schelde onttrokken (3,5 Mm<sup>3</sup>) door berging aan land of opgeslagen in morfologisch inactieve gebieden (3,5 Mm<sup>3</sup>) door berging in de Schaar van Ouden Doel, normaliter ten behoeve van zandwinning. Voor de berging aan land wordt enkel overwogen om specie te bergen in het havengebied op de linkeroever, in de vorm van ophoging op het gedempte Doeldok of in ophogingen in de onmiddellijke omgeving van het Doeldok.

- 
- B2. **Berging in de Beneden-Zeeschelde.** In deze variant wordt een groot deel van het sediment ( $5,0 \text{ Mm}^3$ ) gestort in de vaargeul van de Beneden-Zeeschelde, tussen het Deurganckdok en Schelle. Het restant ( $2,0 \text{ Mm}^3$ ) wordt gestort in de Schaar van Ouden Doel, ten behoeve van zandwinning.
- B3. **Berging in de Schaar van Ouden Doel, Beneden-Zeeschelde en op land.** In deze variant (een combinatie van bovenstaande varianten) wordt het sediment dat vrijkomt bij aanleg verspreid over de Beneden-Zeeschelde ( $3 \text{ Mm}^3$ ), de Schaar van Ouden Doel ( $2,0 \text{ Mm}^3$ ) en het land ( $2,0 \text{ Mm}^3$ ).

### Westerschelde

Voor het overzicht van de geraamde volumes voor het aanlegbaggerwerk in de Westerschelde, die globaal eveneens op circa  $7 \text{ Mm}^3$  worden geraamd, wordt verwezen naar Tabel 2-1.

Voor berging van aanlegspecie uit de Westerschelde worden de volgende varianten geformuleerd:

- W1. **Berging in het mondingsgebied en op plaatranden.** In deze variant wordt de bij aanleg vrijkomende baggerspecie ( $5,5 \text{ Mm}^3$ ) zo veel mogelijk geborgen in morfologisch inactieve gebieden (plaatranden als de Rug van Baarland, Plaat van Walsoorden en de Ballastplaat) of gestort in de monding ( $1,4 \text{ Mm}^3$ ) in de vorm van een geulwandsuppletie in het Oostgat. Op deze manier ontstaat naar verwachting een minimaal retourtransport en blijven voldoende mogelijkheden over voor berging van de onderhoudsspecie.
- W2. **Berging in het mondingsgebied en in nevengeulen.** Hierbij wordt een zo groot mogelijk deel van de aanlegspecie gestort in de nevengeulen van dezelfde of aanliggende macrocellen (richting de monding). Een eventueel overschot wordt in het mondingsgebied gestort (geulwandsuppletie Oostgat). De storting van aanlegspecie in de nevengeulen wordt beperkt door de mogelijkheden om later ook onderhoudsspecie te kunnen storten. Voor deze variant (en ook voor W3) geldt dat de exacte hoeveelheden aanlegspecie die geborgen kunnen worden niet op voorhand te bepalen zijn. Deze zullen volgen uit de resultaten van de modelberekeningen. Aan de hand van een aantal criteria zal worden bepaald of de maximale bergingscapaciteit op een bepaalde locatie en een bepaald tijdstip wordt overschreden. De restspecie zal vervolgens verder naar het westen worden gebracht.



W3. **Berging op de Hooge Platen en in nevengeulen.** Deze variant is gelijk aan variant W2, met als enig verschil dat de reststorting niet in het mondingsgebied plaatsvindt maar op de Hooge Platen (om zodoende ecologisch interessant areaal te creëren). Het is evident dat het bepalen van de juiste locatie, de vorm en de omvang van de speciestorting voor ecologisch beheer zal gebeuren in nauw overleg met de ecologische experts.

W4. **Optimalisatie aan de hand van voorafgaande varianten.** Op basis van de resultaten van de analyses die voor de voorafgaande varianten zijn uitgevoerd, zal nog een vierde variant worden bekeken. Bij deze variant kan nog een andere combinatie van verschillende stortlocaties worden meegenomen.

De uiteindelijk door te rekenen varianten bestaan uit een combinatie van aanlegvarianten voor de Beneden-Zeeschelde en de Westerschelde. Om te voorkomen dat alle mogelijke combinaties (12 stuks) moeten worden geanalyseerd, is een aantal voor de hand liggende combinaties gekozen. De keuze is zodanig gemaakt dat vergelijkbare varianten aan elkaar gekoppeld worden. Op deze manier worden naar verwachting de uitersten aan mogelijke effecten (minimale of maximale invloed) beschreven. De gekozen combinaties zijn:

Variant	Combinatie	Karakter
P1	B1 met W1	Zo veel mogelijk storten op morfologisch inactieve gebieden of onttrekken van sediment.
P2	B2 met W2	Storten in morfologisch dynamische gebieden buiten de vaarroute.
P3	B3 met W3	Storten in morfologisch dynamische gebieden buiten de vaarroute, optimalisatie van het gebruik van baggerspecie ten behoeve van ecologische doelen.
P4	B3 met W4	Naar verwachting optimale variant.

Tabel 2-4: Varianten voor het projectalternatief

### 2.7.2 Varianten onderhoudsbaggerspecie

Bij iedere variant voor de aanleg zoals hierboven aangegeven zal een bepaalde behoefte ontstaan inzake onderhoud van de vaargeul, gekenmerkt door een onderhoudsvolume en plaats van voorkomen. A priori is het onmogelijk om per variant aan te geven hoe groot die onderhoudsbehoefte zal zijn en evenmin op welke manier de vrijkomende specie dus het beste kan worden gestort. Voorgesteld wordt om voor iedere aanlegvariant een **drietal onderhoudsvarianten** te bepalen.

---

Het uitgangspunt is de stortstrategie zoals opgenomen in de vergunning van juli 2006 en die volgehouden wordt in de tijd. Vervolgens vindt stapsgewijs optimalisatie plaats volgens een vast patroon: de specie wordt teruggestort binnen de macrocel waarbij eerst op de plaatranden wordt gestort, vervolgens in de nevengeulen, tenslotte in de hoofdgeul en, indien de macrocel over te weinig bergingscapaciteit beschikt, wordt gestort in een naastgelegen cel (weer volgens dezelfde volgorde). Iteratie in drie stappen geeft de mogelijkheid om per aanlegvariant het onderhoudsbaggerwerk te optimaliseren (in ruimte en tijd). Deze techniek moet vorm geven aan de strategie van flexibel storten.

### **2.7.3 Onderzoeksvarianten inzake het terugstorten van specie**

Ten aanzien van de wijze waarop het terugstorten van baggerspecie plaatsvindt, is het noodzakelijk een aantal onderzoeksvarianten door te rekenen. Deze hebben met name betrekking op enerzijds het gedrag van stortingen op de plaatranden (zoals de Plaat van Walsoorden) en anderzijds op de manier waarop het sediment zich gedraagt bij terugstorten in de nevengeulen.

In het kader van een fenomenologisch onderzoek wordt een **detailberekening** voorzien om het gedrag na te gaan van de voorgestelde plaatrandstortingen op een aantal locaties in de Westerschelde (Hooge Platen, Rug van Baarland, Plaat van Walsoorden en de Ballastplaat). De berekeningen verschillen in stortlocaties en/of de gestorte hoeveelheden van elkaar. De resultaten van deze berekeningen worden gebruikt als invoer voor de lange termijn simulaties van de morfologie.

Anderzijds is het noodzakelijk inzicht te verwerven (en de effecten te kennen) van de wijze waarop baggerspecie gespreid wordt in een nevengeul. Hierbij wordt voorzien in detailberekeningen om de verschillende morfologische effecten van puntstortingen of verspreide stortingen van elkaar te onderscheiden. De resultaten van deze berekeningen worden eveneens gebruikt als invoer voor de lange termijn simulaties van de morfologie.

Daar waar speciéstortingen ten goede komen aan andere doeleinden dan de toegankelijkheid (bijvoorbeeld stortingen op de Hooge Platen om een aantrekkelijk broedgebied te creëren), zal het ontwerp van de stortingen (hoeveelheden en locaties) worden bepaald in overleg met ter zake deskundige (onder andere ecologische) experts.

---

## 2.7.4 Autonome ontwikkeling

### a) Diverse ontwikkelingen

De autonome ontwikkeling is het geheel van deze ontwikkelingen die zich voordoen als het project (verruiming van de vaargeul) niet wordt uitgevoerd. De autonome ontwikkeling wordt gekenmerkt door volgende elementen:

- De verdere realisatie van het Deurganckdok, dat thans slechts gedeeltelijk is uitgebaggerd, maar normaliter volledig op diepte zal zijn wanneer de verdieping gerealiseerd is. In concreto betekent dit dat het Deurganckdok volledig wordt ingebouwd in de verschillende modellen in 2010.
- De realisatie van het geactualiseerde SIGMA-plan in Vlaanderen, dat het Scheldebekken dient te beschermen tegen hoogwaterstanden. Een volledige beschrijving van de goedgekeurde deelprojecten voor het SIGMA-plan is opgenomen in bijlage 6. In het onderzoek wordt aangenomen dat de projecten gerealiseerd zullen zijn 5 jaar na de voorziene datum van aanvang.

Voor het uitvoeren van de modelberekeningen zal door het modelleerteam in de voorbereidingsfase worden nagegaan welke ingrepen impact zullen hebben op de waterbeweging en zal een gepaste manier van modelleren worden voorzien (effectieve inbouw van de betreffende bathymetrie/topografie, dan wel schematisatie van de uitgewisselde debieten).

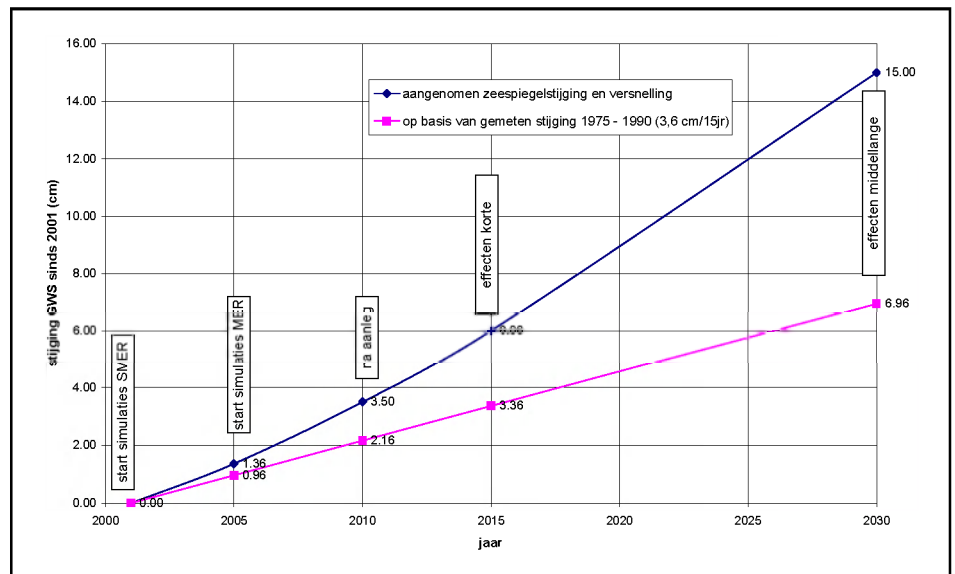
- De zeespiegelrijzing op de rand van het te gebruiken model<sup>8</sup> is een belangrijke autonome ontwikkeling als gevolg van de klimaatsverandering. Concreet wordt hiervoor rekening gehouden met het meest aannemelijke midden scenario zoals ook is gebruikt tijdens de strategische m.e.r. (op basis van een extrapolatie van de gemeten stijging van de gemiddelde waterstand van 3,6 cm in de periode 1976 – 1990 is een stijging van 1,36 cm aangehouden tussen 2001 (start simulaties SMER) en 2005 (start simulaties m.e.r.), 3,5 cm tussen 2001 en 2010, 6,0 cm tussen 2001 en 2015 en 15 cm tussen 2001 en 2030 (zie Figuur 2-10). Dit komt overeen met de in het SMER aangenomen waarden van de zeespiegelstijging. Tabel 2.5 geeft naast de zeespiegelstijging ook de gemiddelde waterstanden in de te beschouwen jaren ten opzichte van NAP.

---

<sup>8</sup> De middenstanden op de zeerand van het model Kustzuid 4 dat gebruikt wordt voor de generatie van randvoorwaarden, liggen 3 cm lager ten opzichte van Vlissingen: dus voor 2005 resulteert dit in 0,0035m beneden NAP op de rand (Vlissingen NAP + 0,0265m).

Jaar	Zeespiegelstijging t.o.v. 2001 (m)	Gemiddelde waterstand (m t.o.v. NAP)
2001	-	NAP - 0,017
2005	0,0136	NAP - 0,0035
2010	0,035	NAP + 0,018
2015	0,060	NAP + 0,043
2030	0,150	NAP + 0,133

Tabel 2-5: Aangenomen gemiddelde waterstanden (t.o.v. NAP)



Figuur 2-10: Aangenomen zeespiegelstijging

- In de Ontwikkelingsschets 2010 zijn diverse natuurontwikkelingsprojecten opgenomen. Een aantal is nu bepaald. De twee belangrijkste daarvan zijn het natuurontwikkelingsproject Prosper-Hedwigepolder<sup>9</sup> en de geplande ingreep in het natuurreservaat van het Zwin voor het tegengaan van verdere aanzanding. Voor beide projecten zal 1 projectvariant worden beschouwd. Het Zwin wordt niet opgenomen in de modellen, beoordeling zal gebeuren op basis van expert judgement.

<sup>9</sup> Zit ook vervat in de lijst met deelprojecten van het SIGMA-plan gezien de dubbele functie (natuurontwikkeling en vergroten veiligheid tegen overstromen)

- 
- Inzake natuurontwikkeling zal daarnaast in Nederland nog 300 ha natuur worden ontwikkeld in het kader van de Ontwikkelingsschets 2010. Gelet op het feit dat hierover nog geen gegevens bekend zijn, wordt hiermee geen rekening gehouden, tenzij de betreffende data alsnog worden toegeleverd door de opdrachtgever voor aanvang van de simulaties.
  - Thans is nog geen besluit genomen ten aanzien van de aanleg van een containerterminal in de haven van Vlissingen (Westerschelde Container Terminal WCT). Als dusdanig wordt hiermee dan ook geen rekening gehouden.

#### **b) Zandwinning**

- Het huidige beleid inzake zandwinning op de Westerschelde wordt thans onderworpen aan een kritische analyse. Dit zou kunnen resulteren in afbouw van de zandwinning. Een besluit dienaangaande is nog niet genomen.
- Anderzijds is zandwinning een belangrijk element dat ingrijpt op het morfologische systeem en bijgevolg interageert met het terugstorten van baggerspecie.
- Omwille van de onzekerheid inzake de besluitvorming en gelet op het feit dat thans de effecten van het project verruiming vaargeul dienen onderzocht te worden wordt de volgende aanpak voorgesteld.
  - De varianten inzake zandwinning worden enkel onderzocht inzake morfologische effecten. Het geheel van het bepalen van de milieu effecten van zandwinning valt buiten het bestek van dit onderzoek.
  - Alle varianten worden berekend met behoud van de **huidige zandwinning**
  - Voor het projectalternatief worden voor de **optimale variant** (inzake aanlegspecie en bijhorende methode van flexibel storten) 3 aanvullende berekeningen uitgevoerd
    - zonder zandwinning
    - met de resulterende optimale flexibele stortstrategie in combinatie met zandwinning als mitigerende maatregel, en waarbij dus naar een optimaal morfologisch beheer gestreefd wordt
    - met een flexibele stortstrategie die geoptimaliseerd wordt in combinatie met een adaptieve zandwinning als mitigerende maatregel.

---

## 2.8 Het tijds kader voor het onderzoek

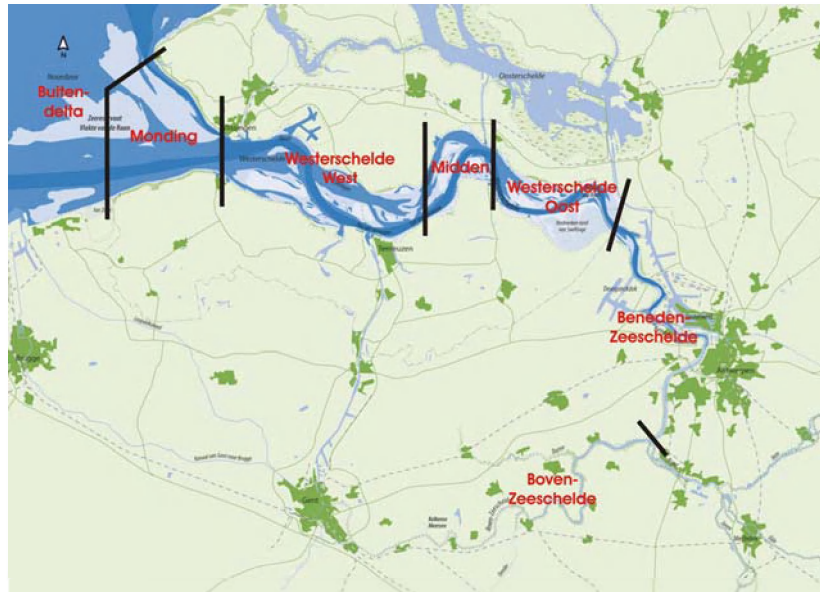
Voor het onderzoek dienen effecten bepaald te worden op korte en middellange termijn. Daartoe wordt het volgende tijds kader aangehouden:

- De **huidige situatie**, kenmerkend voor de start van de berekeningen is het jaar **2005**. Voor het bepalen van het startmoment is 2005 gekozen vanwege het feit dat voor dat jaar een situatie gekend is waarbij het Deurganckdok (deels) is geopend. De bodem van de gehele Westerschelde is beschikbaar voor het jaar 2004, hierbij wordt aangenomen dat de bodemveranderingen tussen beide jaren beperkt zijn. Voor de Beneden-Zeeschelde is de bodem gekend tot minimaal in 2004, terwijl voor het overige deel van het Scheldebekken een bathymetrie is opgemeten en samengesteld in 2001-2002 ten behoeve van het SIGMA-plan. Deze (meest recent beschikbare) bodems zullen aan elkaar worden gekoppeld. Dit wordt als startmoment voor alle simulaties tot **2010** gebruikt.
- De verdieping/verruiming zal worden uitgevoerd in de jaren 2008-2009. Voor het morfologisch modelleren zal het aanlegbaggerwerk gespreid worden in de tijd, met name de periode van het aanlegbaggerwerk. Voor het vaststellen van de effecten onmiddellijk na aanleg is 1 bepaald tijdstip nodig, daarom wordt **2010 als referentiejaar** genomen voor het bepalen van de onmiddellijke effecten van aanleg. In het onderzoek wordt verondersteld dat in dat jaar dan de gehele verdieping verruiming is gerealiseerd en dat het volledige Deurganckdok open is.
- De **korte termijn** effecten na de aanleg worden bepaald in **2015**.
- Het referentiejaar voor de effecten op **middellange termijn is 2030**.

## 2.9 Het studiegebied

Gelet op het verschillende karakter van het systeem worden voor het beschrijven van de effecten 5 deelgebieden onderscheiden:

- Mondingsgebied (grens nabij nauwste doorgang Vlissingen-Breskens)
- Westerschelde (west, midden en oost)
- Beneden-Zeeschelde



Figuur 2-11: Het studiegebied

## 2.10 Morfologische systeembeschrijving

Door het expertteam is aangegeven dat het wenselijk zou zijn om een systeembeschrijving op te maken van het Schelde-estuarium. Deze beschrijving dient inzicht te geven in de wijze waarop het abiotisch systeem is gewijzigd, hoe de menselijke ingrepen hierop hebben ingewerkt, welke evoluties kunnen verwacht worden op middellange termijn en hoe door een dynamisch sedimentbeheer hierop kan ingegrepen worden.

Deze systeembeschrijving dient de basis te vormen van de m.e.r.-studie naar de effecten van een voorgenomen verdieping van het estuarium. Hierin wordt het gehele estuariene systeem beschouwd, i.e. het mondingsgebied, de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde. De rapportage zal in het Nederlands geschieden. Onderstaand wordt de inhoudsopgave voorgesteld met een aantal trefwoorden en een referentielijst met de rapporten die (in ieder geval) geraadpleegd zullen worden.

### 2.10.1 Geschiedenis van het estuarium (incl. tijdbalk)

Het historisch onderzoek zal gericht zijn op de relevante indicatoren en onderzoeksparameters zoals beschreven in dit onderzoeksplan. Op deze wijze wordt vermeden dat algemeenheden worden geformuleerd die niet bijdragen tot een gerichte visie inzake de ontwikkelingen van het estuarium:

- 
- Tijdspanne beslaat laatste paar 100 jaar, met nadruk op laatste 50 – 100 jaar.
  - Bedijkingen en inpolderingen
  - Systeemswiches (ebgeul wordt vloedgeul, etc.)
  - Verdiepingen (waar en aanlegspecie)
  - Baggeren en storten – strategie
  - Zandwinning
  - ....

#### **2.10.2 Fenomenologisch beschrijving van het natuurlijk morfologisch systeem**

- Hydrodynamica, incl. getij-asymmetrie
- Ruimte- en tijdschalen
- Systeem van eb- en vloedgeulen (Van Veen), Cellenconcept
- Systeem van hoofd-, neven- en kortsluitgeulen, platen, ondiepwatergebieden, intergetijdengebieden, enz.
- Zandbalans van hele estuarium en mondingsgebied, en per deelgebied (cellen) indien mogelijk
- Bochtig rivierverloop in de Beneden-Zeeschelde
- Kwalitatieve beschrijving van relevante indicatoren en onderzoeksparameters, zoals gebruikt in het geheel van het onderzoek en beschreven in dit onderzoeksplan
- ...

#### **2.10.3 Fenomenologische beschrijving effect ingrepen**

- Effect verdiepen en storten aanlegspecie
- Onderhoudsbaggerwerk – op diepte houden en storten onderhoudsspecie
- Zandwinning
- Kwalitatieve beschrijving invloed op indicatoren en onderzoeksparameters

#### **2.10.4 Mogelijke morfologische ontwikkeling van het Schelde estuarium**

- Respons op historische ontwikkelingen
- Verdrinken of verlanden
- Dynamisch evenwicht bij:
  - Huidige situatie zonder verdiepen en huidig sedimentbeheer,
  - Huidige situatie zonder verdiepen en flexibel storten,
  - Toekomstige situatie (na verdiepen) bij flexibel storten
  - Zeespiegelrijzing (diverse scenario's, inclusief effect op getijslag en golfklimaat)
- Kwalitatieve beschrijving van relevante indicatoren en onderzoeksparameters
- ...



---

### **2.10.5 Dynamisch sedimentbeheer**

- Hoe kan deze kennis gebruikt worden ter ondersteuning van numeriek modelleerwerk?
- Hoe kan numeriek modelleerwerk gebruikt worden ter ondersteuning van begrip morfologisch functioneren van het Schelde-estuarium?
- Hoe kan deze kennis gebruikt worden om bagger- en stortstrategie te optimaliseren?
- Hoe kan deze kennis gebruikt worden om stortstrategie te detailleren (geconcentreerd versus gespreid storten, enz)?
- Hoe kan deze kennis gebruikt worden om de effecten van zandwinning in de bagger- en stortstrategie te verdisconteren?
- Hoe kunnen morfologische ontwikkelingen in het estuarium gestuurd worden?
- ...

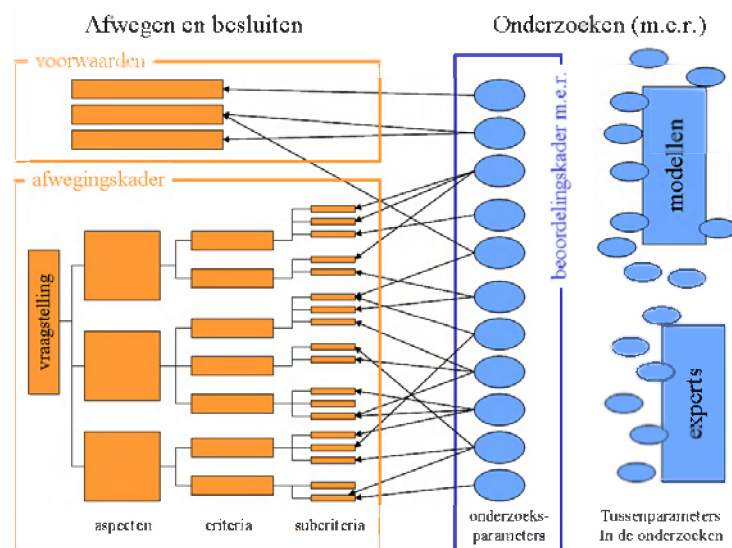
### **Referenties**

Rapporten/publicaties van: MOVE, Evaluatie baggeren en storten (RIKZ), Bandbreedte onderzoek (ZEEKENNIS), Zandbalans Westerschelde en -monding, Hoofdrapport OOST-WEST studie (Westerschelde – stram of struis), recent boek Dronkers, Schelde-getij (rapport Pieters), rapporten door Belmans en IMDC over Zeeschelde, Rapportage LTV, thesis Jeuken, thesis Van der Spek, rapport Allersma, het morfologisch kaartmateriaal.

# 3 Beoordelingskader m.e.r.: overzicht van onderzoeksparameters

## 3.1 Inleiding

In de m.e.r wordt gewerkt aan de hand van een zogenaamd *beoordelingskader*. Dat is het overzicht van alle te onderzoeken effecten; ook wel de *onderzoeksparemeters* genoemd. Het beoordelingskader is opgesteld aan de hand van de kenmerken van het Schelde estuarium en haar omgeving. Bij het opstellen van het MER kan het beoordelingskader nog verder verfijnd worden.



Figuur 3-1: Samenhang tussen afwegen en besluiten en onderzoek (m.e.r.)

Bij het opstellen van het beoordelingskader m.e.r. zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De alternatieven en varianten voldoen aan de beleidsbeslissing om een verruiming te onderzoeken voor schepen met een diepgang tot 13.1m. Dit betekent dat er geen alternatieven/varianten die tot een andere verruiming leiden, worden onderzocht. Nut en noodzaak van deze keuze hoeft niet aan de hand van dit beoordelingskader te worden afgewogen.
- Daarmee worden de economische voordelen voor de regio (Antwerpen, Vlissingen) voor alle varianten geacht gelijk te zijn, zodat ze niet op die gronden vergeleken en afgewogen behoeven te worden.

- 
- De alternatieven en varianten mogen de veiligheid tegen overstromen niet in het gedrang brengen. De alternatieven/varianten worden wel vergeleken op een mogelijk risico voor de stabiliteit van de hoogwaterkering.
  - De alternatieven en varianten worden geacht het instandhouden van het meergeulenstelsel niet in gevaar te brengen. De alternatieven en varianten kunnen wel vergeleken worden op het risico van degeneratie of van de kwaliteit van de meergeulendynamiek.
  - Ingrepen zullen de natuurlijkheid niet nadelig beïnvloeden. Indien dit op plaatsen toch gebeurt, zullen er mitigerende of compenserende maatregelen genomen worden.
  - De natuurmaatregelen uit de Ontwikkelingsschets, die in combinatie met de verruiming worden genomen, krijgen hun eigen m.e.r. en eigen afweging. De ruimtelijke en economische effecten van die maatregelen hoeven dan ook niet in dit beoordelingskader te worden opgenomen.

### **3.2 Beoordelingskader m.e.r. en onderzoeksparameters**

In het milieueffectrapport staat de beschrijving van de effecten van het verruimingsproject op diverse milieucompartimenten. De effecten worden zoveel mogelijk gekwantificeerd, en daar waar dit niet mogelijk is, wordt met kwalitatieve beschrijvingen gewerkt. De effecten worden gebruikt voor het maken van een beoordeling van de onderscheiden projectalternatieven en varianten.

De effectbeschrijving in de m.e.r. wordt geordend volgens de verschillende milieucompartimenten. Voor het verruimingsproject zijn de volgende milieucompartimenten van belang.

- Ecologie
- Morfologie/bodem
- Water
- Ruimtegebruik en mobiliteit
- Lucht
- Geluid en trillingen
- Landschap
- Externe veiligheid
- Mens en gezondheid

Het beoordelingskader is geordend volgens de bovenstaande milieucompartimenten. Voor elk van deze milieucompartimenten zijn een aantal hoofdcriteria onderscheiden. In Tabel 3-1 staat het beoordelingskader m.e.r.

<b>Beoordelingskader m.e.r.</b>	
Ecologie	diversiteit habitats
	diversiteit soorten
	ecologisch functioneren
Bodem/morfologie	
	stabiliteit meergeulensysteem
	bergingscapaciteit
	zandhuishouding
	bodemkwaliteit
Water	
	troebelheid
	saliniteit
	waterstanden
	stabiliteit hoogwaterkering
Ruimtegebruik en mobiliteit	
	ruimtelijke aspecten
	mobiliteit
Lucht	
	emissiebijdrage fijn stof
	emissie verzurende polluenten
	overige emissies
Geluid en trillingen	
	geluidshinder
	trillingshinder
	rustverstoring
Landschap	
	geomorfologie
	archeologie
	cultuurhistorie
	visuele impact
Externe veiligheid	
	externe veiligheid
	vaarveiligheid
Mens – gezondheid	
	gezondheidsrisico
	hinder/beleving
	risicoperceptie

Tabel 3-1: Beoordelingskader m.e.r.

Deze hoofdcriteria zijn weer verder uitgewerkt in een aantal subcriteria of onderzoeksparameters. Het onderzoek dient voor elk van deze parameters de informatie aan te reiken. In het onderzoek is onderscheid gemaakt in onderzoeksparameters en zogenoemde tussenparameters.

Onderzoeksparemeters kunnen rechtstreeks vertaald worden naar de criteria van het beoordelingskader. In een groot aantal gevallen (b.v. bij complexe ingreep-effectrelaties) wordt een onderzoeksparemeter bepaald door verschillende tussenparemeters.

De in het m.e.r.-onderzoek te bepalen onderzoeksparemeters zijn in Tabel 3-2 weergegeven. Een overzicht van tussenparemeters is in bijlage 2 opgenomen.

<b>Overzicht van onderzoeksparemeters</b>		
<b>Discipline Ecologie</b>		
Hoofdcriterium	code	Onderzoeksparemeter
Diversiteit habitats	P1	Oppervlak habitattypen (type 1110, 1130, 1310, 1320, 1330)
	P2	Kwaliteit habitattypen (type 1110, 1130, 1310, 1320, 1330)
Diversiteit soorten	P3	Estuariene vissoorten (overige aandachtsssoorten)
	P4	Kinderkamer vissoorten (overige aandachtsssoorten)
	P5	Trekvissen (beschermde soorten en niet-beschermde soorten)
	P6	Doortrekkende en overwinterende vogels / niet-broedende vogelsoorten
	P7	Kustbroedvogels
	P8	Zeehonden
Ecologisch functioneren	P9	Fytoplankton
	P10	Macrofyten
	P11	Macrofauna
	P12	Vissen

Tabel 3-2: Overzicht van onderzoeksparemeters - discipline Ecologie

<b>Discipline Bodem/morfologie</b>		
Hoofdcriterium	code	Onderzoeksparemeter
Stabiliteit meergeulen systeem	P13	Verhouding tussen gemiddelde diepte van de grote eb- en vloedgeul
	P14	Vóórkomen van kortsluitgeulen
Bergings capaciteit	P15	Maximale stortcapaciteit per geul
	P16	Volumeveranderingen van de grote eb- en vloedgeul
Zandhuishouding	P17	Verandering in zandbalans
Bodemkwaliteit	P56	Geschiktheid van de bodemkwaliteit

Tabel 3-3: Overzicht van onderzoeksparemeters - discipline Bodem/morfologie

<b>Discipline Water</b>		
Hoofdcriterium	Code	Onderzoeksparemeter
Troebelheid	P18	Tijdelijke piekconcentratie zwevende stof
	P19	Duur van de piek in concentratie zwevende stof
	P20	Afstand waarover de turbiditeitsverhoging (significant) voelbaar is
	P21	Verschuiving in ligging van het turbiditeitsmaximum (km)
Saliniteit	P22	Verschuiving van grens tussen zout/brak en brak/zoete omstandigheden
Waterstanden	P23	Verandering in extreme waterstanden
Stabiliteit hoogwaterkering	P57	Risico's voor stabiliteit hoogwaterkering

Tabel 3-4: Overzicht van onderzoeksparematers - discipline Water

<b>Discipline Ruimtegebruik en mobiliteit</b>		
Hoofdcriterium	Code	Onderzoeksparemeter
Ruimtelijke aspecten	P24	Significante wijzigingen in bodem- en ruimtegebruik
	P25	Wijzigingen in de recreatieve attractiviteit
	P26	Impact op de visserijsector
	P27	Bereikbaarheid van de zeehavens in het Schelde-estuarium
Mobiliteit	P28	Transportontwikkeling hinterland/ achterland

Tabel 3-5: Overzicht van onderzoeksparematers - discipline Ruimtegebruik en mobiliteit

<b>Discipline Lucht</b>		
Hoofdcriterium	Code	Onderzoeksparemeter
Emissiebijdrage fijn stof	P29	Emissiebijdrage fijn stof (PM10)
Emissie verzurende polluenten	P30	Emissie verzurende polluenten (Nox)
Overige emissies	P31	Broeikasgassen
	P32	Niet-broeikasgassen

Tabel 3-6: Overzicht van onderzoeksparematers - discipline Lucht

<b>Discipline Geluid en trillingen</b>		
Hoofdcriterium	code	Onderzoeksparemeter
Geluidshinder	P33	Hinder voor locaties van geluidsgevoelige bestemmingen
Trillingshinder	P34	Afstand waarover trillingsnormen worden overschreden
Rustverstoring	P35	voor VHR-gebieden

Tabel 3-7: Overzicht van onderzoeksparematers - discipline Geluid en trillingen

<b>Discipline Landschap</b>		
Hoofdcriterium	Code	Onderzoeksparemeter
Geomorfologie	P36	Aantasting GEA-objecten en/of geomorfologisch waardevolle elementen
	P37	Aantasting overige geomorfologische vormen
Archeologie	P38	Aantasting archeologische waarden
Cultuurhistorie	P39	Aantasting wettelijk beschermde cultuurhistorisch waardevolle gebieden, elementen, structuren en patronen
	P40	Aantasting overige cultuurhistorisch waardevolle gebieden, elementen, structuren en patronen
Visuele impact	P41	Aantasting waardevolle landschapselementen en -patronen
	P42	Wijziging aantallen en omvang schepen op de rivier
	P43	Aantasting van de aanwezige landschapskenmerken

Tabel 3-8: Overzicht van onderzoeksparematers - discipline Landschap

<b>Discipline Externe veiligheid en nautische aspecten</b>		
Hoofdcriterium	code	Onderzoeksparemeter
Externe veiligheid	P44	Plaatsgebonden risico
	P45	Groepsrisico
Vaarveiligheid	P46	Aanvaringsrisico

Tabel 3-9: Overzicht van onderzoeksparematers - discipline Externe veiligheid en nautische aspecten

Discipline Mens – gezondheid		
Hoofdcriterium	code	Onderzoeksparemeter
Overschrijding wettelijke grenswaarden	P47	Overschrijding normen geluidbelasting
	P48	Overschrijding normen luchtkwaliteit
	P49	Overschrijding normen waterkwaliteit
	P50	Overschrijding normen externe veiligheid
Hinder/beleving	P51	Geluidshinder
	P52	Geurhinder
	P53	Ruimtelijke beleving
	P54	Visuele beleving
Risicoperceptie	P55	gezondheidsproblemen (psychosomatisch)

Tabel 3-10: Overzicht van onderzoeksparameters - discipline Mens/gezondheid

### 3.3 M.e.r.-onderzoek: deelactiviteiten en onderzoeksdisciplines

De m.e.r. Verruiming Vaargeul Westerschelde en Beneden-Zeeschelde is één van de bouwstenen voor het nemen van een besluit over de wijze waarop de verruiming plaats kan vinden.

In principe richt het onderzoek zich op het beschrijven van mogelijke effecten van een verruiming. De voorgenomen ingreep omvat 3 deelactiviteiten:

1. **Het uitvoeren van baggerwerkzaamheden voor de aanleg van de verruiming.** De aanleg van de verruiming kan in twee jaar worden afgerond. Daartoe wordt een aantal ondieptes in de vaargeul met behulp van varende graafmachines afgegraven. Het betreft hier effecten die tijdelijk optreden.
2. **Storten van de aanlegspecie en de aanwezigheid van de verruimde vaargeul.** Het terugstorten van de aanlegbaggerspecie zal ook in dezelfde periode van ongeveer twee jaar uitgevoerd kunnen worden.
3. **Baggeren en storten van onderhoudsspecie .** Het onderhoud van de vaargeul is in principe een permanente activiteit. Voor het storten van onderhoudsspecie worden twee strategieën onderzocht. De huidige stortstrategie waarbij de locaties waar je wel mag storten zijn vastgelegd. En een flexibele stortstrategie. In de flexibele stortstrategie ligt het accent op het vaststellen van locaties waar je juist niet mag storten en kunnen de locaties waar je wel mag storten variëren in de tijd en in te storten hoeveelheden.



---

Vanuit het oogpunt onderzoek zullen de effecten evenwel beoordeeld worden volgens onderstaande fases:

1. Effecten van de **aanleg van de vaargeulverruiming**. Deze effecten hebben betrekking op de bovenvernoemde eenmalige deelactiviteiten 1 en 2 met name baggeren en storten van de aanlegspecie
2. Effecten van het **bestaan (en zijn)** van de vaargeul, inclusief het onderhoud ervan
3. Effecten met betrekking tot het **gebruik** van de verruimde vaargeul

In de bijlage 2 met het overzicht van onderzoeks- en tussenparameters is aangegeven voor welke fase (s) de parameter zal worden onderzocht.

Het onderzoek wordt uitgevoerd voor de volgende disciplines:

- Ecologie
- Morfologie/bodem
- Water
- Ruimtegebruik en mobiliteit
- Lucht
- Geluid en trillingen
- Landschap
- Externe veiligheid
- Mens – gezondheid

In de hiernavolgende hoofdstukken wordt de aanpak voor elk van de bovengenoemde disciplines beschreven en wel op de volgende wijze:

- Morfologie als drager voor ecologie
- Onderzoek natuur/Ecologie
- Onderzoek arealen en waterbeweging
- Onderzoek slib en zout
- Onderzoek overige disciplines

---

## 4 Aanpak onderzoek morfologie, drager van ecologie en onderzoek bodem

### 4.1 Inleiding

Het Schelde-estuarium omvat de Schelde en haar zijrivieren, waar nog sprake is van getij-invloeden, de Westerschelde en het mondingsgebied (de Voordelta). Naast de periodieke verticale en horizontale waterbeweging als gevolg van het getij is de zee-invloed merkbaar door een zoutindringing, welke tot voorbij Antwerpen kan reiken. De door de waterbeweging geïnduceerde sedimenttransporten hebben betrekking op niet-cohesief zand (orde 200  $\mu\text{m}$  maar variërend in het estuarium) en slib (kleiner dan 63  $\mu\text{m}$ ) met cohesieve eigenschappen. Voor de Westerschelde worden morfologische veranderingen gestuurd door de (veranderingen van de) horizontale transporten van vooral zand. Slib speelt een rol waar het de bodemsamenstelling betreft van de platen, slikken en schorren in de Westerschelde. In het oostwaartse deel van de Westerschelde en in de Beneden-Zeeschelde, met name ter plaatse van het troebelheidmaximum, is de bijdrage van slib aan de totale sedimentatie (in de geulen en de havens) groter. Naast de "natuurlijke" sedimenttransporten wordt door baggeren, storten en zandwinning sediment herverdeeld in en onttrokken aan het systeem. De invloed van deze menselijke ingrepen is significant en mede bepalend voor de morfologische veranderingen (lokaal en grootschalig).

Ingrepen in het algemeen, en voor de huidige m.e.r., de verruiming en het onderhoud van de vaargeul in het bijzonder, dienen mede beoordeeld te worden op effecten voor het milieu (Natuurlijkheid als één van de LTV doelstellingen), waarbij als uitgangspunt geldt dat de karakteristieken en de integriteit van het systeem behouden moeten blijven. Voor wat betreft de morfologie van het Schelde-estuarium betekent dit, dat de **effecten van baggeren en storten op het meergeulenstelsel** beoordeeld moeten worden. Het meergeulenstelsel wordt hierbij geïnterpreteerd als de schakel van zes zgn. bochtgroepen in de Westerschelde, elk bestaand uit de volgende morfologische eenheden: de twee grote geulen (eb en vloed) en nevengeulen, de kortsluitgeulen (verbindingen tussen de grote eb- en vloedgeulen), de periodiek droogvallende gebieden (platen, slikken en schorren) en de ondiepwatergebieden. Horizontale verplaatsingen van de hoofdgeulen worden beperkt door bedijkingen en geulwandverdedigingswerken; morfologische veranderingen hebben dan ook vooral betrekking op verdieping cq. verondieping van deze geulen ofwel de stabiliteit van het meergeulenstelsel.

---

De kortsluitgeulen dragen bij aan de morfologische dynamiek van het systeem. Hun gedrag wordt vooral bepaald door de hoofdgeulen, in het bijzonder door het verval over de kortsluitgeulen. Door migratie van de kortsluitgeulen vindt afbraak en opbouw van platen, ondiepwatergebieden en slikken plaats (intergetijdengebieden). De intergetijden- én de ondiepwatergebieden zijn van grote ecologische betekenis als rust-, foerageer-, broed- en leefomgeving voor vogels en als kraamkamer voor vissen.

De morfologische ontwikkeling van het hierboven beschreven meergeulensysteem komt tot uitdrukking in verandering van de **zandhuishouding**, d.i. het grootschalige patroon van de lange termijn (decennia-eeuwen) gemiddelde sedimenttransporten en resulterende sedimentatie en erosiepatronen. Lange termijn import dan wel export kan leiden tot verlanding resp. verdrinking van het estuarium.

## 4.2 Onderzoeksvragen en onderzoeksparameters

### Duurzaam sedimentbeheer

In het SMER is reeds aangegeven dat een duurzaam sedimentbeheer noodzakelijk is om een gezond fysisch systeem in stand te houden, gekarakteriseerd door de specifieke morfologie met een meergeulenstelsel en variaties in platen, geulen, ondiep water gebieden, slikken en schorren. Dit gezond fysisch systeem is de drager van een gezond ecologisch systeem. Het duurzame sedimentbeheer moet een gewenst evenwicht nastreven in het systeem tussen natuurlijke zandtransporten en kunstmatige transporten, die het gevolg zijn van het op diepte houden van de drempels, met het oog op een stabiele vaargeul. Het kunstmatige zandtransport wordt door twee ingrepen gestuurd:

1. Baggerwerkzaamheden voor de aanleg van de vaargeulverruiming en het onderhoud van die verruiming – de baggerwerkzaamheden (locatie en hoeveelheden) worden in eerste instantie bepaald vanuit nautische overwegingen; het sedimentbeheer zelf bepaalt echter mede de hoeveelheden te baggeren specie. Uit eerdere studies blijkt dat onder de te bestuderen omstandigheden de vaargeulverruiming zelf niet kritisch is voor het in stand houden van het natuurlijke systeem.
2. Storten en/of verwijdering (zandwinning) van de specie. Hier heeft de beheerder mogelijkheden om het sedimentbeheer en dus de morfologische ontwikkelingen te sturen. Hiertoe zullen we een flexibele stortstrategie ontwikkelen waarbij we onder meer gebieden definiëren waar vanuit ecologisch en/of morfologisch beheer bij voorkeur niet gestort dient te worden, en gebieden waar vanuit dezelfde overwegingen zonder problemen gestort te worden.

---

### **Morfologische onderzoeksvragen**

De eis tot het instandhouden van de morfologische systeemkenmerken is in de strategische milieueffectenrapportage vertaald naar de volgende *morfologische onderzoeksvragen*:

- Hoe verandert de stabiliteit van de diverse geulen (hoofdgeulen, nevengeulen en kortsluitgeulen)?
- Hoe verandert het areaal aan intergetijdengebied?
- Hoe verandert het areaal aan ondiepwatergebied?
- Hoe verandert de zandhuishouding van het Schelde-estuarium?

### **Onderzoekparameters**

Deze morfologische onderzoeksvragen zijn in de huidige studie verder gespecificeerd in de volgende onderzoekparameters voor de discipline bodem/morfologie:

P13. Hoe verandert de verhouding tussen de gemiddelde diepte van de grote eb- en vloedgeulen?

P14. Hoe verandert het voorkomen van de kortsluitgeulen?

P15. Wat is de maximale bergingscapaciteit per geul?

P16. Wat zijn de volumeveranderingen van de grote eb- en vloedgeulen?

P17. Hoe wijzigt de zandbalans per macrocel?

### **Morfologische indicatoren**

In hoeverre aan de vereiste criteria wordt voldaan, wordt tijdens de huidige m.e.r.-studie geëvalueerd aan de hand van zogenaamde *morfologische indicatoren*, welke in deze studie bij de “tussenparameters” zijn ondergebracht. De relevante morfologische tussenparameters zijn opgenomen in bijlage 2 van dit onderzoeksplan.

In de lijst met tussenparameters komen arealen voor: deze volgen uit de morfologische veranderingen, doch zullen worden bepaald met het fijnmazige stromingsmodel WAQUA op basis van toegeleverde (berekende) modelbodems uit de morfologische berekeningen. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 6aanpak arealen en waterbeweging.

### **Alternatieven en varianten**

In de m.e.r. wordt een aantal alternatieven voor de ingreep op hun milieueffecten onderzocht, zowel voor de aspecten m.b.t. de aanleg als het onderhoud van de verruimde vaargeul. Deze zijn beschreven op hoofdlijnen in paragraaf 2.4

Diverse varianten zullen worden bestudeerd om tot een gepaste bergingslocatie te komen voor de aanlegspecie (ca 7 Mm<sup>3</sup> in Westerschelde, waarvan het overgrote deel in het oosten en 7 Mm<sup>3</sup> in de Beneden-Zeeschelde en om te komen tot een flexibele stortstrategie.

---

Hierbij komen onder meer de volgende aspecten aan de orde:

- Recirculatie van gestorte specie (wordt onderhoud beïnvloed door stortlocaties),
- Storten in de buurt van de baggerlocatie (baggeren in het oosten en storten in het oosten, dit beperkt ook de baggerkosten – i.e. de vaarafstand tussen baggeren en storten),
- Integratie van storten en zandwinning,
- Niet storten in degenererende geulen,
- Niet storten op ecologisch kwetsbare gebieden,

Voor een detailomschrijving van de alternatieven en varianten wordt verwezen naar paragraaf 2.7.

### **4.3 Onderzoeksmiddelen**

#### **4.3.1 Mensen en modellen: de rol van experts en het Cellenconcept**

De eerder beschreven morfologische processen vertonen een cascade van tijdschalen (getijperiode tot eeuwen) en ruimteschalen (individuele geulen en platen tot het gehele estuarium). Om uitspraken te kunnen doen over de morfologische veranderingen als gevolg van ingrepen is diepgaande kennis vereist van zowel de gebiedspecifieke kenmerken als van de processen op het gebied van hydrodynamica, sedimenttransport en morfologie. Veel van deze kennis is momenteel vervat in morfologische modellen voor het Schelde-estuarium (model als kennisintegrator), maar een beoordeling van effecten als gevolg van ingrepen blijft nog steeds primair de taak van de morfologische experts. Zij worden ondersteund door de resultaten van modelsimulaties en dienen derhalve kennis te hebben van de mogelijkheden én beperkingen van de gebruikte modellen.

Een belangrijk instrument voor de integratie en interpretatie van de modelresultaten en veldwaarnemingen vormt het Cellenconcept. Het is een schematische weergave van het meergeulensysteem in de vorm van macro- en mesocellen en wordt met name gebruikt voor het bepalen van de bergingscapaciteit van het meergeulensysteem en de globale identificatie van de stortlocaties in de Westerschelde op het aggregatieniveau van de individuele grote geulen in genoemde macrocellen. Het Cellenconcept vormt aldus een denkraam, waarbinnen de resultaten van de modellen en historische veldwaarnemingen worden geanalyseerd en gepresenteerd.

#### **4.3.2 Het morfologische modelinstrumentarium**

Een morfologisch model, dat alle relevante processen op alle ruimte- en tijdschalen betrouwbaar beschrijft, is niet beschikbaar. Proceskennis is nog onvolledig en ook zijn er praktische beperkingen, zoals rekentijd. Bij de ontwikkeling van modellen zijn dan ook aannamen gedaan om aan bovengenoemde beperkingen tegemoet te komen.

Detailprocessen worden geparameteriseerd of vervangen door empirische, op waarnemingen gebaseerde, verbanden en schematisaties worden geaggregeerd in ruimte en/of tijd. Dit heeft geleid tot een aantal operationele en in ontwikkeling zijnde morfologische modellen voor het Schelde-estuarium: het ééndimensionale netwerkmodel SOBEM voor de waterbeweging, sedimenttransport en morfologie, het ééndimensionale netwerk-model ESTMORF voor de morfologie en DELFT3D voor de berekening van waterbeweging, sedimenttransporten en morfologie in twee (d.w.z. dieptegemiddeld) of drie dimensies.

Op basis van (nog te bespreken) resultaten, recent verkregen in het kader van het LTV-O&M onderzoek, wordt het huidige SOBEM model onvoldoende betrouwbaar geacht voor toepassing tijdens deze m.e.r.: calibratie- en verificatieresultaten blijken onvoldoende consistent te zijn. Het modelinstrumentarium voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen zal derhalve bestaan uit:

- DELFT3D (dieptegemiddeld), zowel met een relatief grof als een verfijnd rekenrooster en
- ESTMORF.

Ondersteunend zal gebruik worden gemaakt van het 1-ELEMENT MODEL voor het voorspellen van het onderhoudsbaggerwerk.

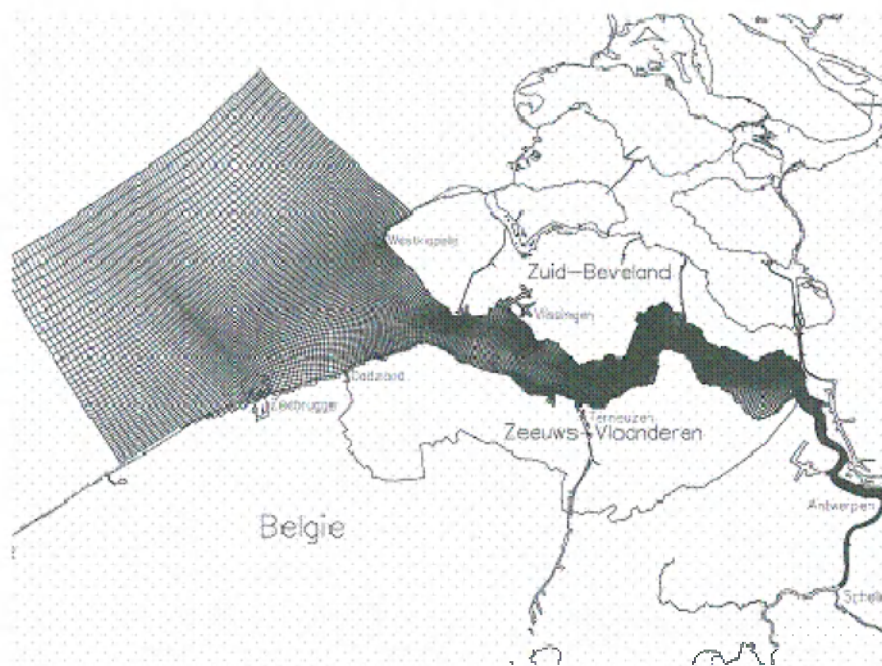
De toepassing van de bovengenoemde modellen voor de verschillende deelgebieden is vermeld in Tabel 4-1. In deze tabel wordt de volgende notatie gebruikt:

- +++: model is gekalibreerd en geverifieerd,
- ++: model is gekalibreerd,
- +: model is niet (afdoende) gekalibreerd, maar kan in relatieve zin worden toegepast.

Model	Monding	WS	B-ZS
DELFT3D	+	+++	++
ESTMORF	+	+++	+++
1-ELEMENT	+	++	+

Tabel 4-1: Te gebruiken modellen en hun toepassingsgebieden

Het rekengrid van het grove DELFT3D model voor de Westerschelde, monding en Beneden-Zeeschelde (tot aan Schelle), zoals dat zal worden gebruikt, is weergegeven in Figuur 4-1. De gridafmetingen variëren globaal tussen 800x800 m<sup>2</sup> op zee en 150x300 m<sup>2</sup> in de Westerschelde. Voor het fijne model is de resolutie driemaal groter. In de Beneden-Zeeschelde zijn de afmetingen voor beide versies ongeveer 50x400 m<sup>2</sup> (ook hier verschillen de gridafmetingen ruimtelijk vanwege het convergeren en divergeren van de roosterlijnen).

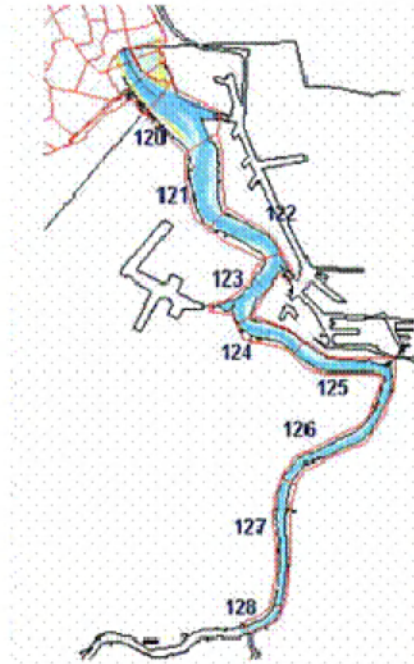


Figuur 4-1: Rekenrooster DELFT3D (grove rooster).

De vakkenindeling voor ESTMORF is weergegeven in Figuur 4-2 (mondning en Westerschelde) en Figuur 4-3 (Beneden-Zeeschelde tot aan Schelle).



Figuur 4-2: Vakkenindeling ESTMORF voor de mondning en de Westerschelde.



Figuur 4-3: Vakindeling ESTMORF voor de Beneden-Zeeschelde.

De perioden, waarvoor de te gebruiken modellen zijn gekalibreerd en geverifieerd, betreffen:

- DELFT3D:
  - calibratie: 1998-2002
  - verificatie: 1955–1976 & 1976–1995
- ESTMORF:
  - calibratie: 1968–1994
  - verificatie: 1990-2002
- 1-ELEMENT
  - calibratie: 1955–2001

De resultaten van de calibratie en de verificatie zullen bij de onderhavige studie worden betrokken mede om de onzekerheden van de modellen nader aan te geven.

In bijlage 4 zijn beknopte beschrijvingen gegeven van elk van deze modellen.

#### **4.3.3 Toepasbaarheid en onzekerheden van de morfologische modellen**

Tijdens de calibratie en verificatie van een model worden de resultaten in absolute zin geïnterpreteerd. De reproductie door het model van de fysische systeemkenmerken geeft dan aan in welke mate de onderliggende processen door het model worden beschreven.



---

Modelschematisaties en meetnauwkeurigheid zijn van invloed op de grootte van de verschillen tussen modeluitkomsten en waarnemingen. Indien de effecten van ingrepen met een model moeten worden beoordeeld, is sprake van vergelijkend onderzoek. Meetnauwkeurigheden zijn hierop niet van invloed en met eventuele systematische afwijkingen van het model ten opzichte van de werkelijkheid dient rekening te worden gehouden bij de beoordeling van de effecten van een ingreep.

#### **a) DELFT3D**

Bij de morfologische calibratie en verificatie van DELFT3D voor het Schelde-estuarium zijn modelresultaten en waarnemingen vergeleken met betrekking tot een aantal fysische kenmerken van het gebied. De vergelijking is uitgevoerd voor verschillende perioden: 1998-2002 (calibratieperiode), 1955-1976 en 1976-1995 (verificatieperioden). Hierbij is het model gekalibreerd voor de Westerschelde en geverifieerd voor de monding en de Beneden-Zeeschelde. De monding is hierbij slechts in beperkte mate beschouwd. De reproductiekwaliteit van het model kan verschillen voor de beschouwde parameters en voor de beschouwde simulatieperiode. In het vervolg zal dit kort worden toegelicht.

De jaarlijkse sedimentatie en erosie is geanalyseerd op het niveau van het rekenrooster. Dit betekent, dat per rekencel een vergelijking is gemaakt tussen metingen en berekeningen. Tevens vormt de resolutie van het rekenrooster, orde  $150 \times 300 \text{ m}^2$  in de Westerschelde, een ondergrens voor de mate van detail, waarop uitspraken kunnen worden gedaan. Uit de waargenomen verschilbodems tussen opeenvolgende jaren blijkt, dat de variaties hierin groot kunnen zijn. Dit wordt veroorzaakt door de relatief grote invloed van de meetnauwkeurigheid op korte tijdschalen en jaarlijkse variaties van de hydrodynamische condities. De vergelijking voor de calibratieperiode is daarom uitgevoerd voor de gemiddelde sedimentatie en erosie over een periode van vier jaren. Voor de calibratieperiode leidt dit tot een herkenbare reproductie van het grootschalige patroon voor de Westerschelde, d.i. op de schaal van de hoofdeb- en vloedgeulen (macrocel niveau). Tussen de ruimtelijke schalen van de macrocellen en de rekencellen wordt de onzekerheid in de modeluitkomsten groter naargelang meer in detail de sedimentatie en erosie wordt geanalyseerd. Met betrekking tot de beoordeling van het lokale sedimentatie- en erosiegedrag is met een verfijnd rekenrooster (een driemaal grotere resolutie in beide richtingen) de proefstorting ter plaatse van Walsoorden gesimuleerd. Een beoordeling van de reproductie van de metingen door het model kan pas plaatsvinden, indien de metingen beschikbaar zijn gesteld. Voor de Beneden-Zeeschelde en de monding zijn de onzekerheden m.b.t. de reproductie van locaties met erosie en sedimentatie groter.

---

Netto zandvolumeveranderingen, geaggregeerd voor de afzonderlijke eb- en vloed-geulen van de macrocellen, worden voor de calibratieperiode (1998-2002) door het model gereproduceerd. Dit is van belang voor uitspraken over de kanteling van deze geulen als onderdeel van het gedrag van het meergeulensysteem. Voor de langdurige verificatieperioden wijken de berekende netto volumeveranderingen van een aantal macrocellen af van de waargenomen veranderingen. Dit betreft vooral de macrocellen 4 (beide verificatieperioden), 1 (vooral 1976-1995) en 5 (1955-1976). Bij de interpretatie van modelresultaten dient dus rekening te worden gehouden met de beperkte reproductiekwaliteit voor dit aspect in de genoemde macrocellen. De netto zandvolumeveranderingen van de macrocellen (d.i. het totaal van de eb- en vloedgeulen) bepalen de grootschalige zandbalans van de Westerschelde. Deze zandvolumeveranderingen worden in het algemeen door het model weergegeven. De waargenomen netto erosie van de Beneden Zeeschelde wordt door het model gereproduceerd.

De totale baggerhoeveelheden, zoals die door het model voor de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde worden berekend, zijn in het algemeen goed in overeenstemming met de waarnemingen. Voor de calibratieperiode is er sprake van een verschil van enkele procenten voor de Westerschelde; voor de Beneden-Zeeschelde wordt het totale baggervolume met 25% door het model onderschat. Voor de beide langdurige verificatieperioden is sprake van een onderschatting van 20-30% voor de Westerschelde en 25-50% voor de Beneden-Zeeschelde, wat voor een deel kan worden veroorzaakt door het niet meenemen van het aanlegbaggerwerk ten gevolge van de eerste verdieping. De berekende baggerhoeveelheden voor de individuele baggerlocaties kunnen gemiddeld een factor twee worden over- of onderschat. Het model lijkt met name het benodigde onderhoudsbaggerwerk ten gevolge van het zijdelings inschuiven van platen in de vaargeul niet te reproduceren. Verder bestaat er onzekerheid met betrekking tot het "vollopen" van een aantal stortvakken in het model; dit houdt in, dat in het model het sediment in onvoldoende mate wordt opgeruimd.

Veranderingen van arealen van intergetijdengebieden en ondiepwatergebieden worden op het aggregatieniveau van de gehele Westerschelde door het model gereproduceerd, met name voor de periode 1955-1976. Voor de afzonderlijke macrocellen kunnen de verschillen groter zijn, zodat aggregatie noodzakelijk is voor het doen van voorspellingen met het model. Voor de Beneden-Zeeschelde worden de waargenomen areaalveranderingen op NAP-2 m niet door het model gereproduceerd. Op grotere diepten neemt de overeenkomst tussen metingen en berekeningen toe.

---

Samenvattend geldt, dat de voorspelkracht van DELFT3D toeneemt, naargelang het aggregatieniveau, waarop de beoordeling plaatsvindt, groter wordt. Dit impliceert, dat de onzekerheid groter is, indien wordt beoordeeld: (i) de netto sedimentatie en erosie op de schaal van de individuele roostercellen i.p.v. voor de afzonderlijke macrocellen, (ii) de areaalveranderingen voor de afzonderlijke macrocellen en geulen i.p.v. de veranderingen voor de gehele Westerschelde en (iii) de baggervolumes voor de individuele baggerlocaties i.p.v. de volumes voor de gehele Westerschelde en Beneden-Zeeschelde. Voor de monding kan het model slechts in beperkte mate worden gebruikt. In algemene zin geldt voor procesmodellen, zoals DELFT3D, dat de onzekerheid van voorspellingen toeneemt op langere tijdschalen. Dit is inherent aan de niet-lineaire processen, waarbij kleine initiële “verstoringen” na verloop van tijd kunnen leiden tot grote verschillen. Dit beperkt voornamelijk de toepasbaarheid van DELFT3D tot een tijdschaal van ongeveer 10 jaar.

## **b) ESTMORF**

ESTMORF is gekalibreerd voor de periode 1968/70-1994 en geverifieerd voor de periode 1990-2003, zowel voor de Westerschelde als voor de Beneden-Zeeschelde. Voor de calibratieperiode reproduceert het model de meeste gemiddelde trends (richting en grootte) van erosie en sedimentatie in de geulen redelijk tot goed. Het precieze verloop van de cumulatieve veranderingen van erosie en sedimentatie kan niet voor alle geulen goed worden weergegeven. Dit betekent, dat bij toepassing van het model naar tijdschalen moet worden gekeken, die groter zijn dan ongeveer 5 tot 10 jaar. Verder is sprake van een toenemende onzekerheid, indien resultaten worden gebruikt op een ruimtelijke schaal kleiner dan die van een individuele geul, zeker in gebieden waar het gedrag van kortsluitgeulen een rol speelt. De weergave van de intergetijdengebieden is slechter dan die voor de geulen. De voorspelde veranderingen in hoog- en laagwaterstanden en getijslag hebben in het oostelijk deel van de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde de juiste richting en orde van grootte. In het westelijk deel van de Westerschelde zijn de opgetreden veranderingen te klein om met het model te kunnen reproduceren.

Voor de verificatieberekening is de reproductiekwaliteit van het model vergelijkbaar met, en zelfs iets beter, dan voor de calibratieperiode. De overeenkomst tussen de modelresultaten en de waarnemingen is goed op alle aggregatieniveaus: van macrocellen, individuele vloed- en ebgeulen in de Westerschelde, de Beneden-Zeeschelde tot individuele ESTMORF vakken. Onzekerheid bestaat over de reproductie van de areaalveranderingen van de intergetijdengebieden. De trend van veranderingen van de arealen wordt in de verificatieberekening redelijk weergegeven; de hoogteveranderingen echter niet.

---

Bovenstaande betekent, dat ESTMORF kan worden gebruikt voor het bepalen van veranderingen in de zandbalans van deelgebieden (macrocellen en individuele geulen). Voor het voorspellen van de ontwikkeling van de intergetijdengebieden in absolute zin (autonome ontwikkeling) kan het model niet worden ingezet. Dit geldt met name voor de hoogte van de intergetijdengebieden. Wel kan het model worden toegepast in relatieve zin, waarbij de effecten van ingrepen worden onderzocht. Een expert beoordeling van de resultaten is dan essentieel.

#### **4.3.4 Toepassing van de onderzoeksmiddelen**

Zoals opgemerkt kunnen de diverse morfologische vragen gebundeld worden in de vier genoemde morfologische onderzoeksvragen. De specifieke rol van de te gebruiken modellen bij de beantwoording van de onderzoeksvragen is als volgt:

##### ***ESTMORF***

Het model ESTMORF zal worden gebruikt voor het simuleren van:

- (i) de lange termijn veranderingen in de zandhuishouding van het Schelde-estuarium voor de verschillende alternatieven en varianten,
- (ii) de lange termijn ontwikkeling van de intergetijdengebieden voor de verschillende alternatieven en varianten. Voor de intergetijdengebieden en de monding zullen de veranderingen ten opzichte van een referentie-simulatie worden aangegeven.

##### ***DELFT3D***

De simulaties zullen worden uitgevoerd als dieptegemiddeld (2Dh). Het model zal worden gebruikt voor: (i) het berekenen van de volumeveranderingen (stabiliteit) van de geulen en de zandhuishouding van het estuarium voor de verschillende alternatieven en varianten, (ii) het berekenen van de areaalveranderingen van de intergetijden- en ondiepwatergebieden voor de verschillende alternatieven en varianten en (iii) het evalueren van de invloed van de stortstrategieën (flexibel storten en de varianten voor de berging van de aanlegspecie) op de morfologie en het onderhoudsbaggerwerk.

##### ***1-ELEMENT MODEL***

Het model zal, samen met DELFT3D, worden gebruikt voor het voorspellen van het onderhoudsbaggerwerk.

Bovenstaande is samengevat in navolgende tabel:

	DELFT3D	1-ELEMENT MODEL	ESTMORF
1. Hoe verandert de stabiliteit van het meergeulenstelsel (incl. stortstrategieën en onderhoudsbaggerwerk)?	X	X	
2. Hoe verandert het areaal intergetijdengebied?	X		X
3. Hoe verandert het areaal ondiepwatergebied?	X		
4. Hoe verandert de zandhuishouding?	X		X

Tabel 4-2: Rol te gebruiken modellen

Alle alternatieven en varianten zullen met ESTMORF en DELFT3D-grof worden doorgerekend, en een aantal varianten, waarbij een fijnere resolutie vereist is (zoals de detailberekeningen voor de effecten van plaatrandstortingen en verspreide stortingen versus puntstortingen) met DELFT3D-fijn. Uitvoer zal op de volgende tijden worden geanalyseerd:

- ESTMORF: 2010, 2015 en 2030 (rekentijd niet relevant),
- DELFT3D-grof: 2010 en 2015 (10 jaar simulatietijd is ca 1 dag rekentijd op een snelle PC),
- DELFT3D-fijn: na 1 en 2 jaar (1 jaar simulatietijd is 1-2 dag rekentijd op een snelle PC).

Voor ieder alternatief en bijhorende varianten zullen in principe alle tussenvariabelen bepaald worden, tenzij zulks niet nodig blijkt te zijn. Op basis van deze tussenvariabelen en morfologische inzichten en systeemkennis zal dan per alternatief of variant een evaluatie worden opgesteld.

Speciale aandacht vraagt het opstellen van een flexibele stortstrategie, omdat er in principe een oneindig aantal mogelijkheden bestaat. We zullen daarom de zoekruimte voor deze stortstrategie inperken op basis van:

- Stort/bergingscapaciteiten volgend uit het Cellenconcept, waarbij de grootte orde (5-10% van het bruto transport, zoals gehanteerd tijdens SMER) zal getoetst worden aan de inzichten van het recente onderzoek in het kader van LTV O&M
- Inzichten uit de systeembeschrijving
- rekening houdend met zich van nature ontwikkelende en degenererende geulen,
- vaarafstand,
- nabijheid ecologisch kwetsbare gebieden,
- mogelijkheden tot zandwinning,
- mogelijkheden tot bijsturing van de strategie,

- en, uiteraard, op basis van hetgeen tijdens de huidige studie wordt geleerd.

#### 4.4 Onderzoeksmethode morfologie

Onderstaand wordt per tussenvariabele aangegeven welke onderzoeksmethode in het kader van het m.e.r.-onderzoek zal worden gebruikt om de waarde van die variabele te bepalen. Voor morfologie zullen de volgende onderzoeksparameters worden onderzocht:

Hoofdcriterium	Code	Onderzoeksparameter	Indicator
Stabiliteit meergeulensysteem	P13	Verhouding gemiddelde diepte van eb- en vloedgeul	Kantelindex
	P14	Vóórkomen van kortsluitgeulen	Verhangindicator
Bergingscapaciteit	P15	Maximale stortcapaciteit per geul	Bergingscriterium
	P16	Volumeveranderingen van de grote eb- en vloedgeul	Geulvolume
Zandhuishouding	P17	Verandering in zandbalans	Zandvolume

Tabel 4-3: Onderzoeksparameters

Beschrijving van de indicatoren

- De kantelindex is de verhouding van de (gemiddelde) diepte tussen de ebgeul en de vloedgeul van een macrocel
- Verhangindicator is het verschil in waterstand tussen eb- en vloedgeul binnen een macrocel. Deze wordt bepaald aan de hand van de lengte van de geulas (zal doorgaans stabiel blijven) en de diepte van de geul.  
De analyse wordt ondersteund door de empirische relatie tussen de vervalindicator en het voorkomen van kortsluitgeulen.
- Bergingscriterium is de hoeveelheid sediment die in een veranderende geul kan worden gestort. De bergingscapaciteit wordt bepaald door het verschil tussen het bergingscriterium en de optredende volumeveranderingen.

De waarden van de genoemde indicatoren worden bepaald op basis van een aantal tussenparameters, met name:

<b>Tussenparameter</b>		<b>Bepalen met behulp van</b>
M16	Gemiddelde diepte van de individuele geulen per macrocel	Modelberekeningen met ESTMORF (termijn langer dan 5 jaar) en DELFT3D (termijn tot 10 jaar). De resultaten worden gekoppeld aan expert kennis van historische ontwikkelingen.
M17	Verval tussen eb- en vloedgeul in een macrocel ten gevolge van looptijdverschillen, afhankelijk van de diepte van de geul, de lengte van de geul en de getijslag	Lengte van de geul zal stabiel blijven. Verval en diepte worden bepaald met behulp van modelberekeningen met ESTMORF en DELFT3D.
M18	Totale doorstroomoppervlak van de twee grote geulen (samen) per macrocel	Modelberekeningen met ESTMORF (termijn langer dan 5 jaar) en DELFT3D (termijn tot 10 jaar). De resultaten worden gekoppeld aan expert kennis van historische ontwikkelingen.
M19	Volumeveranderingen per geul in een macrocel (totale verandering, natuurlijke verandering en ingrepen)	De totale volumeveranderingen worden bepaald met behulp van modelberekeningen met ESTMORF en DELFT3D, de ingrepen worden bepaald met DELFT3D en het 1 Element model. De natuurlijke volumeveranderingen worden vervolgens hieruit afgeleid.
M20	Bruto sedimenttransport in een macrocel	Modelberekeningen met DELFT3D. Wordt bepaald op een aantal raaien per macrocel, uiteindelijke waarde wordt gemiddeld.
M21	Volumeveranderingen per macrocel (Totaal, ingrepen, natuurlijk)	ESTMORF en DELFT3D
M22	Volumeverandering van het intergetijdengebied	Modelberekeningen met ESTMORF (termijn langer dan 5 jaar) en DELFT3D (termijn tot 10 jaar).
M23	Getijslag	ESTMORF en DELFT3D

<b>Tussenparameter</b>		<b>Bepalen met behulp van</b>
M24	Asymmetrie van het verticale getij	Modelberekeningen met DELFT3D (en ESTMORF).
M25	Sedimentatiesnelheid/hoeveelheid (cm) op de waterbodem buiten de stortlocaties	ESTMORF, DELFT3D en expert judgement
M26	Sedimentatie op schorren	Expert judgement aan de hand van recent onderzoek van Mindert de Vries en S. Temmerman. Eventueel ondersteunende berekeningen met geschematiseerd lokaal model.
M27	Bodemsamenstelling / Tendens tot verzanding	Volgt uit verspreiding zandarealen (stortstrategie) en vergelijking met huidige bodemsamenstelling
M28	bodem habitat: oppervlakte niet aangetast door baggeren of storten	volgt uit baggerlocaties, uit M25 en stortstrategie
M32	Schorranderosie	Expert judgement, onder andere aan de hand van recent onderzoek van Mindert de Vries.

Tabel 4-4: Tussenparameters morfologie



#### 4.5 Modelsimulaties

Onderstaand wordt een overzicht gegeven van de simulaties, die zullen uitgevoerd worden met de morfologische modellen DELFT3D en ESTMORF. Gebruik van een morfologisch model is aangegeven met 'X' en een grijs-gemaakte cel in de tabel.

Code	Omschrijving	2005-2010			2010-2015			2015-2030		
		D3D-grof	D3D-fijn	EST-MORF	D3D-grof	D3D-fijn	EST-MORF	D3D-grof	D3D-fijn	EST-MORF
NA	Nulalternatief	X		X	X		X			X
NA+	Nulplusalternatief	X		X	X		X			X
P1A	Variant 1 stort 1	X		X	X		X			X
P1B	Variant 1 stort 2	X		X	X		X			X
P1C	Variant 1 stort 3	X		X	X		X			X
P2A	Variant 2 stort 1	X		X	X		X			X
P2C	Variant 2 stort 3	X		X	X		X			X
P3A	Variant 3 stort 1	X		X	X		X			X
P3B	Variant 3 stort 2	X		X	X		X			X
P3C	Variant 3 stort 3	X		X	X		X			X
P4A	Variant 4 stort 1	X		X	X		X			X
P4B	Variant 4 stort 2	X		X	X		X			X
P4C	Variant 4 stort 3	X		X	X		X			X
Z1	Zandwinning 1	X		X	X		X			X
Z2	Zandwinning 2	X		X	X		X			X
Z3	Zandwinning 3	X		X	X		X			X

Code	Omschrijving	1 en 2 jaar		
		D3D-grof	D3D-fijn	EST-MORF
SP1	Storten plaatranden		X	
SV1	Verspreid storten 1		X	
SV2	Verspreid storten 2		X	

Tabel 4-5: Overzicht inzet morfologische modellen (DELFT3D-grof, DELFT3D-fijn en ESTMORF) voor de verschillende simulaties en simulatieperioden.

Uit bovenstaande tabel kan worden afgeleid, dat DELFT3D-grof zal worden ingezet voor de varianten NA, NA+, P1A-B-C, P2A-C, P3A-B-C, P4A-B-C, Z1, Z2 en Z3 voor de simulatieperioden 2005-2010 en 2010-2015. ESTMORF zal eveneens voor deze situaties worden ingezet én voor de simulatieperiode 2015-2030. Verder zal DELFT3D-fijn worden gebruikt voor de simulaties m.b.t. het storten op plaatranden en het verspreid storten voor perioden van 1 en 2 jaren.

---

#### 4.6 Onderzoek naar baggerspeciekwaliteit

De baggerspecie die bij aanleg en onderhoud in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde vrijkomt zal ofwel elders terug in de rivier worden gestort, onderwater op de kusten in het mondingsgebied worden gestort, voor zandwinning gebruikt of eventueel in zee gestort worden. Op Vlaams grondgebied zal mogelijk een deel van de baggerspecie op land geborgen worden voor zandwinning of hergebruik.

De specie in de Westerschelde is zandig van aard, in de Beneden-Zeeschelde bevat de specie meer slib, wat zich weerspiegelt in de kwaliteit van de specie (meer slib betekent potentieel meer verontreinigd).

Afhankelijk van de bestemming van de specie dient, ook in het kader van de nodige vergunningen, een toetsing te gebeuren van de kwaliteit van de specie aan de diverse geldende normenkaders.

Na toetsing kan besloten worden of de onderhoudsbaggerspecie / verruimingspecie al dan niet mag worden teruggestort aan land, in de maritieme wateren en/of in zee en wordt gekeken of de specie in aanmerking komt voor hergebruik. In principe zal Vlaamse specie op Vlaams en Nederlandse specie op Nederlands grondgebied gestort worden, tenzij hierover andere afspraken gemaakt worden.

Op basis van de meest recente kwaliteitsgegevens van de te baggeren specie zal een toetsing gebeuren aan het relevant Nederlands en Vlaams normenkader. (onderzoeksparameter P56).

Inventarisatiegegevens met beoordeling van de kwaliteit werden reeds verzameld in het kader van het SMER ('Consortium ARCADIS - Technum (2004) Inventarisatie en Beoordeling kwaliteit Baggerspecie tussen Vlissingen en Deurganckdok in opdracht van ProSes).

Bedoeling was de kwaliteit van de verruimingspecie te inventariseren en te evalueren teneinde de mogelijke verdere nabestemming (bergen op land, in de maritieme binnenwateren, in zee of hergebruik) af te leiden. Als leemte in de kennis werd het ontbreken van voldoende geanalyseerde parameters opgegeven zodat een volledige toetsing niet mogelijk was. In de loop van 2004 werd een bijkomende meetcampagne en toetsing uitgevoerd door Afdeling Maritieme Toegang (45 stalen). De kwaliteitstoetsing en beoordeling is nodig om de toekomstige verwerkingsmogelijkheden (bergen, storten, hergebruik, ...) te kunnen bepalen.

In Tabel 4-6 en Tabel 4-7 worden de geldige normenkaders in Vlaanderen/België en Nederland weergegeven.

De specie uit de Westerschelde dient te voldoen aan de voorwaarden opgelegd in het Nederlandse toetsingskader. De specie uit de Beneden-Zeeschelde moet voldoen aan de Vlaamse en Belgische (wat betreft het terugstorten in zee) voorwaarden.

Bestemming baggerspecie	Storten aan land	Storten in zee	Storten in de binnenwateren van maritieme zone	Hergebruik		
				Niet-vormgegeven bouwstof	Vormgegeven bouwstof	bodem
Wetgevend kader	VLAREM	Wet inzake de bescherming van het marien milieu (1999)	Bepalingen uit het OSPAR verdrag - VLAREM	VLAREA (oppervlaktedelfstoffendecreet)	VLAREA	VLAREA / VLAREBO (oppervlakte delfstoffen-decreet)

Tabel 4-6: Overzicht van de bestemming en het geldend juridisch kader voor het storten/bergen/hergebruiken van baggerspecie in Vlaanderen

Bestemming baggerspecie	Storten aan land		Storten in zee	Storten in de binnenwateren van de maritieme zone	Hergebruik geconsolideerde baggerspecie	
	Langs de kant van de waterloop / Natuurontwikkeling	Bagger depot			In een werk	Op de bodem
Wetgevend kader	Wet verontreiniging oppervlaktewateren & Wet Milieubeheer	Wet Milieubeheer	Wet verontreiniging zeewater	Wet verontreiniging oppervlaktewateren	Bouwstoffenbesluit	Bouwstoffenbesluit

Tabel 4-7: Overzicht van de bestemming en het geldend juridisch kader voor het storten/bergen/hergebruiken van baggerspecie in Nederland

Naast het overzicht van de voorwaarden vastgelegd in beleidsnota's en (milieu)wetgevingen waaraan de aanleg- en onderhoudsspecie zal moeten voldoen, zullen de hoeveelheden baggerspecie op Nederlands en Vlaams grondgebied in kaart gebracht worden en worden de beschikbare kwaliteitsgegevens weergegeven. De kwaliteit van de baggerspecie wordt vervolgens getoetst aan de geldende normen en op kaart weergegeven. In de conclusie zal worden weergegeven welke specie met de huidige beschikbare gegevens in aanmerking komt om teruggestort te worden aan land, in zee of in de maritieme binnenwateren en wordt aangegeven of de specie al dan niet kan hergebruikt worden.

---

## 5 Aanpak onderzoek Natuur/Ecologie

### 5.1 Inleiding

Het Schelde-estuarium bevat een groot aantal natuurwaarden. Veel daarvan zijn wettelijk beschermd conform internationale en nationale regelgeving. Buitendijks komt een tiental EU-habitattypen voor, die leef-, voortplantings- of foerageergebied vormen voor een groot aantal beschermde soorten. Het gaat daarbij om ongeveer 40 soorten vogels, een 7-tal vissoorten, zoogdieren (gewone zeehond, vleermuizen), enkele mollusken (nauwe korfslak en zeggekorfslak) en een enkele hogere plantensoort (groenknolorchis). Daarnaast komt in het studiegebied nog een groot aantal soorten voor die speciale aandacht behoeven, omdat zij op andere, dan wettelijke gronden een bepaalde (beleidsmatige) status hebben. Het gaat om soorten die op Rode lijsten staan of die aangemerkt zijn als doelsoort (Bal e.a., 2001).

### 5.2 Beoordelingskader Natuur en Ecologie

Het (inter)nationale natuur- en waterbeleid vormt het uitgangspunt voor de beschrijving en beoordeling van effecten op Natuur en Ecologie. Als toetsingscriteria zijn afgeleid:

- Diversiteit habitats
- Diversiteit soorten
- Ecologisch functioneren

De eerstgenoemde twee criteria hebben vooral betrekking op het natuurbeleid, waarin het gaat om de instandhouding en bescherming van de natuurlijke biologische diversiteit. Het criterium 'Ecologisch functioneren' vormt een weerspiegeling van het waterbeleid, dat vooral is gericht op het scheppen van goede (ecologische) randvoorwaarden voor de ontwikkeling van (water)natuur.

Het criterium '**diversiteit van habitats**' wordt in eerste instantie meetbaar gemaakt aan de hand van de oppervlakte (in ha) van de voor het studiegebied relevante, aangemelde dan wel aangewezen EU-habitattypen. Daarnaast wordt de kwaliteit van de habitattypen afgemeten aan een aantal daarvoor representatieve graadmeters. Voorgesteld wordt om voor het in beeld brengen van de kwaliteit van de habitattypen gebruik te maken van relevante onderdelen van het in het kader van het SMER ontwikkelde beoordelingskader Natuurlijkheid, en waar nodig nieuwe graadmeters toe te voegen. Het gaat daarbij vooral om de *niet biologische* componenten van het beoordelingskader, te weten dynamiek, morfologie, bodem en waterkwaliteit<sup>10</sup>. De biologische componenten uit het oorspronkelijke beoordelingskader Natuurlijkheid komen namelijk terug onder het criterium 'ecologisch functioneren' (zie hierna).

---

<sup>10</sup> In feite wordt het begrip 'habitatkwaliteit' op deze wijze geïnterpreteerd als 'natuurlijkheid fysisch/chemische processen'.

Bij de selectie van de graadmeters voor het meetbaar maken van de habitatkwaliteit is zo veel mogelijk recht gedaan aan de, in de diverse Nederlandse en Vlaamse beleidsdocumenten genoemde kwaliteitsbepalende factoren (kwaliteitsdoelen).

Tabel 5-1 bevat een overzicht van de voorgestelde graadmeters en de verwijzing naar kwaliteitsdoelen uit de Nederlandse conceptdocumenten (Min LNV, 2005) en de Vlaamse Instandhoudingdoelstellingen voor het Schelde-estuarium (Adriaensen *et al.*, 2005).

Variabele	Graadmeter(s)	Vertaling van kwaliteitsdoel(en)
Dynamiek	Verhouding hoog- en laagdynamisch gebied	Afwisseling hoog- en laagdynamische delen
Morfologie	Verhouding morfologische eenheden	Hoogteligging, zonering/successie, natuurlijke gradiënten, afwisseling zandig/slibrijk, etc.
	Steilheid overgangen	Morfologische dynamiek op macroschaal
	Lengte/voorkomen kortsluitgeulen	
Bodem	Intactheid bodem (oppervlakteaandeel niet aangetast door baggeren of storten)	-
Waterkwaliteit	Locatie zoutgradiënt	Locatie zoutgradiënt
	Turbiditeit	-
	Zuurstofhuishouding	KRW doel
	Nutriëntenhuishouding	KRW doel
	Milieuvreemde stoffen	KRW doel

Tabel 5-1: Graadmeters voor de kwaliteit van habitats (voor het hele studiegebied)

Een belangrijk aspect bij de beoordeling van effecten op het habitatype 1130 (estuaria) vormt de aanwezigheid van- en de verhouding tussen de verschillende morfologische eenheden. Er bestaat nog geen consensus of dit aspect moet worden ondergebracht bij 'kwaliteit habitattypen' of bij 'oppervlakte habitattypen'. Hierover kan in een later stadium een besluit worden genomen. Tabel 5-2 bevat een overzicht van de morfologische eenheden die in het onderzoek zullen worden onderscheiden.

HT-nr	Omschrijving	Morfologische eenheden (subtypen)	Kenmerken <sup>2</sup>
1110	Permanent met water van geringe diepte overstroemde zandbanken (zeewaarts lijn Breskens-Vlissingen)	Diepe kustzone	ca. - 20m – - 15 m
		Ondiep kustzone	- 15 m - GLWS
1130	Estuaria - zout (zoutgehalte > 18, variatie ≤ 100%)	Geul	> 5 m - GLWS
		Ondiep water hoog dynamisch	5 m – GLWS tot GLWS, stroomsnelheid > 0,6 m/s
		Ondiep water laag dynamisch	5 m – GLWS tot GLWS, stroomsnelheid < 0,6 m/s
		Litoraal hoogdynamisch	GLWS tot GHWD, stroomsnelheid > 0,6 m/s
		Litoraal laagdynamisch laag gelegen	GLWS – overspoeling 75%, stroomsnelheid < 0,6 m/s
		Litoraal laagdynamisch middelhoog gelegen	overspoeling 75-25%, stroomsnelheid < 0,6 m/s
		Litoraal laagdynamisch hoog gelegen	overspoeling 25% - GHWD, stroomsnelheid < 0,6 m/s
	Estuaria – variabel brak (variatie > 100%)	Geul	> 5 m - GLWS
		Ondiep water	5 m – GLWS tot GLWS
		Litoraal hoogdynamisch	GLWS tot GHWD, stroomsnelheid > 0,6 m/s
		Litoraal laagdynamisch laag/middelhoog gelegen	GLWS – overspoeling 25%, stroomsnelheid < 0,6 m/s
		Litoraal laagdynamisch hoog gelegen	overspoeling 25% - GHWD, stroomsnelheid < 0,6 m/s
	Estuaria - zoet (zoutgehalte < 5,4, variatie ≤ 100%)	Geul	> 5 m - GLWS
		Ondiep water	5 m – GLWS tot GLWS
		Litoraal hoogdynamisch	GLWS tot GHWD, stroomsnelheid > 0,6 m/s
		Litoraal laagdynamisch laag/middelhoog gelegen	GLWS – overspoeling 25%, stroomsnelheid < 0,6 m/s
		Litoraal laagdynamisch hoog gelegen	overspoeling 25% - GHWD, stroomsnelheid < 0,6 m/s
		Supralitoraal <sup>3</sup>	> GHWD
1140	Slikwadden en wadplaten <sup>4</sup>	Litoraal	GLWS - GHWD
1310	Eenjarige pioniervegetaties	n.v.t.	GHWD tot > 300 keer per jaar overspoeld
1320	Schorren met slijkgrasvegetatie	n.v.t.	300 – 150 keer per jaar overspoeld
1330	Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie	Middelhoog schor	150 – 50 keer per jaar overspoeld
		Hoog schor	50 – 5 keer per jaar overspoeld

Tabel 5-2: Habitattypen en subhabitattypen (morfologische eenheden) in studiegebied

---

<sup>1</sup> Zoutgehalte = gemiddeld zoutgehalte bij hoog water over een jaar met een gemiddelde zoetwaterafvoer. Zoutvariatie = [(4 x standaarddeviatie zoutgehalte / gemiddeld zoutgehalte) x 100%.

<sup>2</sup> naar Graveland red. (2005) en Bouma e.a. (2005)

<sup>3</sup> Geldt alleen voor de Beneden-Zeeschelde en Durmevallei in de zoete delen van het studiegebied (waar geen sprake is van de echte schortypen (1310/1320/1330).

<sup>4</sup> Geldt alleen voor het Vlaamse deel van het studiegebied (HT in Nederland niet apart aangemeld).

Bij toetsing aan het criterium '**diversiteit van soorten**' wordt onderscheid gemaakt tussen beschermde soorten en overige aandachtsoorten. Bij eerstgenoemde categorie gaat het om de 'Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten' en soorten met een vergelijkbare status (Flora- en Faunawet). De overige aandachtsoorten zijn alle soorten die op een andere manier een zekere beleidsmatige status hebben, zoals de doelsoorten uit het Handboek Natuurdoeltypen (Bal e.a., 2001) en soorten die op de Nederlandse en Vlaamse Rode lijsten voorkomen.

Het effectenonderzoek zal vooral worden gericht op de volgende soort(groep)en, omdat effecten op de voorhand niet kunnen worden uitgesloten:

- hogere planten
- vissen (trekvissen, estuariumsoorten, kinderkamersoorten)
- vogels (broedvogels en niet-broedvogels)
- zeehonden (Gewone zeehond).

Het criterium '**ecologisch functioneren**' wordt meetbaar gemaakt aan de hand van de variabelen die conform de verplichtingen uit de Europese Kaderrichtlijn Water worden gebruikt om de ecologische toestand van waterlichamen te beoordelen. In Nederland zijn deze voor de natuurlijke waterlichamen al voldoende uitgewerkt om in dit m.e.r. te gebruiken (van der Molen *et al.*, 2004)<sup>11</sup>. Voor Vlaanderen is dat nog niet voor alle kwaliteitselementen het geval, maar op hoofdlijnen is het wel al beschreven door Van Damme *et al.* (2003). Tabel 5-3 bevat voor Nederland en Vlaanderen een overzicht.

---

<sup>11</sup> Zowel het Nederlandse deel als het Vlaamse deel van het Schelde-estuarium is aangemerkt als sterk veranderd waterlichaam. Doelen die voor het meest gelijkende natuurlijke watertype (overgangswateren) zijn afgeleid, zijn daarom niet zonder meer van toepassing.

Kwaliteitselement	Uitwerking Nederland	Uitwerking Vlaanderen
Fytoplankton	biomassa (µg/l chl-a)	biomassa (µg/l chl-a)
	soorten samenstelling	soorten samenstelling
		mate van uitspoeling
		lichtcondities
		nutriëntenhuishouding
Macroalgen en angiospermen	schorareaal en –kwaliteit	schorareaal en -kwaliteit
	zeegrasareaal en –kwaliteit	per schor: vormindex of breedte
	zeewier zacht substraat	per schor: soortenrijkdom en floristische kwaliteit
Macrofauna	totale biomassa	gem. biomassa: gem. primaire productie
	aantal soorten	areaal platen, ondiep water en mosselbanken
	areaal mosselbanken	per ecotoop: diversiteit, dichtheid en biomassa
	soortensamenstelling per ecotoop <sup>12</sup>	
Vis	aantal soorten per gilde	biotische index

Tabel 5-3: Uitwerking biologische kwaliteitselementen cf. Europese Kaderrichtlijn Water voor 'overgangswateren'

### 5.3 Mogelijke effecten van verruiming op Natuur en Ecologie

Niet alle denkbare effecten van de aanleg, het onderhoud/de aanwezigheid en het gebruik van de verruimde vaargeul zijn relevant. Voor zover nu valt te voorzien, gaat het voor wat betreft de effecten op Natuur en Ecologie om de in Tabel 5-4 opgenomen effecten met de daarbij behorende (globale) doorwerking.

<sup>12</sup> Het gaat om de volgende 6 ecotopen (= morfologische eenheid/subtype uit tabel 5-2): zout laagdynamisch ondiep water, hoogdynamisch litoraal, zout laagdynamisch laaggelegen litoraal, zout laagdynamisch middelhoog gelegen litoraal, zout laagdynamisch hooglitoraal, brak laagdynamisch litoraal.



Fase	primair effect	effect op
Realisatie	tijdelijke toename turbiditeit	doorzicht -> primaire productie -> voedselvoorraad
		doorzicht -> zichtbaarheid prooien -> zichtjagers
	vernietiging biotoop (tijdelijk en permanent)	bodemdieren -> voedselvoorraad
		oppervlakte en kwaliteit habitattypen
Onderhoud <sup>1</sup> en aanwezigheid	tijdelijke toename turbiditeit	doorzicht -> primaire productie -> voedselvoorraad
		doorzicht -> zichtbaarheid prooien -> zichtjagers
	tijdelijke vernietiging biotoop	bodemdieren -> voedselvoorraad
		kwaliteit habitattypen
verandering waterbeweging	arealen 'luw' en 'ruw' gebied -> leefgebied en voedselvoorraad (w.o. schelpdieren, wormen, vissen)	
verandering oppervlakte en kwaliteit habitat(sub)typen (lange termijn)	arealen leef-, rust- en foerageergebied voor beschermde soorten en andere aandachtsoorten	
Gebruik	Toename intensiteit scheepvaart	geluid onder en boven water -> vissen, (broed)vogels, zeehonden
		aanwezigheid (verstoring) -> vogels, zeehonden
		emissies -> ecologische functioneren

Tabel 5-4: Effecten van realisatie, onderhoud/aanwezigheid en gebruik van verruimde vaargeul op Natuur en Ecologie

<sup>1</sup> Onderhoud van de vaargeul leidt grotendeels tot hetzelfde type effecten als de aanleg, maar locaties en duur van de ingrepen verschillen.

## 5.4 Onderzoeksmethode

### 5.4.1 Inleiding

Bij het onderzoek naar de effecten van verruiming van de vaargeul op Natuur en Ecologie vormen de zogenaamde ingreep-effectrelaties het uitgangspunt. Deze zijn in grote lijnen al opgesteld om ervoor te zorgen dat de diverse deelonderzoeken goed op elkaar aansluiten. Hierbij is zowel 'top down' als 'bottom up' gewerkt. Dit betekent dat voor de diverse (gegroepeerde) onderzoeksparameters enerzijds in beeld wordt gebracht welke sleutelfactoren het belangrijkste zijn (top down), maar dat aan de andere kant ook in beeld wordt gebracht in hoeverre verwacht kan worden dat de betreffende sleutelfactor(en) zullen worden beïnvloed door de verruiming (bottom up).

Bij deze exercitie is gebruik gemaakt van de door Graveland (2005) voor de Westerschelde verzamelde inzichten en de ervaringen van Heinis *et al.* (2005) bij het opstellen van de passende beoordeling van de effecten van de tweede Maasvlakte op de Waddenzee en Noordzeekustzone.

---

#### **5.4.2 Effecten op diversiteit habitattypen**

Effecten op de oppervlakte van habitattypen volgen vrijwel rechtstreeks uit de resultaten van de deelonderzoeken Morfologie / Bodem en Water. Voor een belangrijk deel geldt dit ook voor de habitatkwaliteit, waar het immers vooral om morfologische, fysische en chemische parameters gaat. Voor de onderzoeks aanpak van de verschillende parameters wordt dan ook naar de overzichtstabel (bijlage 2) en de betreffende paragrafen verwezen.

#### **5.4.3 Effecten op diversiteit soorten**

Ook voor het bepalen van de effecten op vissen, vogels en zeehonden zijn de resultaten van de deelonderzoeken Morfologie / Bodem en Water nodig. In dit geval zijn de resultaten echter meestal niet rechtstreeks door te vertalen naar effecten op soorten. Tussen het effect van de ingreep op fysische parameters en het uiteindelijke effect op soorten moeten een of meerdere tussenparameters worden bepaald. Sommige van deze tussenparameters volgen direct uit de modelresultaten, maar voor het bepalen van andere zal dat niet altijd mogelijk zijn en moet de informatie uit andere bronnen komen.

Een belangrijke stap in het onderzoek is dan ook het verder detailleren van de eerder opgestelde relaties tussen de ingreep (verruiming) en het te beoordelen effect (bijv. aantallen van een bepaalde soort). Het verkrijgen van inzicht in het relatieve belang van de door de verruiming beïnvloede factoren voor de soort hoort daarbij. Mogelijk zal in dit stadium nog een aantal relevante effectketens afvallen.

Naast de effectketens zelf, moet in deze stap veel aandacht worden besteed aan geconstateerde leemten in kennis voor bepaalde stappen in de keten (tussenparameters). Steeds moet de vraag worden gesteld of gedetailleerde kennis over de betreffende tussenparameter écht essentieel is of dat het misschien mogelijk is door aannames (eventueel met een ruime bandbreedte) een globale inschatting te maken. In het eerste geval blijft er een leemte in kennis bestaan en kan de betreffende effectketen niet worden uitgewerkt, terwijl in het tweede geval wel een effectbepaling kan worden uitgevoerd.

De laatste jaren is m.n. voor steltlopers in het kader van het EVAII-project aanzienlijke progressie geboekt in de ecologische modellering van de relaties tussen abiotische factoren en de verspreiding (o.a. Ens *et al.*, 2005, Rappoldt *et al.*, 2004). Deze modellen zijn echter niet zonder meer toepasbaar in het onderzoek voor dit MER, omdat voor slechts een zeer beperkt aantal soorten een gedetailleerde effectvoorspelling mogelijk is (Ens *et al.*, 2005). Wel kan de via het genoemde modelonderzoek beschikbaar gekomen informatie over de relaties tussen abiotische factoren, zoals droogvalduur, stroomsnelheid en zoutgehalte en de verspreiding van (met name) steltlopers in het m.e.r.-onderzoek goed worden gebruikt.

---

Bij het berekenen van effecten van de ingreep op de diverse soort(groep)en zullen deze modellen daarom niet worden ingezet, maar zal gebruik worden gemaakt van eenvoudiger rekenregels (in Excel). De rekenregels zoals deze eerder zijn opgesteld voor het effectenonderzoek rond Maasvlakte 2 en het SMER vormen hiervoor de basis. Waar mogelijk (vooral voor steltlopers) zullen deze worden aangevuld en verfijnd aan de hand van de nieuwste inzichten (Ens *et al.*, 2005, Rappoldt *et al.*, 2004).

Bij de 'top down' benadering voor het bepalen van effecten op soorten zijn voor de verschillende soortgroepen de belangrijkste, mogelijk door de verruiming beïnvloede, factoren bepaald:

### **Vissen**

Belangrijke factoren voor vissen zijn:

- beschikbaarheid (luw) leefgebied (estuarium- en kinderkamersoorten)
- beschikbaarheid voedsel (estuarium- en kinderkamersoorten), w.o. zoöplankton en bodemdieren
- turbiditeit (doorzicht, gehalte zwevend stof)
- verstoring (onderwater geluid)

### **Vogels**

Voor doortrekkers en overwinteraars én foeragerende kustbroedvogels worden aantallen, conditie en broedsucces (broedvogels) bepaald door:

- beschikbaarheid voedsel
- bereikbaarheid voedsel
- verstoring

Het gaat om de volgende hoofdgroepen:

- Viseters diep water (duikers, futen e.d.)
- Viseters foeragerend aan oppervlakte (sterns e.d.)
- Viseters ondiep water (reigers, lepelaar, ruiters)
- Wadvogels – schelpdiereters (scholekster, kanoet)
- Wadvogels – wormeneters (meeste overige steltlopers)
- Wadvogels – gemengd of 'ander' dieet (bergeend, wulp e.d.)
- Planteneters – m.n. ganzen
- Roofvogels

Voor de broedvogels is daarnaast de aanwezigheid van geschikte broedlocaties belangrijk. De belangrijkste (buitendijkse) broedgebieden zijn:

- Verdrongen land van Saefthinghe (tureluur, scholekster, visdief, kluut en blauwborst)
- Hooge Platen (visdief, grote stern, dwergstern, kluut, strandplevier, tureluur, zwartkopmeeuw)

---

## **Zeehonden**

Aantallen en conditie van zeehonden worden bepaald door:

- aanwezigheid geschikte ligplaatsen
- beschikbaarheid voedsel
- bereikbaarheid voedsel
- verstoring (boven en onder water)

In bijlage 3 is voor een aantal belangrijke soortgroepen de bij de definitie van het onderzoek gebruikte ingreep-effectrelaties opgenomen.

### **5.4.4 Ecologisch functioneren**

Effecten van de verruiming op het ecologisch functioneren zullen deels worden afgeleid uit modelresultaten en vloeien voor een deel voort uit de resultaten van het onderzoek naar de effecten op soorten en habitattypen. Zo is 'schorareaal' in feite een optelsom van de oppervlakten van de verschillende schortypen die voor het aspect 'diversiteit habitats' dient te worden bepaald; de kwaliteit van schorren kan worden afgeleid uit de verhouding tussen de arealen van de verschillende schortypen. Voor wat betreft de eventuele effecten op het kwaliteitselement 'vissen' kan gebruik gemaakt worden van de gegevens die voor het in beeld brengen van de 'diversiteit van soorten' worden verzameld en bewerkt. Ook daar worden de soorten naar ecologisch gilde ingedeeld (zie SMER).

Voor wat betreft de effecten op macrofauna (bodemdieren) vormen de berekeningen van de effecten op de diverse onderscheiden morfologische eenheden (habitatsubtypen) het uitgangspunt. Verschillen in biomassa en samenstelling van de bodemfauna hebben namelijk voor een belangrijk deel aan de basis gestaan van deze indeling (zie o.a. Stikvoort *et al.*, 2003; Bouma *et al.*, 2005). Effecten op enkele parameters zijn hiermee nog niet geheel gedekt, zoals primaire productie en algensamenstelling. Deze zullen op basis van deskundigenoordeel worden ingeschat (bijvoorbeeld aan de hand van effecten op de turbiditeit).

## **5.5 Producten**

Het deelonderzoek Ecologie/Natuur leidt tot een (of meerdere) deelrapporten met minimaal de volgende onderdelen:

- toetsings- en beoordelingskader Natuur en Ecologie
- afbakening effecten, ingreep-effectrelaties en overige aspecten
- beschrijving huidige situatie en autonome ontwikkeling (nulalternatieven)
- beschrijving van de relaties tussen de ingreep (verruiming) en effecten
- beschrijving effecten van alternatieven voor verruiming in de diverse varianten (zie beschrijving alternatieven/varianten)
- beoordeling effecten.

---

Het deelrapport (of de deelrapporten) bevat(ten) alle informatie die nodig is voor het onderdeel Natuur en Ecologie in de m.e.r. en de daarin op te nemen cf. de Vogel- en Habitatrichtlijn uit te voeren passende beoordeling van de effecten van de verruiming. Dit betekent dat ook aandacht zal worden besteed aan de mogelijke cumulatieve effecten van eerdere dan wel toekomstige plannen of projecten op de onderdelen van het studiegebied die aangemeld of aangewezen zijn als Speciale Beschermingszone cf. de Vogel- en Habitatrichtlijn (bijna het hele studiegebied). De effecten van mitigerende maatregelen evenals een eventuele resterende compensatieopgave komen daarnaast ook aan bod.

## 6 Aanpak arealen en waterbeweging

### 6.1 Te bepalen ecotoopgrenzen

In Hoofdstuk 4 is ingegaan op het morfologisch onderzoek. Een van de uitkomsten van dit morfologisch onderzoek zijn de bodemveranderingen die in 2015 en 2030 zullen optreden bij de in paragraaf 2.7 gedefinieerde alternatieven. De voorspelde bodems zullen de basis vormen voor het bepalen van arealen in het ecologisch onderzoek. Het nut van het gebruik van een apart waterbewegingmodel voor deze bepaling zit in twee aspecten. Het eerste aspect heeft te maken met het waterbewegingmodel, dat veel meer detail in de Westerschelde en in de Beneden-Zeeschelde heeft. Een overzicht van de voorziene roosters met een korte bespreking van de fijnheid is opgenomen in bijlage 4. De bodem in het model wordt bepaald op basis van de hoogresolutie bodem zoals toegeleverd door de opdrachtgever (10 bij 10 meter resolutie). Slechts de bodemveranderingen uit de morfologische modellen worden hierop gesuperponeerd. Op deze wijze kunnen de veranderingen in ecotopen arealen nauwkeuriger worden bepaald. Het tweede aspect heeft te maken met de representatieve springtij-doodtij-cyclus waarvoor gerekend wordt. In de morfologische simulaties wordt een andere periode gebruikt. Indien nodig kunnen de randvoorwaarden voor hoge en lage afvoer vanuit deze gedetailleerde simulaties worden afgeleid. In het ecologisch onderzoek is een aantal ecotopen onderscheiden (zie Tabel 6.1). In deze tabel is te zien dat de ecotoopgrenzen gerelateerd zijn aan het voorkomen van bepaalde waterstanden of door de frequentie van overstroming. Door een verandering in de bodemligging in het Schelde-estuarium zullen de waterstanden in het estuarium wijzigen waardoor ook de ligging van de ecotoopgrenzen en vervolgens ook de ecotooparealen zullen veranderen. Voor de ecologische effectvoorspelling (zie Hoofdstuk 5) is het van belang om inzicht te krijgen in de te verwachten veranderingen in de ligging van de ecotoopgrenzen en de verandering in de ecotooparealen die in de verschillende alternatieven en varianten kunnen worden verwacht.

Ecotoop	grenzen
Supralitoraal hooggelegen (hoog schor)	5 – 50 keer/jaar overstroomd
Supralitoraal middelhoog gelegen (middelhoog schor)	50 – 150 keer/jaar overstroomd
Supralitoraal middellaag gelegen	150 – 300 keer/jaar overstroomd
Supralitoraal laag gelegen	GHWD – 300 keer/jaar overstroomd
Supralitoraal	Ligging boven GHWD
Litoraal	GLWS - GHWD
Litoraal laagdynamisch, hoog gelegen	Overspoeling tot 25% - GHWD, $u < 0,6\text{m/s}$
Litoraal laagdynamisch, laag of middelhoog gelegen	GLWS – overspoeling tot 25%, $u < 0,6\text{m/s}$
Litoraal hoogdynamisch	GLWS – GHWD, $u > 0,6\text{m/s}$
Ondiep water	GLWS – GLWS -5m
Geul	Dieper dan 5 m onder GLWS

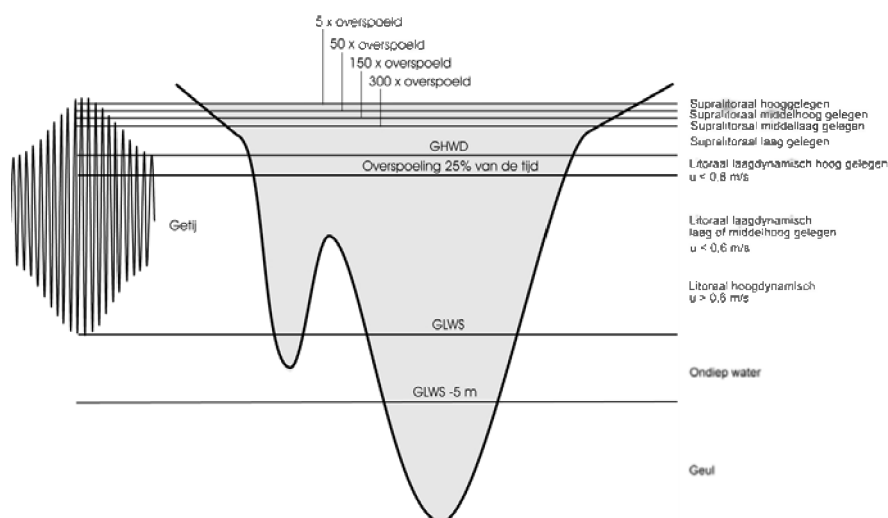
Tabel 6-1: Ecotoopgrenzen

De verticale opeenvolging van de hierboven genoemde ecotopen is grafisch weergegeven in Figuur 6-1.

## 6.2 Onderzoeksmiddelen

De in het morfologisch onderzoek voor de verschillende alternatieven bepaalde bodemligging is bepalend voor de oppervlakteverdeling van de verschillende ecotopen. Het model waarmee deze bodemontwikkeling zal worden afgeleid is echter te grof om gedetailleerde voorspellingen te geven van veranderingen in de ecotooparealen. Voor het inschatten van de oppervlakteveranderingen van de ecotopen is het van belang te beschikken over een hydraulisch model met voldoende ruimtelijke resolutie.

Om die reden is besloten om de bodemveranderingen die uit de morfologische berekeningen worden afgeleid in te bouwen in een veel fijner (WAQUA in) SIMONA-model. SIMONA is net als DELFT3D een procesmodel dat de tijdsafhankelijke waterbeweging in 2 of 3 dimensies simuleert. In dit onderzoek zal 2D worden gerekend. Tijdens de strategische milieueffectenrapportage is reeds ervaring opgedaan met het bepalen van de areaalveranderingen met behulp van het SIMONA-model.



Figuur 6-1: Ecotoop grenzen

In het SIMONA-model zullen achtereenvolgens de bodemveranderingen worden ingebouwd die beschikbaar zijn gekomen uit de morfologische simulaties van de verschillende alternatieven en varianten. Door simulaties voor een representatieve springtij-doodtij-cyclus uit te voeren zal de invloed van de verdieping op de doordringing van het getij in het estuarium worden bepaald voor de verschillende alternatieven en varianten en in de beschouwde tijdshorizon (2010, 2015 en 2030).

---

Het resultaat van deze simulaties is de wijziging van de hoogteligging van de in Tabel 6-1 gedefinieerde ecotoopgrenzen (ten opzichte van een variabel referentiepeil) en de absolute arealen van deze ecotopen.

In Tabel 6-1 is onderscheid gemaakt tussen litoraal laagdynamisch en litoraal hoogdynamisch. In de strategische m.e.r. is reeds een analyse uitgevoerd om de grens te leggen tussen hoog- en laagdynamisch litoraal gebied. In de strategische m.e.r. is de grens gelegd bij een stroomsnelheid van 0,6 m/s. Om die reden is deze waarde opgenomen in Tabel 6-1.

In het huidige onderzoek zal deze grens nader worden verfijnd. Op basis van de recent gepubliceerde ecotopenkaart zal met behulp van het SIMONA-model van de huidige situatie een nadere verificatie worden uitgevoerd welke stroomsnelheid zal worden gebruikt als grenswaarde tussen hoog- en laagdynamisch litoraal. Deze validatie zal bestaan uit het vergelijken van de in de ecotopenkaart bepaalde grens met de voorkomende stroomsnelheden in het SIMONA-model. Vermoedelijk zal de verificatie plaatsvinden op basis van de maximaal in een springtij-doodtij voorkomende lokale stroomsnelheid.

Omdat de ecotoopgrenzen worden gedefinieerd als karakteristieke waterstanden binnen een springtij-doodtij-cyclus en omdat de frequentie van overstroming van het gebied ook bepalend is voor de indeling van ecotopen zal een representatieve springtij-doodtij-cyclus worden gebruikt als randvoorwaarde voor de simulaties. De simulaties zullen worden uitgevoerd met een gemiddeld bovenstrooms debiet op de Schelde.

In de strategische m.e.r. is programmatuur ontwikkeld om op basis van een representatieve springtij-doodtij-cyclus de oppervlakten van de verschillende ecotopen te bepalen. Deze programmatuur en dezelfde randvoorwaarden (inclusief zeespiegelstijging) zullen ook in het huidige onderzoek worden ingezet ter bepaling van de oppervlakte(veranderingen) van de verschillende ecotopen.

De habitat typen worden bepaald voor deelgebieden die tezamen het gehele onderzoeksgebied binnen het Schelde-estuarium dekken. Het totale oppervlak (van dijk kruinlijn tot dijk kruinlijn) wordt dus meegenomen en de som van alle typen is altijd weer 100 % van het oppervlak van het onderzoeksgebied.

Alle simulaties worden gemaakt voor dezelfde representatieve springtij doodtij cyclus. Eerst wordt er een volledige springtij-doodtij-cyclus ingespeeld, waarna de echte simulatie volgt. Voor elke rekencel in het gebied wordt op basis van de lokale waterstand bepaald voor welk percentage van de tijd de cel overstromd wordt.



Deze cyclus wordt gekenmerkt door 27 opeenvolgende getijden, waarvan het springtijbereik ongeveer gelijk is aan het bereik tussen GHWS en GLWS en het doodtijbereik ongeveer gelijk is aan het bereik tussen GHWD en GLWD.

Het gemiddelde niveau op de zeerand is bovendien ongeveer gelijk aan de gemiddelde zeespiegelstand voor een bepaald jaar (GW = Gemiddeld Water). Het model is zo opgezet dat de gemiddelde waterstand in Vlissingen voor 2005 ongeveer overeenkomt met het langjarige gemiddelde stijgende niveau van de middenstand in Vlissingen (zie gele boekjes van RWS).

Bij zeespiegelstijging (2010, 2015 en 2030) wordt een aangepaste middenstand bepaald en gebruikt. De getijkromme op de zeerand van het model wordt voor deze jaren opnieuw bepaald, door omliggende modellen te draaien (CSM, ZUNO). Daarbij worden de diepten van die omliggende modellen overeenkomstig de zeespiegelstijging voor dat jaar verdiept.

Voor elk jaar waarvoor de waterbeweging berekend moet worden, worden vervolgens in elk punt van het model de GLWS, de GLWS – 5 m, de GHWD, etc. bepaald. Die niveaus zijn per jaar en per locatie anders. Er wordt dus gebruik gemaakt van relatieve niveaus voor de areaal bepaling en geen absolute niveaus. Uit de strategische m.e.r. bleek dat dit fundamenteel een veel juistere keuze is.

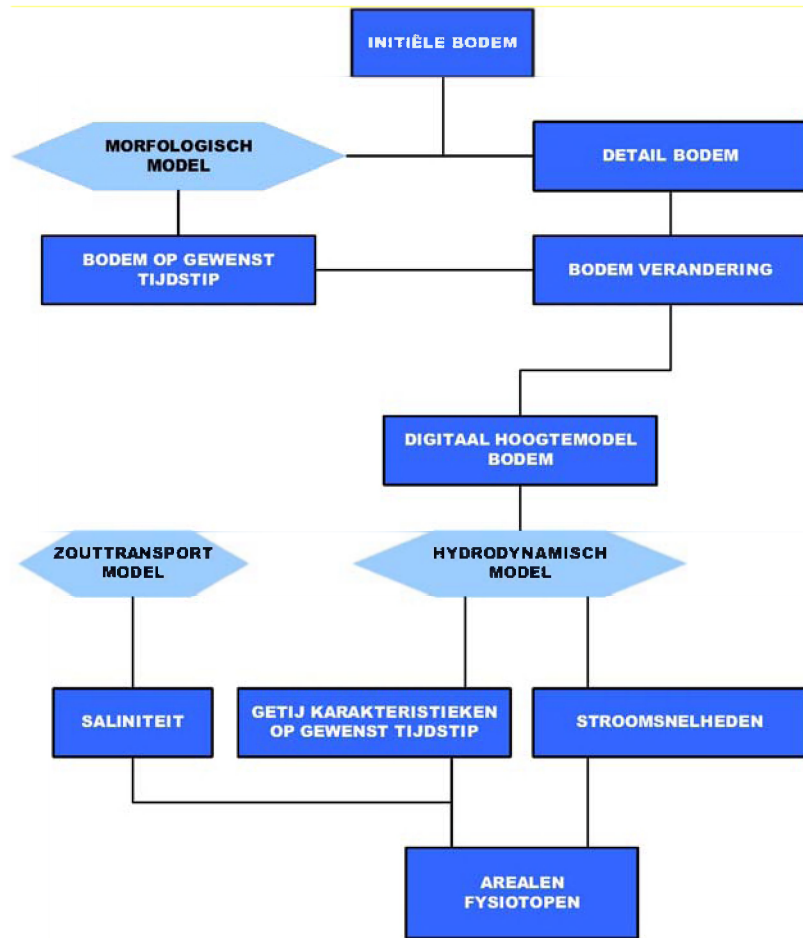
### 6.2.1 Nadere ecotoopindeling op basis van saliniteit

De ecotopen zullen tevens worden ingedeeld op basis van saliniteit. In het uit te voeren onderzoek zal gebruik worden gemaakt van de in Tabel 6-2 gepresenteerde saliniteitsgrenzen. De zoutvariatie wordt gedefinieerd als het quotiënt van vier keer de standaarddeviatie van het zoutgehalte en het gemiddelde zoutgehalte, vermenigvuldigd met 100%.

	ZOUTGEHALTE		
	< 5,4 zoet	5,4 – 18: brak	> 18 zout
Zoutvariatie			
≤ 100%	Weinig variabel		
> 100%	Variabel		

Tabel 6-2: Gehanteerde saliniteitsgrenzen

De arealen worden via GIS technieken ingedeeld middels saliniteitsvelden (zoet, brak en zout) en snelheidsvelden, die beide resulteren uit de modelberekeningen, zodat inzicht kan worden gegeven in de oppervlakte van de verschillende ecotooparealen in een zoet, brak of zout milieu. (zie Figuur 6-2).



Figuur 6-2: Arealen fysiotoopen

### 6.2.2 Aantal modelsimulaties

Onderstaand wordt een overzicht gegeven van de simulaties die zullen uitgevoerd worden met het waterbewegingmodel, teneinde de arealen te bepalen.

	Rekenjaar			
	2005	2010	2015	2030
	Bodem			
	2004/2005	2010	2015	2030
Huidige situatie	1			
Nulalternatief inclusief autonome ontwikkeling + stortstrategie 2006		2	3	4
Nulplusalternatief + flexibel storten		2	5	6
Verdieping aanleg stortvariant 1 <sup>1</sup> + flex.storten		7		
Verdieping aanleg stortvariant 2 <sup>2</sup> + flex.storten		8		
Verdieping aanleg stortvariant 3 <sup>3</sup> + flex.storten		9		
Verdieping aanleg stortvariant 4 <sup>4</sup> + flex.storten		10	11	12
Verdieping + stortstrategie 2006 (project alternatief min)		=10	13	14

<sup>1</sup> B: 3,5 Mm<sup>3</sup> Schaar van Ouden Doel, 3,5 Mm<sup>3</sup> op land; NL: 5,5 Mm<sup>3</sup> inactieve gebieden, 1,4 Mm<sup>3</sup> monding

<sup>2</sup> B: 5 Mm<sup>3</sup> geul Beneden-Zeeschelde, 2 Mm<sup>3</sup> Schaar van Ouden Doel; NL: ze veel mogelijk nevengeulen, rest monding

<sup>3</sup> B: 3Mm<sup>3</sup> Beneden-Zeeschelde, 2 Mm<sup>3</sup> Schaar van Ouden Doel, 2Mm<sup>3</sup> land; NL: zo veel mogelijk nevengeulen, rest op Hooge Platen

<sup>4</sup> B: 3Mm<sup>3</sup> Beneden-Zeeschelde, 2 Mm<sup>3</sup> Schaar van Ouden Doel, 2Mm<sup>3</sup> land; NL: optimalisatie aan de hand van voorgaande varianten

Tabel 6-3: Overzicht WAQUA in SIMONA simulaties<sup>13</sup>

### 6.3 Onderzoeksmethode waterbeweging

#### 6.3.1 Algemeen

De Tabel 6.4 geeft een overzicht van de onderzoeksparameters en de tussenparameters die zullen worden afgeleid uit de waterbeweging simulaties. In tabelvorm zullen de oppervlaktematen (in ha) van de onderscheiden ecotopen in de beschouwde alternatieven worden opgeleverd. Tevens zullen kaarten worden samengesteld van het ruimtelijke beeld van de ecotopen in de beschouwde alternatieven.

Een eerste inschatting van de onzekerheden in de bepaling van de arealen zal worden gebaseerd op de validatie van de grens tussen hoog- en laagdynamisch areaal. De mate waarin met behulp van het model een min of meer gelijke grens kan worden geïdentificeerd als welke werd vastgelegd in de beschikbare ecotopenkaarten geeft een eerste maat voor de onzekerheid van de voorspelde ecotooparealen.

Naast het bepalen van de ecotooparealen zal ook aandacht worden besteed aan een aantal tussenparameters van de discipline water (zie Tabel 6.5). Zo zal met behulp van de verschillende simulaties inzicht worden gegeven in de verandering die zal optreden (in 2010, 2015 en 2030) in de getijkrommen bij doottij, gemiddeld getij en bij springtij op een aantal nader te selecteren locaties langs de Schelde.

<sup>13</sup> Mogelijks dienen nog 4 simulaties te worden uitgevoerd voor de afstemming met de simulaties bij laag en hoog bovendebiet.

Tijdens de strategische m.e.r. zijn reeds conclusies getrokken met betrekking tot de veiligheid tijdens extreme omstandigheden. In de huidige m.e.r. zal daarom geen nieuw onderzoek worden uitgevoerd naar deze veiligheid tijdens extreme waterstanden, maar zal gebruik worden gemaakt van de resultaten van de SMER. Wel zal worden gekeken naar de eventuele toename van stroomsnelheden op vooroevers van waterkeringen, die mogelijk zouden kunnen leiden tot het instabiel worden van de waterkering. Naar verwachting zal dit effect gering zijn.

<b>Code</b>	<b>Onderzoeks en tussenparameter</b>
P1	Oppervlak habitattypen (type 1110, 1130, 1310, 1320, 1330)
E1	Dynamiek habitat: verhouding hoogdynamisch en laagdynamisch gebied
E5	Waterkwaliteit habitat: zoutgradiënt
M1	Areaal geul (habitatype 1130)
M2	Areaal ondiep water (type 1130)
M3	Areaal litoraal hoogdynamisch (type 1130)
M4	Areaal litoraal laagdynamisch, laag of middelhoog gelegen (type 1130)
M5	Areaal laagdynamisch hoog gelegen (type 1130)
M6	Areaal supralitoraal (type 1130)
M7	Areaal supralitoraal laag gelegen (habitatype 1310)
M8	Areaal supralitoraal middellaag gelegen (schorren met slijkgrasvegetatie, type 1320)
M9	Areaal supralitoraal middelhoog gelegen schor (habitatype 1330)
M10	Areaal supralitoraal hoog gelegen schor (habitatype 1330)
M11	Areaal diepe kustzone (habitatype 1110)
M12	Areaal ondiepe kustzone (habitatype 1110)
M13	Areaal schor
M14	Breedte schor
M15	Steilheid van de overgang tussen ecotopen/(sub) habitatypes
M29	Schuifspanning
M30	Areaal boven hoogwaterlijn op platen
M31	Plaatrandlengte aan diep water
W5	Gemiddelde tijkrommen bij dood-, gemiddeld en springtij op een aantal locaties

Code	Onderzoeks en tussenparameter
W6	Droogvalduur.
W9	Gemiddelde stroomsnelheden op platen en slikken (gekoppeld aan definitie laag- en hoogdynamisch)
P57	Risico's voor stabiliteit hoogwaterkering
P46	Aanvaringsrisico

Tabel 6-2: Tussenparameters water

### 6.3.2 Bepaling tussenparameters

- E1: de overgang tussen hoog- en laagdynamisch wordt bepaald op basis van de overschrijding van een nader te bepalen stroomsnelheid (in het SMER 0,6 m/s) in elke cel. Op basis van het quotiënt van de oppervlakten wordt de verhouding bepaald.
- E5: de zoutgrenzen worden bepaald op basis van het 3D zoutmodel<sup>14</sup>.
- M1 t/m M13 en M30: worden bepaald op basis van de hierboven aangegeven criteria. Van elke cel wordt bepaald tot welk type Habitat hij behoort. Vervolgens wordt het cel oppervlak bij dit Habitat type opgeteld. Er wordt daarbij gewerkt met relatieve referentieniveaus. Deze worden bepaald voor elke natte locatie in het model.
- M14, M15 en M31: worden via GIS voor elke simulatie. Daarbij wordt met name gekeken naar de grotere eenheden.
- M29: wordt bepaald op basis van de maximale snelheidsvelden.
- W5: behoort tot de standaarduitvoer van elke simulatie.
- W6: wordt bepaald op basis van het percentage van de tijd dat een rekencel gedurende een volledige springtij-doodtij-cyclus droog valt.
- W9: wordt bepaald als zijnde het gemiddelde van de absolute stroomsnelheden in een cel gedurende een volledige springtij-doodtij-cyclus.
- P57: Risico's voor de stabiliteit van hoogwaterkering worden bepaald door de stabiliteit van de vooroevers te bepalen. De stabiliteit van de vooroevers zal worden bepaald op basis van de toename van de lokale stroomsnelheden op de locaties waar dit een rol speelt.
- P46: met betrekking tot het aanvaringsrisico wordt een berekening gemaakt van het verschil in snelheidsvectoren in de vaarweg. Dit impliceert dat geen volledig nautisch onderzoek wordt uitgevoerd.

<sup>14</sup> en waar deze resultaten niet beschikbaar zijn aangevuld met de waarden uit het 2D waterbewegingmodel of 1D model

---

## 7 Aanpak onderzoek slib en zout

### 7.1 Slib- en zoutdynamiek in het Schelde-estuarium

Het Schelde-estuarium wordt beschouwd als zijnde goed gemengd, omwille van de relatief beperkte aanvoer van zoetwater uit de bovenlopen, die gemiddeld ongeveer  $100\text{m}^3/\text{s}$  bedraagt. Dit impliceert dat de saliniteitsverschillen over de verticaal klein zijn, zoals gebleken is uit talrijke metingen in het verleden en recent (februari 2005) tijdens de meetcampagne HCBS die door IMDC samen met WL|Delft Hydraulics werd uitgevoerd. Wel wordt de Schelde, en vooral de Beneden-Zeeschelde, gekenmerkt door langsgradiënten inzake zoutgehalte in de overgangszone tussen zout en zoet water, waarbij de zoetgrens zich rond de Rupel situeert en uitzonderlijk bij grote bovenafvoeren zoals in september 1998 opschuift richting Belgisch-Nederlandse grens. Deze zoutdynamiek is van groot belang in verband met de uitwisselingsprocessen tussen de rivier enerzijds en toegangseulen en het Deurganckdok anderzijds, waardoor grote slibaanvoer plaatsvindt, maar speelt een ondergeschikte rol in het globale slibtransportproces in de Beneden-Zeeschelde. Bovendien is de saliniteit, en meer bepaald de aanwezigheid van een saliniteitsgradiënt, een belangrijke variabele met betrekking tot de karakterisatie en in stand houding van het ecosysteem.

De fijne fractie van het suspensiemateriaal (i.e. het slib) is van een bijzonder belang in een estuarium. Door de estuariene processen (getijwerking, saliniteit, residuele stroming etc.) is de concentratie ervan sterk variabel in tijd en in plaats, wat zijn weerslag heeft op depositie, erosie en transport ervan, processen die uiteraard gekend moeten zijn bij o.a. de planning van baggerwerken of bij de aanleg van dokken of kaaimuren. Het voorkomen van slib in de Beneden-Zeeschelde is dus een verhaal met vele tijdschalen en dimensies, gezien de verschillende processen die zich afspelen. Op macroschaal kan worden gesteld dat de Beneden-Zeeschelde het gebied is waar zich het turbiditeitsmaximum van het Schelde-estuarium bevindt. De concentratie van slib in suspensie is in de Beneden-Zeeschelde meestal beperkt tot enkele tientallen tot honderden mg/l.

Dicht tegen de bodem kunnen zich lagen met hoge slibconcentratie (enkele g/l tot 10-tallen g/l) vormen. Deze lagen zijn dikwijls weinig stabiel gedurende een getij. Zij worden gevormd tijdens kentering, wanneer de stroomsnelheid zodanig laag is dat de slibdeeltjes neerslaan. Het voorkomen van deze lagen is het voorwerp van onderzoek dat thans wordt uitgevoerd door IMDC i.s.m WL | Delft Hydraulics in het kader van de meetcampagne HCBS (hooggeconcentreerde slibsuspensies) in het kader van LTV. Gedurende de volgende fase van het getij kan deze laag terug in suspensie gebracht worden.

---

Er kunnen echter ook delen van deze sliblaag 'overleven' en consolideren, dit zal eerder gebeuren gedurende dat deel van een doottij-springtij-cyclus wanneer het tijverschil vermindert en de stroomsnelheid afneemt.

Uit het slibtransportproces resulteert de afzetting van slib in verschillende gebieden die elk hun belang hebben voor de verschillende functies van de rivier, en waarbij in het kader van de verruiming van de vaargeul vooral de nautisch en ecologische aspecten (en gebieden) van belang zijn, en met name respectievelijk de vaargeul, de toegangseuilen en insteken en anderzijds de ondiepwatergebieden en de slikken en schorren. De grootste slibafzetting gebeurt in de toegangseuilen en insteken alsook op de slikken. De natuurlijke slibtransporten in het gebied zijn in de grootte van 10 tot 40 duizend ton per getij, wat op jaarbasis impliceert dat door de getijwerking 10 tot 30 miljoen ton slib naar opwaarts getransporteerd wordt tijdens vloed en een vergelijkbare hoeveelheid naar afwaarts tijdens eb.

## **7.2 Onderzoeksvragen**

Binnen deze context dienen de effecten van de verruiming van de vaargeul bepaald en afgewogen te worden. De volgende onderzoeksvragen kunnen daarom worden geformuleerd:

Inzake zoutdynamiek is de belangrijkste vraag:

- Zal door de verruiming de ligging van de zout/zoet overgang in het Schelde estuarium significant veranderen?

Inzake slibdynamiek zijn de belangrijkste vragen die aan de orde zijn:

- Zal door de verruiming de slibhuishouding en meer specifiek de ligging van het turbiditeitsmaximum significant veranderen?
- Zal door de verruiming de slibhuishouding in de ecologisch belangrijke gebieden (ondiep water, slik en schor) significant wijzigen?
- Zal door de verruiming de thans gehanteerde onderhoudsstrategie in de Beneden-Zeeschelde behouden kunnen blijven?
- Wat zijn de tijdelijke effecten van de baggerwerken (bij aanleg en tijdens het onderhoud) met betrekking tot de verspreiding van slib?

## **7.3 Modelinstrumentarium**

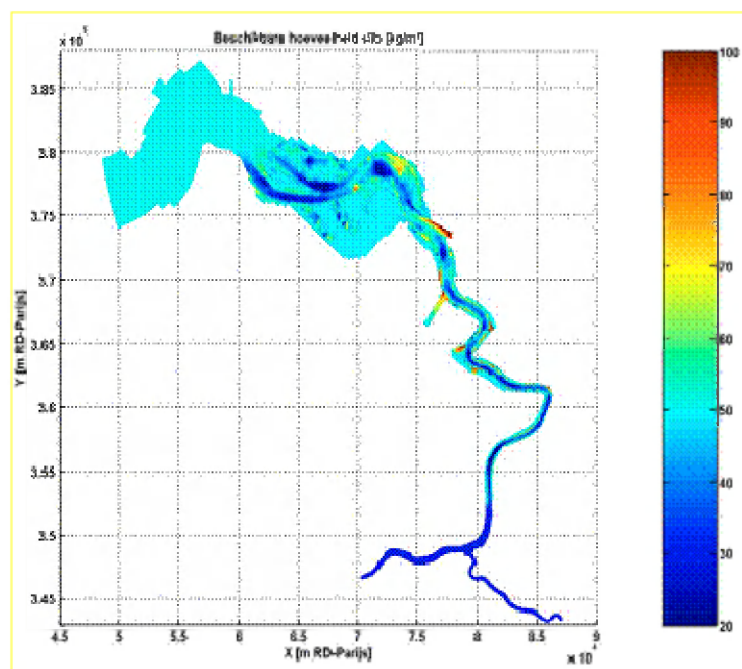
Voor het onderzoek zal gebruik gemaakt worden van het SLIB3D instrumentarium, gebaseerd op de DELFT3D software, dat in het verleden door IMDC en het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout gebruikt is om de aanslibbing in het Deurganckdok te bepalen en de milieueffecten te bepalen van de verschillende alternatieven voor het onderhoudsbaggerwerk in de Beneden-Zeeschelde.

---

Het model wordt thans door WL | Delft Hydraulics en IMDC in opdracht van het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout verder verfijnd om de slobuitwisseling ter hoogte van het Deurganckdok en de water- en slobbeweging in de omgeving van de mogelijke Current Deflecting Wall beter te kunnen simuleren.

Het model simuleert de waterbeweging, de zoutbeweging en de slobbeweging in 3D en het domein strekt zich thans uit van Baarland tot opwaarts de Rupelmonding. De verticale opbouw bestond in het verleden uit 10-12 lagen en is ondertussen opgevoerd tot 40 lagen. Deze hoge verticale resolutie is niet vereist voor het beantwoorden van de bovenbeschreven onderzoeksvragen. Tijdens het onderzoek zal worden nagegaan welke verticale resolutie noodzakelijk is voor een goede weergave van de slobbeweging, waarbij thans verwacht wordt dat 12-20 lagen zullen volstaan. De horizontale resolutie is thans zeer gedetailleerd ter hoogte van Deurganckdok en vermindert naar de afwaartse en opwaartse grens: ter hoogte van Deurganckdok is de kleinste gridafmeting 20m oplopend tot circa 200m aan de grenzen. Er zal door het team derhalve worden nagegaan wat de beste resolutie is om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden rekening houdend met de noodzakelijke horizontale resolutie en de implicaties inzake rekentijd. Vermoed wordt dat ter hoogte van de vaargeulverdieping in de Beneden-Zeeschelde, dit is tot 500m opwaarts van het Deurganckdok de resolutie voldoende hoog zal blijven, maar vermoedelijk lager dan de hoge resolutie van het 20m grid dat bestaat tussen Zandvliet en circa Meestooft.

Onderstaand wordt de uitgestrektheid van het huidige SLIB3D model weergegeven.



Figuur 7-1: Uitgestrektheid SLIB3D model



---

Tevens zal worden nagegaan in hoeverre het modeldomein van SLIB3D kan worden uitgebreid in zeewaartse richting, zodat het model ondersteunend kan zijn aan de beantwoording van onderzoeksvragen over de (verandering van) bodemsamenstelling van platen en slikken in dat gedeelte van het Schelde estuarium.

#### 7.4 Onderzoeksmethode

Onderstaand wordt per tussenvariabele aangegeven welke onderzoeksmethode in het kader van het m.e.r.-onderzoek zal worden gevolgd. Op het gebied van slib- en zoutdynamiek zullen 3 tussenparameters onderzocht worden:

- De ligging van het turbiditeitsmaximum
- De troebelheid als gevolg van de bagger- en stortactiviteiten
- De saliniteit

##### 7.4.1 Ligging turbiditeitsmaximum

Het turbiditeitsmaximum van het estuarium ligt in de Beneden-Zeeschelde. De ligging ervan wordt hoofdzakelijk bepaald door de bovenafvoer. Om het effect van de verruiming op de ligging van het turbiditeitsmaximum te onderzoeken, wordt voorgesteld een aantal simulaties uit te voeren met SLIB3D, met name:

- De huidige situatie (zowel voor zomer als winter)
- Nulalternatief: Autonome ontwikkeling, zonder vaargeulverruiming bij laag bovendebiet, dit is een typische **zomersituatie**, waarbij het laag debiet wordt vastgelegd op circa 30 m<sup>3</sup>/s<sup>15</sup>
- Nulalternatief: Autonome ontwikkeling, zonder vaargeulverruiming bij hoog bovendebiet, dit is een typische **wintersituatie**, waarbij het hoog debiet wordt vastgelegd op circa 300 m<sup>3</sup>/s<sup>1</sup>, wat overeenstemt met een gemiddeld hoog bovendebiet (het maximaal bovendebiet bedroeg in de afgelopen 25 jaar circa 620m<sup>3</sup>/s)
- Projectalternatief: Situatie met vaargeulverruiming bij laag bovendebiet, dit is een typische zomersituatie
- Projectalternatief: Situatie met vaargeulverruiming bij hoog bovendebiet, dit is een typische wintersituatie
- Aanvullend worden simulaties voorzien voor zowel zomer als winter voor het Nulplusalternatief en het Projectalternatief min

Voor deze situaties zullen simulaties worden uitgevoerd in de relevante jaren (2010, 2015 en 2030) en zoals verder beschreven.

Voor elk van deze simulaties wordt gerekend met een doortij-springtij-doodtij-cyclus<sup>16</sup>, na inspelings van het model.

---

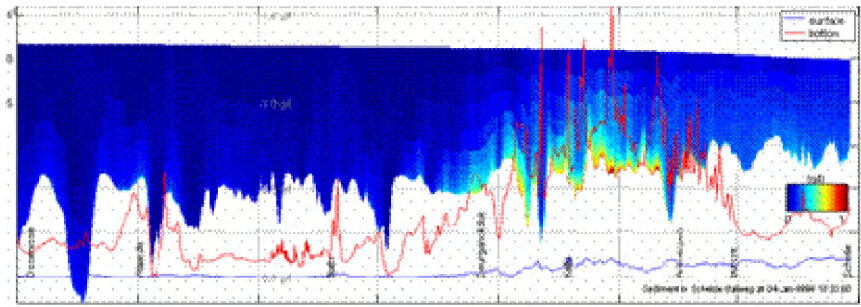
<sup>15</sup> Gebaseerd op decadegemiddelde debietanalyse te Schelle

<sup>16</sup> Bij gebruik van parallele processing

---

Uit de simulaties wordt volgens de langsas van de rivier de maximale dieptegemiddelde slibconcentratie afgeleid: uit de vergelijking van de simulaties voor het nulalternatief volgt de natuurlijke variatie van de slibconcentratie en dus ook van de troebelheid in de Beneden-Zeeschelde, terwijl uit de simulaties voor het projectalternatief het effect van de verruiming zal worden afgeleid.

Onderstaand wordt ter illustratie de slibconcentratieverdeling voorgesteld in een langsdoorsnede van de Schelde tussen Ossenisse en Schelle.



Figuur 7-2: Slibconcentratieverdeling

#### 7.4.2 Troebelheid door bagger-en stortactiviteiten

Met betrekking tot de troebelheid veroorzaakt door baggerwerken wordt een onderzoeksmethode voorgesteld die in 2 fasen gebeurt. In fase 1 wordt vooreerst een overzicht gegeven van de mogelijke (en toepasbare) bagger- en storttechnieken bij de realisatie van de verruiming en het onderhoud van de vaargeul. Vervolgens wordt aangegeven welke verliezen kunnen worden verwacht naar de omgeving. Bij deze verliezen zal onderscheid worden gemaakt tussen activiteiten die te maken hebben met zand, dan wel met slib. Deze analyse zal gebaseerd zijn op beschikbare literatuurgegevens en expert-kennis.

In fase 2 wordt gebruik gemaakt van modelberekeningen om de verspreiding van sediment na te gaan. Immers, de sedimentwolk die vrijkomt als verlies bij het baggeren (ondermeer tijdens de overlooperperiode bij zandbaggeren) en bij het storten van baggerspecie heeft lokaal (plaatselijk) en tijdelijk een verhoging van de turbiditeit tot gevolg. Aangezien tijdens een normaal baggerproces een typische cyclus wordt aangehouden tussen een specifieke bagger- en stortlocatie wordt voorgesteld om met behulp van het 3D slibtransportmodel (SLIB3D) de effecten te berekenen van het continue stortproces en de daaruit resulterende verspreiding van de slibfractie in de omgeving van de stortlocatie. Deze methode is reeds toegepast voor het bepalen van de milieueffecten voor het geheel van de onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde en het Deurganckdok.

---

Voor een aantal relevante en onderscheidende stortlocaties wordt uit de simulaties de volgende informatie afgeleid:

- de hoeveelheid gesuspendeerd sediment, welke wordt geëvalueerd op basis van de tijdelijke piekconcentratie (mg/l), de duur van deze piek en de afstand waarover de verhoging (significant) voelbaar is. Uit de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal wordt de fotische diepte en het doorzicht bepaald.
- de afzetting van slib op de slikken, waarbij vooral de sedimentatiesnelheid een effect heeft op de migratie- en bijgevolg ook de overlevingsmogelijkheden van de leefgemeenschappen
- de effectiviteit van de stortactiviteiten. Deze wordt uitgedrukt door het percentage gestort sediment te bepalen dat opnieuw wordt afgezet in een nautisch belangrijk gebied en waar het bijgevolg terug dient weggebaggerd te worden.

In totaal zijn 8 simulaties voorzien voor het uitvoeren van dit onderzoek.

### 7.4.3 Saliniteit

De zout/zoet overgang van het estuarium ligt in de Beneden-Zeeschelde. Net zoals voor de turbiditeit wordt de ligging ervan hoofdzakelijk bepaald door de bovenafvoer.

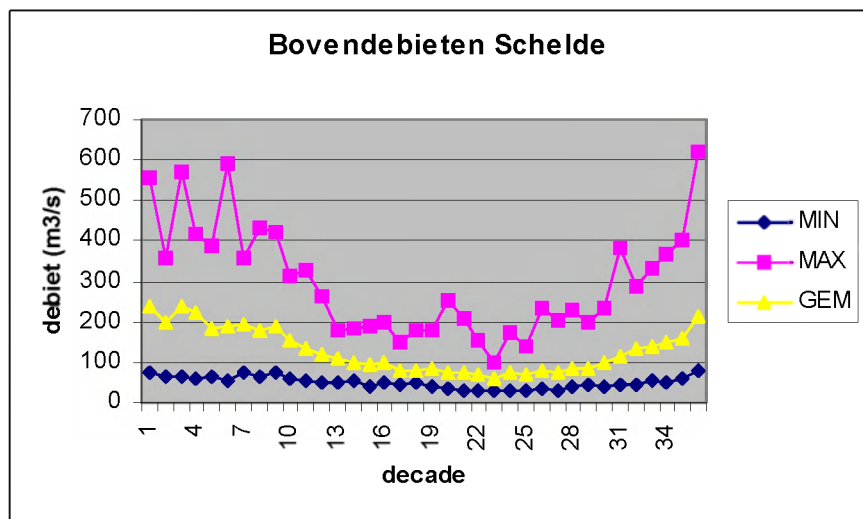
Ter karakterisatie van arealen is het zoutgehalte eveneens van belang (Bouma et al., 2005). Als kenmerken voor het zoutgehalte gelden:

- Het gemiddelde zoutgehalte bij hoogwater over een jaar met een gemiddelde zoetwaterafvoer (d.i. bovenafvoer of rivierafvoer)
- De zoutvariatie: deze wordt gedefinieerd als  $[(4 \times \text{de standaarddeviatie van het zoutgehalte}) / \text{gemiddelde zoutgehalte}] \times 100\%$ <sup>17</sup>

De standaarddeviatie dient idealiter bepaald te worden uit een langdurige (bij voorkeur langjarige simulatie, waarbij er een koppeling gebeurt tussen de afwaartse getijrandvoorwaarden en de opwaartse rivierafvoer. Met een 3D model is dit uitgesloten. Derhalve zal in de aanvangsfase van het onderzoek middels een 1D modelberekening de gevoeligheid worden onderzocht van het zoutgehalte (op een bepaalde plaats in het estuarium) voor variaties in het bovendebiet. Hieruit volgt de aflijning van de afwaartse grens van het SLIB3D model en een indicatie van de verwachte zoutvariatie langsheen het estuarium. De gemeten maximale, minimale en gemiddelde bovendebieten in het Scheldebekken (per decade) worden in onderstaande figuur geïllustreerd.

---

<sup>17</sup> Om de standaarddeviatie te berekenen is een groot aantal zoutberekeningen nodig, met name het doorrekenen van een volledig hydrologisch jaar of een langjarige tijdreeks. Vereenvoudigd kan worden aangenomen dat de zoutvariatie kan worden afgeleid uit 2 zoutsituaties, met name een hoog bovendebiet en een laag bovendebiet.

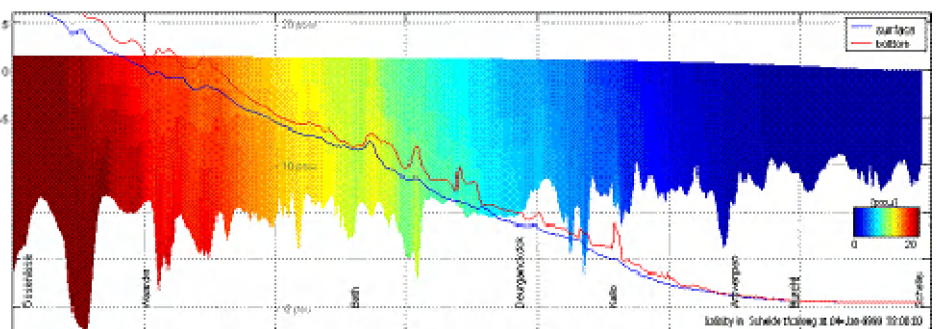


Figuur 7-3: Bovendebieten Schelde (1980-2004) (gegevens WLH)

Om het effect van de verruiming op de saliniteitsgradiënt te onderzoeken, wordt voorgesteld gebruik te maken van dezelfde simulaties, uit te voeren met SLIB3D, als voor de bepaling van het turbiditeitsmaximum, zoals hoger beschreven.

Uit de simulaties wordt volgens de langsas van de rivier de maximale en de minimale zoutconcentratie afgeleid per locatie: uit de vergelijking van 2 simulaties binnen een bepaald alternatief volgt de natuurlijke variatie van de zoutconcentratie en dus ook van de zoutgradiënt in de Beneden-Zeeschelde, terwijl uit vergelijking van 2 simulaties (nulalternatief en projectalternatief) het effect van de verruiming zal worden afgeleid.

Onderstaand wordt ter illustratie de (momentane) saliniteitsverdeling voorgesteld in een langsdoorsnede van de Schelde tussen Ossensisse en Schelle.



Figuur 7-4: Saliniteitsverdeling

#### 7.4.4 Aantal modelsimulaties voor zout-en turbiditeitsgradiënt

Onderstaand wordt een overzicht gegeven van de simulaties die zullen uitgevoerd worden met het SLIB3D model, teneinde de ligging van het turbiditeitsmaximum en de zoutgradiënt te bepalen.

Simulaties worden telkens uitgevoerd voor Qlaag, Qhoog	Rekenjaar			
	2005	2010	2015	2030
	Bodem			
	2004/2005	2010	2015	2030
Huidige situatie	1,2			
Nulalternatief inclusief autonome ontwikkeling + stortstrategie 2006		3,4	X,Y <sup>a</sup>	5,6
Nulplusalternatief + flexibel storten		=3,4	X,Y	7,8
Verdieping aanleg stortvariant 1 <sup>1</sup> + flex.storten		=9,10	X,Y	=11,12
Verdieping aanleg stortvariant 2 <sup>2</sup> + flex.storten		=9,10	X,Y	=11,12
Verdieping aanleg stortvariant 3 <sup>3</sup> + flex.storten		=9,10	X,Y	=11,12
Verdieping aanleg stortvariant 4 <sup>4</sup> + flex.storten		9,10	X,Y	11,12
Verdieping + stortstrategie 2006 (project alternatief min)		=9,10	X,Y	13,14

<sup>1</sup> B: 3,5 Mm<sup>3</sup> Schaar van Ouden Doel, 3,5 Mm<sup>3</sup> op land; NL: 5,5 Mm<sup>3</sup> inactieve gebieden, 1,4 Mm<sup>3</sup> monding

<sup>2</sup> B: 5 Mm<sup>3</sup> geul Beneden-Zeeschelde, 2 Mm<sup>3</sup> Schaar van Ouden Doel; NL: ze veel mogelijk nevengeulen, rest monding

<sup>3</sup> B: 3Mm<sup>3</sup> Beneden-Zeeschelde, 2 Mm<sup>3</sup> Schaar van Ouden Doel, 2Mm<sup>3</sup> land; NL: zo veel mogelijk nevengeulen, rest op Hooge Platen

<sup>4</sup> B: 3Mm<sup>3</sup> Beneden-Zeeschelde, 2 Mm<sup>3</sup> Schaar van Ouden Doel, 2Mm<sup>3</sup> land; NL: optimalisatie aan de hand van voorgaande varianten

Tabel 7-1: Overzicht SLIB3D simulaties

Gelet op het feit dat gemiddelde zoutconcentratie dient bepaald te worden bij een gemiddelde bovenafvoer wordt voorgesteld om 2 supplementaire simulaties uit te voeren, met name voor het nulalternatief en daarbij de relatie te onderzoeken tussen de zoutverdeling bij hoge, gemiddelde en lage bovenafvoer, zodat op pragmatische wijze uit de respectievelijke simulaties voor hoog en laag bovendebiet de zoutverdeling bij gemiddelde afvoer kan worden bepaald. Deze werkwijze wordt vervolgens toegepast op het geheel van de simulaties (ook voor het Projectalternatief 4 en getoetst door het uitvoeren van een effectieve simulatie bij gemiddelde bovenafvoer voor dit alternatief. Het totaal aantal simulaties wordt dan 16.

#### 7.4.5 Aantal simulaties voor verspreiding van fijne sedimenten als gevolg van baggeren

Voor het onderzoek naar de verspreiding van de fijne baggerspecie zijn 8 simulaties voorzien met het SLIB3D model.

<sup>a</sup> De turbiditeitsvelden en de saliniteitsvelden X,Y bij respectievelijk laag en hoog bovendebiet voor het referentiejaar 2015 zullen worden afgeleid uit de resultaten van 2010 en 2030 teneinde het aantal simulaties beheersbaar te houden.

---

## 8 Aanpak overig onderzoek

In dit hoofdstuk wordt de aanpak van het onderzoek voor de overige disciplines gepresenteerd.

In het onderzoek voor de overige disciplines wordt de referentiesituatie vergeleken met de projectsituatie. Er wordt slechts één projectsituatie beschouwd in de exploitatiefase van het project verruiming. Voor de overige disciplines geldt dat alleen varianten die ruimtelijk onderscheidend van elkaar zijn, relevant zijn voor de effectbepaling. Bij sommige van de overige disciplines is deze ruimtelijke variatie ook niet onderscheidend (bijvoorbeeld Luchtonderzoek).

### 8.1 Landschap

#### 8.1.1 Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters

In het deelonderzoek Landschap wordt gekeken naar de volgende aspecten Geomorfologie, Archeologie, Cultuurhistorie en Visuele impact. Allereerst wordt aangegeven wat mogelijke effecten van de voorgenomen ingreep zijn op de genoemde aspecten.

Discipline Landschap		
Geomorfologie	P36	Aantasting GEA-objecten en/of geomorfologisch waardevolle elementen
	P37	Aantasting overige geomorfologische vormen
Archeologie	P38	Aantasting archeologische waarden
Cultuurhistorie	P39	Aantasting wettelijk beschermde cultuurhistorisch waardevolle gebieden, elementen, structuren en patronen
	P40	Aantasting overige cultuurhistorisch waardevolle gebieden, elementen, structuren en patronen
Visuele impact	P41	Aantasting waardevolle landschapselementen en – patronen
	P42	Wijziging aantallen en omvang schepen op de rivier
	P43	Aantasting van de aanwezige landschapskenmerken

Tabel 8-1: Discipline landschap

#### 8.1.2 Bijkomende toelichting

##### ***Cultuurhistorie en archeologie***

Op lange termijn kan gedacht worden aan mogelijke aantasting van cultuurhistorische/archeologische waarden door het storten van baggerspecie (vergraving, bedekking, verdroging,...). Door morfologische veranderingen kunnen afgedekte scheepswrakken bloot komen te liggen, hierdoor kan versnelde degradatie een gevolg zijn. Naar verwachting zijn de effecten op landschap beperkt.

---

### **Visuele impact**

De verruiming van de vaargeul vindt plaats onder water en heeft geen direct visueel-ruimtelijk effect. Veranderingen in de waterdiepte van het bestaand aquatisch areaal kunnen echter effecten hebben op het visueel-ruimtelijke landschap, cultuurhistorie en op de archeologie. De strategie voor het storten van de baggerspecie kan van invloed zijn op onder meer de verhouding tussen platen, schorren, slikken, ondiep water en diep water. Storten van baggerspecie in het estuarium en/of de monding kan via morfologische ontwikkelingen leiden tot veranderingen in de visueel-ruimtelijke karakteristiek van deze gebieden. De effecten zijn gekoppeld aan de concrete invulling van de wijze van storten van de aanlegbaggerspecie en de (flexibele) stortstrategie voor het onderhoud.

Er wordt verder nagegaan in hoeverre de wijziging van de grootte van schepen op het estuarium een landschappelijk significant effect inhoudt.

Bij berging aan land kan mogelijk sprake zijn van aantasting van de huidige cultuurhistorische, landschappelijke en visueel- ruimtelijke waarden. De effecten zijn sterk gekoppeld aan de locatiekeuze.

### **8.1.3 Onderzoeksaanpak**

#### *Referentiesituatie*

In het onderzoek worden waardevolle geomorfologische, cultuurhistorische en landschapselementen, -patronen en kenmerken in kaart gebracht door middel van bestaande documentatie en een veldbezoek.

- Door middel van bestaande documentatie 'Gea-objecten Zeeland', geomorfologische kaart en een veldbezoek worden de huidige waarden in kaart gebracht. Vervolgens worden, op kwalitatieve wijze op basis van expert-judgement, de effecten bepaald.
- Het in kaart brengen van cultuurhistorisch waardevolle gebieden vindt plaats door het raadplegen van de Cultuurhistorische waardenkaart Zeeland (concept), een kaartstudie (historische en huidige topografische kaarten) en een veldbezoek. Tevens wordt informatie opgevraagd over gemeentelijke monumenten en overige waarden.

Voor archeologische aspecten wordt een bureauonderzoek uitgevoerd met de opmaak van een verwachtingsmodel voor de archeologie voor de verruiming van de vaargeul. Dit gebeurt op basis van diverse bronnen en contacten met de provinciale archeoloog van de provincie Zeeland en de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, de provinciale archeologen van de Vlaamse provincies in het studiegebied en het Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed.

---

De genoemde bronnen zijn van groot belang voor het maken van een analyse inzake de aanwezigheid van pre- en protohistorische waarden (vóór 450 na Chr.). Historische bronnen, indien voorhanden, worden geraadpleegd en worden aan belang bij verwachting van archeologische waarden uit de Middeleeuwen (450 tot 1500 na Chr.).

Het integraal gebruik van de diverse bronnen geeft een indicatie van de archeologische verwachtingswaarden in het onderzoeksgebied en de mogelijke consequenties van de bodemversturende activiteiten die gepaard gaan met de verschillende alternatieven.

*Een verwachting geven van de archeologische waarden langs de Westerschelde is niet eenvoudig, de IKAW doet bijvoorbeeld geen uitspraak over de diepe ondergrond, scheepswrakken en Laatmiddeleeuwse nederzettingen. Dit zijn fenomenen die juist bij de Schelde voor kunnen komen. De indicaties die in de IKAW worden gegeven moeten dus gerelativeerd worden.*

#### *Effecten van het project*

Voor wat betreft de effecten van verdieping/verruiming van de vaargeul wordt gebruik gemaakt van de vanuit de disciplines morfologie/bodem (meergeulensysteem), water (waterstanden) en ecologie (diversiteit habitats) aangegeven effecten. Afhankelijk van welke effecten waar optreden, worden deze op kwalitatieve wijze op basis van expert judgement vertaald naar landschappelijke effecten.

Bij berging aan land kan sprake zijn van een fysieke en visueel-ruimtelijke aantasting van de aanwezige waarden. Het landschappelijk inpassen van de bergingslocaties op land wordt als een mitigerende maatregel gezien. Door middel van een veldbezoek en kaartstudie (historische en huidige topografische kaarten) worden voor de mogelijke bergingslocaties de huidige landschappelijke waarden in kaart gebracht.

Voor een inschatting van de effecten worden de geplande ingrepen gekoppeld aan de mogelijke effecten op het archeologische culturele erfgoed (onder meer door vergraving, bedekking, compactatie en verdroging). De verschillende alternatieven voor verruiming kunnen het bodemarchief in verschillende mate verstoren. Het inschatten van de impact op het archeologisch patrimonium is niet eenvoudig. De potentiële impact op het archeologisch patrimonium wordt in eerste instantie gerelateerd aan de oppervlakte van de bodemverstoring.

Naast negatieve effecten voor het bodemarchief bestaan er ook mitigerende maatregelen. Er zal worden onderzocht welke dit zijn.



---

Te gebruiken bronnen en gegevens:

- Beleidsdocumenten van de provincie Zeeland
- Archeologisch Informatie Systeem Archis II, van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek te Amersfoort (ROB en binnenkort deel van de RACM; de Rijksdienst voor Archeologie Cultuurlandschap en Monumenten), is een centraal databestand dat in Nederland het meest compleet voorhanden zijnde bestand inzake archeologische onderzoeken, vondsten (waarnemingen) en monumenten is.
- Archeologische monumenten Kaart (AMK)
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW 2<sup>de</sup> generatie van de ROB). Het is een landelijk dekkende kaart waarop de trefkans op het aantreffen van archeologische waarden wordt weergegeven.
- Historisch kaartmateriaal
- Archeologische inventarisatie van de Westerschelde. Er is hier veel aandacht besteed aan scheepswrakken.
- Cultuurhistorische waardenkaart van de provincie Zeeland
- Geologische, geomorfologische en bodemkaarten
- Input van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek
- Input van de provinciaal archeoloog van de provincie Zeeland

*Vlaanderen:*

- De gegevens in de Vlaamse 'Centrale Archeologische Inventaris' (CAI) wijzen op een bijzonder rijk archeologisch bodemarchief. Momenteel worden alle archeologische waarden van Vlaanderen verzameld en in kaart gebracht. Naar verwachting zijn de gegevens rond 2010 beschikbaar.

## **8.2 Ruimtegebruik en mobiliteit**

### **8.2.1 Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters**

Voor wat betreft het beoordelingsaspect Mens-Ruimtegebruik en mobiliteit wordt gekeken naar mobiliteit en ruimtelijke aspecten.

Binnen het estuarium zijn ook de transportfunctie en de functies recreatie en visserij van belang.

Discipline Ruimtegebruik en mobiliteit		
Ruimtelijke aspecten	P24	Significante wijzigingen in bodem- en ruimtegebruik
	P25	Wijzigingen in de recreatieve attractiviteit
	P26	Impact op de visserijsector
	P27	Bereikbaarheid van de zeehavens in het Schelde-estuarium
Mobiliteit	P28	Transportontwikkeling achterland
	P58	Capaciteit van de vaarweg

Tabel 8-2: Discipline ruimtegebruik en mobiliteit

### 8.2.2 Onderzoeksaanpak

#### *Referentiesituatie*

De beschrijving omvat het havengerelateerde verkeer in het estuarium, Vlaanderen en Zuid-Nederland. De kennis van het SMER en MKBA wordt maximaal benut.

Ruimtelijk spelen de functies wonen, werken, recreëren en communiceren (verkeer) een rol, zowel in de huidige situatie als bij het beschouwen van de

- Woonfunctie: welke woonuitbreidingsgebieden of stadsvernieuwingsprojecten zijn te verwachten? De relatie met de woonfunctie ligt hier in het bijzonder bij de beleving van eventuele hinder of bereikbaarheidsproblemen waardoor de functie in het gebied minder aantrekkelijk zou kunnen worden.
- Werkfunctie: zijn er landbouwzones en hoe zullen deze zich ontwikkelen? Waar worden nieuwe bedrijvzones of revalorisatie van oude terreinen voorzien? Welke industriële en economische ontwikkelingen en clustering is in het gebied te verwachten? Binnen het studiegebied is de havensector en distributie alsmede de recreatieve sector op het water relevant voor onderzoek. Globale cijfers van ontwikkelingen zullen gerelateerd worden aan dit plan.
- Natuur- en recreatiefunctie: hoe evolueert de behoefte aan open ruimte en recreatiezones in het estuariene gebied? Er wordt onderscheid gemaakt tussen vormen van dagrecreatie en verblijfsrecreatie. Toeristische informatie die specifiek gericht is op het studiegebied zal mede in beschouwing worden genomen.
- Communicatiefunctie: vormt het gebied een doorvoerzone of een bestemmingsgebied? Hoe kan en zal dit zich verder ontwikkelen? Van de complexe functie 'communicatie' is de deelfunctie verkeer en vervoer in het kader van het voorliggende project het belangrijkste element.

---

De beschrijving van de menselijke functies en systemen zal kijken naar de gebruikswaarde, de beeldwaarde en de toekomstwaarde binnen het studiegebied.

Hoewel er kritisch naar gekeken dient te worden, is informatie uit economische en sociale plannen die betrekking hebben op het studiegebied of de onmiddellijke omgeving (havens, stad Antwerpen, etc.) mede bepalend voor toekomstige ontwikkelingen. Ook zijn weinig echte plannen uit de private sector goed bekend, zodat er nauwelijks met deze ontwikkelingen rekening gehouden kan worden.

#### *Effecten van het project*

Een wijziging van scheepvaartverkeer van en naar de havens in het Schelde-estuarium ten gevolge van een verbeterde bereikbaarheid brengt ook mogelijk wijzigingen in achterlandvervoer met zich mee. Hier wordt het transport vanuit de haven naar het achterland en andersom mee bedoeld.

De mobiliteitseffecten van scheepvaart en achterlandverkeer zijn reeds bestudeerd in de MKBA. Indien nieuwe kennis en inzichten te melden, zijn zullen deze wel gebruikt worden in het m.e.r.-onderzoek. Met betrekking tot het achterland worden de mobiliteitseffecten in algemene zin ingeschat en worden de vermoedelijke verkeersstromen, die gebaseerd zijn op een algemeen aanvaarde verdeling van deze stromen in het achterland, verdeeld over het netwerk in het achterland (Vlaanderen en het relevante deel van Zuid-Nederland). Er wordt in de mate van het mogelijke ook gekeken wat de impact is van het project op de verkeersafwikkeling ter hoogte van de Antwerpse haven en rondom.

Hiervoor is evenwel informatie van de oorsprongbestemmingen nodig, die vanuit de haven(s) dient geleverd te worden.

De koppeling van de toekomstige stromen aan de beschikbare wegcapaciteit geeft informatie over de kans op filevorming en mogelijke bereikbaarheidsproblemen.

Belangrijke effecten op recreatie en recreatievaart door de verruiming worden niet verwacht. Indien kansen in de recreatieve sector worden gezien, zoals bij het storten van gebaggerd materiaal ten behoeve van recreatieve ontwikkelingen, zullen deze vermeld worden bij de mitigerende maatregelen.

Mogelijke effecten op de visserijsector worden nader onderzocht. Daarbij wordt gekeken naar de effecten van de werkzaamheden op de visstand van diverse soorten. Dit gebeurt bij het onderzoek Natuur. Een kwalitatieve beschouwing met betrekking tot deze sector zal gebeuren. De betere detaillering van de stortvarianten maken het waarschijnlijk mogelijk om de effecten beter toe te spitsen op deelgebieden van het estuarium.

---

Indien er voor nieuwe locaties op het land significante wijzigingen in bodemgebruik worden vastgesteld, zullen deze worden beschreven.

Indien op basis van het onderzoek in de andere disciplines blijkt dat mitigerende en compenserende maatregelen nodig zijn buiten het estuarium, kunnen effecten op bestaande ruimtelijke functies (landbouw, recreatie, ..) optreden.

### 8.3 Lucht

De luchtkwaliteit in een gebied is gerelateerd aan emissies van activiteiten. Een toename van emissies kan naast de invloed op de luchtkwaliteit eventueel ook geurhinder veroorzaken.

#### 8.3.1 Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters

Discipline Lucht		
<b>Emissiebijdrage fijn stof</b>	P29	Emissiebijdrage fijn stof (PM10)
<b>Emissie verzurende pollutanten</b>	P30	Emissie verzurende pollutanten (Nox)
<b>Overige emissies</b>	P31	Broeikasgassen
	P32	Niet-broeikasgassen

Tabel 8-3: Discipline lucht

In het geval van de verruiming van de vaargeul kunnen de emissies wijzigen door een toename van het aantal scheepvaartbewegingen en een wijziging in de vlootsamenstelling enerzijds, en door de baggerwerkzaamheden voor de verruiming anderzijds. Het storten, opslaan en/of verwerken van de baggerspecie kan eveneens, zij het indirect, een effect hebben op de lokale luchtkwaliteit.

Door een verandering van de scheepvaartbewegingen kan ook het verkeer op de achterlandverbindingen wijzigen (andere transportmodi). Daardoor zijn veranderingen in de luchtmissies rond Antwerpen en in het achterland van de haven mogelijk. De toename van het aantal scheepvaartbewegingen kan eventueel ook aanleiding geven tot meer overslag en opslag van droge en stofvormige bulkgoederen die, wanneer geen effectieve preventiemaatregelen worden genomen, aanleiding kunnen geven tot stofhinder. Over deze secundaire gevolgen zullen in het onderzoek enkel kwalitatieve uitspraken worden gedaan.

---

### 8.3.2 Onderzoeksaanpak

#### *Referentiesituatie*

In eerste instantie wordt een volledige beschrijving gegeven van de huidige luchtkwaliteit in het studiegebied. Vervolgens wordt nagegaan of de verschillende projectvarianten onderscheidend zijn op dit aspect, en of er mogelijk sprake is van effecten ten opzichte van de referentiesituatie. Het luchtonderzoek zal gebeuren op basis van berekende vrachten en bestaande kengetallen. Er wordt onderzocht in welke mate de totale uitstoot verandert ten gevolge van het gewijzigd scheepvaartverkeer (gewijzigde aantallen, verschillende types of klassen). De te verwachten transport emissies worden bepaald met behulp van berekeningsmethoden beschikbaar in verschillende Europese studies.

#### *Effecten van het project*

Bij de aanlegfase zijn de effecten op lucht bij de verschillende stortvarianten vermoedelijk nauwelijks onderscheidend. Hierop zal geen detailonderzoek gebeuren. Voor de onderhoudsfase - die zich over een langere periode uitstrekt - is de stortstrategie mogelijk wel bepalend voor lokale effecten op de luchtkwaliteit. Hieraan zal aandacht worden geschonken tijdens de evaluatie van de effecten.

Voor het luchtonderzoek wordt per alternatief de hoeveelheid emissievrachten van scheepsbewegingen berekend. Op basis van type-emissiehoeveelheden zullen de immissieconcentraties op een aantal relevante plaatsen langs het estuarium (woonomgeving) en in de Antwerpse haven worden berekend (dispersieberekeningen). Deze berekende immissieconcentraties kunnen vervolgens worden getoetst aan de luchtkwaliteitsnormen die op internationaal niveau (EU) en op nationaal niveau zijn vastgelegd. Wanneer een risico bestaat op het overschrijden van de immissienormen, zal dit worden aangegeven. De luchtkwaliteit in een gebied is gerelateerd aan emissies van activiteiten.

Een toename van emissies kan de luchtkwaliteit beïnvloeden en eventueel geurhinder veroorzaken. Door een toename van het aantal scheepvaartbewegingen en door de baggerwerkzaamheden bij verruiming van de vaargeul van de Beneden-Zeeschelde en de Westerschelde, kunnen emissies wijzigen. Ook het storten, opslaan en/of verwerken van de baggerspecie kan een indirect effect hebben.

Eerst wordt de huidige luchtkwaliteit in het studiegebied beschreven. Vervolgens wordt nagegaan of de verschillende alternatieven zich onderscheiden op dit aspect, en of er effecten zijn ten opzichte van de referentiesituatie.

Verkeer op achterlandverbindingen kan wijzigen en daar veranderingen in luchtmissies veroorzaken. De milieueffecten (geluid en lucht) worden wel nader kwalitatief bestudeerd in het achterland als er een duidelijke aanname bestaat die door alle partijen aanvaard wordt over de verdeling van de verkeersstromen over de hoofdassen. Ook hier kunnen eventueel prognoses van de haven van Antwerpen uitkomst bieden. Over deze secundaire gevolgen zullen kwalitatieve uitspraken worden gedaan.

## 8.4 Geluid en trillingen

### 8.4.1 Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters

Discipline Geluid en trillingen		
<b>Geluidshinder</b>	P33	Hinder voor locaties van geluidsgevoelige bestemmingen
<b>Trillingshinder</b>	P34	Afstand waarover trillingsnormen worden overschreden
<b>Geluidsproductie scheepvaart</b>	P35	Wijziging in ligging geluidscontouren scheepvaart

Tabel 8-4: Discipline geluid en trillingen

Samengevat worden in het deelonderzoek geluid de volgende onderzoeksparameters onderzocht:

- Geluids- en trillingshinder: afstand waarover de geluids- en trillingsnormen (voor Nederland en Vlaanderen) worden overschreden, specifiek voor locaties van geluidgevoelige bestemmingen op basis van wijziging in geluidscontouren van de scheepvaart, verandering in geluidsemissies in het achterland (o.a. t.b.v. gezondheidsaspecten) en geluidseffect van het baggeren (inclusief transport en storten)
- Rustverstoring: interpretatie van rustverstoring voor Vogel- en Habitatrichtlijngebieden

Ten aanzien van mogelijk negatieve effecten op vissen en zeehonden is mogelijk het onderwatergeluid van belang. Aangenomen wordt dat op basis van de bepaalde effecten voor geluid- en trillingshinder hiervan een inschatting kan worden gemaakt. Wanneer dit niet mogelijk blijkt te zijn, wordt specifiek voor dit onderdeel een zogenoemde deskundigencheck uitgevoerd. Opgemerkt wordt dat in het onderzoeksbudget geen kosten voor het inhuren van externe deskundigen zijn opgenomen

---

## 8.4.2 Onderzoeksaanpak

### *Referentiesituatie*

In het Milieueffectrapport wordt de referentiesituatie beschreven aan de hand van de onderzoeksresultaten van het SMER. Dit wordt aangevuld met relevante geluidszones van industrie- en haventerreinen, als deze beschikbaar zijn.

### *Effect van het project*

In het onderzoek wordt voor de verschillende projectalternatieven (in de aanlegfase) nagegaan welke geluids- en trillingsbelasting te verwachten is ten gevolge van het baggeren, het transport van de baggerspecie en het storten. Voor gegevens inzake bronvermogens wordt beroep gedaan op gegevens uit de literatuur en bestaande meetgegevens. Er wordt in samenspraak met de bevoegde administraties in Vlaanderen een aantal meetpunten gekozen om het achtergrondgeluidsniveau bij de Beneden-Zeeschelde te bepalen. Indien dit ook in Nederland nodig blijkt voor de Westerschelde kan het aantal meetpunten uitgebreid worden. Hierbij wordt vooral gekeken naar plaatsen waar, bij de uitvoering van de verruiming, in de toekomst knelpunten zouden kunnen ontstaan door geluidshinder, bijvoorbeeld op plaatsen in de vaargeul die erg dicht bij de oever liggen en waar kwetsbare activiteiten op land gebeuren, zoals woongebieden en habitatrictlijngebieden.

Aangegeven wordt op welke afstand van de diverse bronnen de geluids- en trillingsnormen (voor Nederland en Vlaanderen) worden overschreden. Door toetsing van deze gegevens met de locaties van geluidgevoelige bestemmingen en Vogel- en Habitatrictlijngebieden, kunnen de verschillende alternatieven en varianten vergeleken worden. Tevens worden aanbevelingen gegeven met betrekking tot types in te zetten materieel, plaats, tijd etc.

Als gevolg van de verruiming zal de scheepvaart in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde kunnen wijzigen. Dit wordt bestudeerd in de studie over de mobiliteitseffecten. Bij een significante toename van het aantal scheepvaartbewegingen ten gevolge van de verruiming worden de geluidsc contouren van de scheepvaart berekend. Ook wordt het geluidseffect van het onderhoudsbaggeren (inclusief transport en storten) in het onderzoek kwantitatief bestudeerd.

Het specifieke aspect van onderwatergeluid kan in functie van de evaluatie van de rustverstoring van zeehonden onderzocht worden op basis van bekende wetenschappelijke literatuur.

De overige geluidsbronnen (weg, spoor, industrie) in het studiegebied worden naar verwachting niet beïnvloed door de keuze van de alternatieven. Deze bronnen zijn daardoor niet onderscheidend in de vergelijking van de alternatieven.

Wijzigingen in het aantal verkeersbewegingen op de achterlandverbindingen kunnen evenwel veranderingen in geluidsemissies in en rond de haven van Antwerpen veroorzaken. Hier zal slechts op kwalitatieve en beschouwende wijze naar gekeken worden (want niet onderscheidend in de vergelijking van de alternatieven).

De geluidseffecten worden wel nader kwalitatief bestudeerd in het achterland als er een duidelijke aanname bestaat die door alle partijen aanvaard wordt over de verdeling van de verkeersstromen over de hoofdassen. Ook hier kunnen eventueel prognoses van de haven van Antwerpen uitkomst bieden.

## 8.5 Externe veiligheid

### 8.5.1 Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters

Discipline Externe veiligheid en nautische aspecten		
Externe veiligheid	P44	Plaatsgebonden risico
	P45	Groepsrisico
Nautische veiligheid	P46	Aanvaringsrisico

Tabel 8-5: Discipline externe veiligheid en nautische aspecten

Wijzigingen in de kans op calamiteiten kunnen worden verwacht, als ten gevolge van de verruiming van de vaargeul de transporten met gevaarlijke stoffen toenemen. De aandacht gaat vooral uit naar schepen die een lading vervoeren die schadelijk is voor de omgeving. Daarbij zal een vergelijking worden gemaakt tussen het veiligheidsrisico van schepen op de Westerschelde voor de autonome ontwikkeling en voor de situatie met verruiming.

Voor de 'risico's op calamiteiten zal vooral gekeken worden naar de factoren die van invloed zijn op het veilige vaargedrag van een schip. Factoren die daarbij een rol spelen zijn vooral de wind, de waterstand en de stromingsomstandigheden en de scheepsdichtheid (aanvaringsrisico). Zoals reeds in Hoofdstuk 6, paragraaf 6.3.2 is aangegeven wordt met betrekking tot het aanvaringsrisico een berekening gemaakt van het verschil in snelheidsvectoren in de vaarweg. Dit impliceert dat geen volledig nautisch onderzoek wordt uitgevoerd.



---

### 8.5.2 Onderzoeksaanpak

Bij de analyse van voormelde effecten zal het veiligheidsrisico van schepen op de Westerschelde bij de autonome ontwikkeling vergeleken worden met het veiligheidsrisico bij een verruiming van de vaargeul. De verschillende varianten zijn niet onderscheidend en er wordt geen detailonderzoek op verricht.

De effectbepaling vindt op basis van expert- judgement plaats. Gebruik wordt gemaakt van het in de strategisch m.e.r. uitgevoerde kwantitatief onderzoek (QRA Toekomstig Transport Gevaarlijke Stoffen Westerschelde van DNV in 2004).

Uitgangspunt zijn de prognoses voor de scheepvaart voor de huidige vaarweg in 2015 en die voor de situatie met verruimde vaarweg.

Daarnaast worden kwalitatieve uitspraken gedaan over de effecten van onderhoudswerkzaamheden die mogelijk met de scheepvaart interfereren.

Het veiligheidsrisico wordt daarbij uitgedrukt in een plaatsgebonden risico en in een groepsrisico.

#### **Definitie Plaatsgebonden Risico**

Het Plaatsgebonden Risico (PR) geeft inzicht in de theoretische kans op overlijden van een individu op een bepaalde horizontale afstand van een risicovolle activiteit. Het Plaatsgebonden Risico wordt bepaald door te stellen dat een (fictieve) persoon zich 24 uur per dag gedurende een heel jaar onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt. Het Plaatsgebonden Risico wordt uitgedrukt als een kans per jaar.

#### **Definitie Groepsrisico**

Het Groepsrisico (GR) wordt naast de mogelijke ongevallen en bijbehorende ongevalfrequentie bepaald door de aanwezige mensen in de nabijheid van een eventueel ongeval. Met het GR wordt aangegeven hoe groot het aantal slachtoffers bij een ongeval kan zijn op basis van de aanwezige mensen. Naarmate de groep slachtoffers groter wordt, moet de kans op een dergelijk ongeval (kwadratisch) kleiner zijn. Bij het bepalen van het GR wordt getoetst aan de oriëntatiewaarde.

---

## 8.6 Mens en gezondheid

### 8.6.1 Te bestuderen effecten en onderzoeksparameters

Discipline Mens - gezondheid		
<b>Overschrijding wettelijke grenswaarden</b>	P47	Overschrijding normen geluidbelasting
	P48	Overschrijding normen luchtkwaliteit
	P49	Overschrijding normen waterkwaliteit
	P50	Overschrijding normen externe veiligheid
<b>hinder/beleving</b>	P51	Geluidshinder
	P52	Geurhinder
	P53	Ruimtelijke beleving
	P54	Visuele beleving
<b>Risicoperceptie</b>	P55	gezondheidsproblemen (psychosomatisch)

Tabel 8-6: Discipline mens – gezondheid

In dit onderzoek worden de te verwachte effecten op gezondheid beoordeeld op een aantal gezondheidskundige criteria die samenhangen met de onderstaande onderzoeksaspecten.

- Geluid: mate van hinder
- Wijziging luchtkwaliteit en geurhinder
- Gezondheidseffecten van waterverontreiniging.
- Externe veiligheid
- Lichthinder
- Beleving: ruimtelijk-visuele beleving van zowel omwonenden en recreanten als betrokkenen, waarvoor maatregelen een direct effect hebben op hun woon- en leefmilieu (op basis van expert judgement)

### 8.6.2 Onderzoeksaanpak

#### *Referentiesituatie*

Bestaande bronnen (enquêtes, leefbaarheidonderzoek, etc) in het studiegebied wordt gebruikt om de bestaande beleving en gezondheidstoestand te schetsen. Een koppeling wordt gelegd met de referentiesituaties die beschreven staan onder alle voedende onderzoeksdisciplines (geluid, lucht, externe veiligheid, landschap, mobiliteit en RO). Er worden geen nieuwe onderzoeken naar leefbaarheid, beleving of gezondheidstoestand uitgevoerd.

#### *Effecten van het project*

Bovenstaande elementen worden als beoordelingscriteria gebruikt voor het kwalitatief schatten van mogelijke gezondheidskundige effecten op de omwonenden, recreanten en betrokkenen.

---

De algemene fysieke en psychische gezondheid van de mens wordt beïnvloed door zijn levensstijl en de fysieke en sociale omgeving. Ingrepen in zijn of haar omgeving kunnen van invloed zijn op de gezondheid van de mens. Het is belangrijk om de effecten van ingrepen ook gezondheidskundig te beoordelen. Omdat voor enkele milieufactoren ook beneden de wettelijke (grens)waarden gezondheidsrisico's bestaan en omdat de ervaren hinder ook een rol speelt in de gezondheid van de mens. Daarnaast zijn mensen geneigd om gezondheidsproblemen toe te schrijven aan een gekend, lokaal probleem, zoals een milieufactor. Zij vragen dan de overheid hier iets aan te doen.

Het onderzoek richt zich op de volgende gezondheidskundige aspecten:

- Overschrijding van wettelijke grenswaarden voor geluidbelasting, luchtkwaliteit en waterkwaliteit en overschrijding van normen voor externe veiligheid.
- Hinder en Beleving. Hinder in termen van geluidshinder en geurhinder. Bij beleving gaat het om ruimtelijk-visuele beleving van zowel omwonenden en recreanten als betrokkenen. Gekeken wordt naar directe effecten op het woon- en leefmilieu van deze groepen.
- Risicoperceptie: neiging van mensen om gezondheidsproblemen toe te schrijven aan een gekend, lokaal probleem, zoals een milieufactor.

Onderscheid zal gemaakt worden in de periode van aanlegwerkzaamheden en de ze van het bestaan van de verruimde vaargeul met permanent onderhoud.

Om de effecten te bepalen zullen internationale (WHO) en eventueel beleidsmatig vastgestelde nationale kaders worden gebruikt om de ernst van effecten in te schatten. De evaluatie zal in ieder geval leiden naar een relatieve beoordeling van deze ernst in het licht van de ruimtelijk-economische situatie waarin de betrokkenen op dit moment zich reeds bevinden.

---

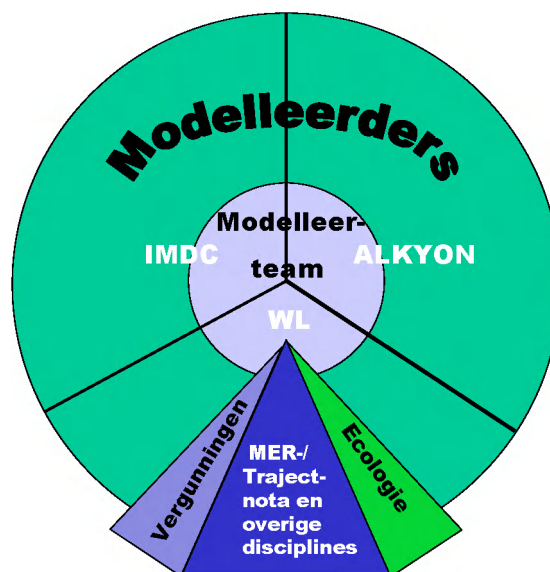
## 9 Organisatie van het onderzoek

Om een optimale inhoudelijke en voortgangsafstemming te creëren binnen het onderzoek is gekozen voor het instellen van een geïntegreerd modelleerteam van morfologie-, water en ecologieskundigen (zie onderstaand figuur).

De taak van het modelleerteam is drieledig:

- ontwikkelen van een visie op het systeem en de te onderzoeken parameters;
- verantwoordelijkheid nemen voor de aansturing, afstemming en inhoudelijke kwaliteit van het reken- en modelleerwerk gericht op een optimale output en input tussen de onderdelen;
- integraal expertteam waarbij de modelresultaten als input gebruikt en besproken worden.

Het modelleerteam komt bij elkaar zoveel als zij zelf nodig achten om aansturing, afstemming en inhoudelijke kwaliteit te kunnen blijven garanderen.



---

De volgende organisaties/personen nemen deel aan het modelleerteam:

- IMDC: Marc Sas (trekker van het team en specialist slib- en zoutdynamiek, uitgebreide ervaring inzake bagger gerelateerde projecten)
- WL | Delft Hydraulics: Arjan van der Weck/Kees Kuijper (morfologie) en/of Han Winterwerp (vertaling modelresultaten en slibdynamiek)
- Alkyon: Rob Steijn (morfologie) en/of Gijs van Banning (hydrodynamiek/arealen)
- De m.e.r.-deskundige(n) water en/of bodem (Katelijne Verhaegen en Koen Couderé) die meekijken naar de vertaalslag van de modelresultaten naar de effectbeschrijving in het MER.

Daarnaast is er nauw overleg en frequente deelname vanuit de discipline natuur/ecologie (Floor Heinis en/of Miriam de Boer) om te zorgen voor een goede afstemming en aansturing van het modelleerteam. Ecologie is in dit m.e.r. voor een groot deel de vragende partij. Modelresultaten zullen dan ook geschikt moeten zijn voor de uiteindelijke ecologische en passende beoordeling.

Een belangrijk aspect in de organisatie van het onderzoek is het in vroegtijdig stadium “proefdraaien” van de keten morfologie -> water (arealen/zout/saliniteit) -> ecologie -> evt. overige disciplines. Op deze manier kunnen alle problemen tussen overdracht van gegevens vroegtijdig opgelost worden en kan een eerste ecologische verkenning uitgevoerd worden.

Morfologie (bodem), water en ecologie/natuur zijn de meest belangrijke disciplines in dit project. Hiernaast moet echter ook aandacht geschonken worden aan de overige disciplines. Afstemming met deze overige disciplines vindt plaats via het projectteamoverleg zoals dat binnen het consortium georganiseerd is.

### **9.1 Kwaliteitsbewaking onderzoek**

Door het inzetten van het modelleerteam wordt de kwaliteit van het interne proces en de geleverde producten optimaal gewaarborgd.

Bewaking van het werkproces vindt plaats door:

- Frequent overleg van het modelleerteam;
- Regelmatig overleg tussen de trekker van het modelleerteam en de projectdirecteur;
- Besprekingen met ProSes2010 over voortgang en werkproces;
- Afstemming met de Werkgroep Morfologie/ Ecologie;
- Besprekingen met het expertteam.

Waar nodig worden ook andere externe experts geraadpleegd.

---

### **9.1.1 Hoe omgegaan met opmerkingen van de commissie MER**

De door de Commissie m.e.r. gemaakte opmerkingen over de strategische m.e.r. zijn zoveel mogelijk meegenomen in dit onderzoeksplan, zoals werd aangegeven in hoofdstuk 1.

Opmerkingen die gedurende de looptijd van dit project door de Commissie m.e.r. gemaakt zullen worden, zullen zoveel mogelijk beantwoord worden. Voorwaarde hierbij is dat deze vragen geen uitbreiding van het huidige onderzoek vereisen.

Mocht dit toch het geval zijn dan zal in overleg met de opdrachtgever gekeken worden of en hoe deze opmerkingen van de Commissie m.e.r. meegenomen kunnen worden en welke de consequenties zijn inzake planning en budget.

### **9.1.2 Review rapporten**

Alle tussenproducten (deelstudies, notities, conceptversies en dergelijke) worden opgesteld en opgeleverd conform het door het consortium opgestelde kwaliteitsplan.

Het definitieve eindconcept van het onderzoek zal tevens ter review toegestuurd worden aan het expertteam en de Werkgroep Morfologie/ Ecologie. Eventuele gebundelde reacties dienen door de opdrachtgever binnen 7 werkdagen toegestuurd te worden zodat de voortgang van het project niet in gevaar komt.

### **9.1.3 Inzet/ raadplegen expert team**

Het expertteam zal gedurende het project vier keer ingezet worden.

- Audit van het onderzoeksplan. Dit heeft plaatsgevonden op 19 december 2005. De opmerkingen van het expertteam zijn zo goed mogelijk verwerkt in het onderzoeksplan. Zo is het opstellen van een zogenoemde systeembeschrijving op de ontwikkeling van het systeem (zie hoofdstuk 2, meer bepaald paragraaf 0) als extra onderzoekselement opgenomen. De suggestie om een data analyse uit te voeren onderschrijven wij ten zeerste; het uitvoeren van een dergelijke analyse in het kader van de m.e.r. past evenwel niet in het tijdschema van de m.e.r.
- Bespreken van de morfologische tussenresultaten (gepland juni 2006).
- Bespreken van de systeembeschrijving. Dit document geeft een overzicht van de historische ontwikkeling van het estuarium, de rol van de opeenvolgende verdiepingen en de sleutelfactoren in de morfologische ontwikkeling van het systeem.

- 
- Bespreken van de resultaten van het onderzoek in het licht van de m.e.r. en het vastgestelde onderzoeksplan (gepland januari 2007).

Van het expertteam wordt verwacht dat het kritisch toekijkt op de uitvoering van het onderzoeksplan, zodra het is goedgekeurd en het onderzoeksteam in haar werkzaamheden ondersteunt.

#### **9.1.4 Werkgroepen**

Vanuit het onderzoek wordt deelgenomen aan de volgende werkgroepen:

- Werkgroep Morfologie/ Ecologie
- Werkgroep Economie en Overige disciplines
- Werkgroep Nautische en Technische zaken
- Werkgroep Bestuurlijk/ Juridische zaken

Besluitvorming/goedkeuring van de resultaten van het onderzoek vindt in principe in hoofdzaak plaats in de werkgroep Morfologie/ Ecologie. Daarnaast wordt verwacht dat de leden van de werkgroepen alle gegevens en kennis toeleveren aan het onderzoeksteam om het omvattend onderzoek consistent en gedetailleerd te kunnen realiseren. Het wordt als evident beschouwd dat de leden van de werkgroepen en het onderzoeksteam hetzelfde doel voor ogen hebben, met name het uitvoeren van een objectief m.e.r., leidend tot de nodige vergunningen voor de voorziene ingreep.

#### **Werkgroep Morfologie/ Ecologie**

Vanuit het onderzoeksteam worden de volgende drie bijeenkomsten met de werkgroep Morfologie/ Ecologie voorgesteld, met bijhorende indicatieve agenda van deze bijeenkomsten:

- Eerste bijeenkomst (inmiddels vastgesteld op 15 februari): op de agenda staan het onderzoeksplan en het concept plan van aanpak voor de passende beoordeling. Aangezien het onderzoeksplan reeds is voorgelegd aan het expertteam en ook door de opdrachtgever is becommentarieerd, nemen wij aan dat het onderzoeksplan ongewijzigd door de werkgroep Morfologie-ecologie wordt vastgesteld.
- Tweede bijeenkomst (eind mei/begin juni): bespreken van de tussenresultaten van de morfologische berekeningen. Het voorstel is om de varianten P1 t/m P3 te bespreken, voordat begonnen wordt met de optimalisatievariant P4.
- Derde bijeenkomst (eind oktober): op de agenda staat het accorderen van de resultaten van het onderzoek. Onderwerpen zijn de vanuit morfologie, waterbeweging, zout, slib en ecologie bepaalde onderzoeksparameters. Daarnaast worden ook de eerste resultaten van de passende beoordeling (ecologisch deel) besproken.

---

### **Werkgroep Economie en Overige disciplines**

De werkgroep zal zich buigen over de aanpak van de economische evaluatie van het project en de effecten ervan en daarnaast ook kijken hoe de output van de verkeersprognoses op de Schelde en, indien beschikbaar, in het achterland wordt gebruikt voor het bepalen van de milieueffecten voor de disciplines landschap, geluid, lucht, mobiliteit en Ruimtelijke Ordening). Voor de planning van de werkgroepvergaderingen wordt uitgegaan van beschikbaarheid van verkeersprognoses in februari 2006.

In de werkgroep zal achtereenvolgens besproken dienen te worden:

- Vergadering 1 (maart 2006): output van de verkeersprognoses. Het betreft hier een door de opdrachtgever goedgekeurde prognose die als uitgangspunt gebruikt kan worden voor de bijstelling van het economisch onderzoek (in ander deelcontract) en de uitvoering van de onderzoeken voor de overige disciplines. Hoe met deze gegevens zal worden omgegaan in het onderzoek overige disciplines komt in tweede instantie aan de orde en zal worden vastgelegd.
- Vergadering 2 (juni 2006): voortgang van de onderzoeken overige disciplines en opvolging van het aanvullend economisch onderzoek.
- Vergadering 3 (november 2006): bespreking van de ontwerpversie van de rapporten over de deelstudies overige disciplines; bespreking nota aanvullend economisch onderzoek indien beschikbaar.

De deelname aan de overige werkgroepen wordt vanuit het m.e.r.-team aangegeven.



---

# 10 Overzicht van onderzoeksactiviteiten

## 10.1 Activiteiten

Het onderzoek omvat de volgende hoofdactiviteiten:

- Voorbereiden van het onderzoek
- Uitvoeren van het onderzoek
- Rapporteren van het onderzoek
- Bespreken en afstemmen resultaten van het onderzoek.

Voor elk van deze vier hoofdactiviteiten worden vervolgens de verschillende deelactiviteiten besproken:

### 10.1.1 Voorbereiden van het onderzoek

Voordat begonnen kan worden met het onderzoek zijn diverse gegevens nodig. Deze worden door de opdrachtgever beschikbaar gesteld. Deze gegevens worden allereerst door het onderzoeksteam op hun bruikbaarheid gecontroleerd. In deze fase van het onderzoek worden de volgende activiteiten uitgevoerd:

#### Morfologie, waterbeweging, slib en zout

- Verzamelen van benodigde gegevens (o.a. bodemschematisaties)
- Detailleren van de diverse varianten voor storten aanlegspecie en onderhoudsspecie (afstemming morfologie-ecologie)
- Inregelen van de diverse modellen (o.a. instellen randvoorwaarden, aanpassen van de diverse schematisaties aan de benodigde mate van detail e.d.).
- Afstemmen onderlinge informatieoverdracht van gegevens en modelresultaten

Voordat begonnen kan worden met het uitvoeren van modelberekeningen is een noodzakelijke mobilisatieperiode van twee weken nodig. Deze periode is nodig om de modellen op te bouwen en de randvoorwaarden en de bodemschematisaties te genereren. Deze mobilisatieperiode gaat in nadat alle van de opdrachtgever te ontvangen informatie in goede staat is ontvangen.

#### Ecologie

- Verzamelen benodigde gegevens (bestaande beschikbare gegevens controleren op actualiteit en waarnodig (laten) verzamelen van recente gegevens.
- Uitwerken ingreep-effectrelaties (o.a. onderscheid in wel/niet voor verruiming relevante relaties en effecten).
- Uitwerken te hanteren “rekenregels” voor het bepalen en beoordelen van ecologische effecten.
- Opstellen plan van aanpak voor passende beoordeling. Onderdeel van dit plan van aanpak is het vaststellen van welke andere projecten (dan verruiming) worden in passende beoordeling meegenomen.

---

### **Overige disciplines**

- Bepalen voor welke varianten effecten voor de overige disciplines worden bepaald. Alleen varianten die ruimtelijk onderscheidend van elkaar zijn, zijn relevant voor de effectbepaling overige disciplines
- Verzamelen benodigde gegevens (i.h.b. vervoersgegevens)
- Gereedmaken en inregelen van de te gebruiken modellen.

### **10.1.2 Uitvoeren van het onderzoek**

Centraal in deze fase staat het bepalen en beoordelen van de effecten voor de in Hoofdstuk 3 aangegeven onderzoeksparameters van het beoordelingskader m.e.r.. In meer detail gaat het om de volgende activiteiten:

- Bepalen van effecten door het uitvoeren van modelsimulaties en/of gebruikmaken van expert opinions en rekenregels.
- Vertalen van onderzoeksresultaten naar informatie voor de onderzoeksparameters
- Beoordelen van de effecten voor de diverse onderzoekparameters
- Uitvoeren van GIS-bewerkingen om resultaten cq. modeluitkomsten van morfologie, waterbeweging, zout, slib te vertalen en geschikt te maken voor de ecologische effectbepaling.
- Afstemmen van onderlinge informatieoverdracht van gegevens en onderzoeksresultaten tussen de disciplines.
- Meedenken over het MMA: Meest Milieuvriendelijke Alternatief
- Meedenken over compenserende en/of mitigerende maatregelen
- Opstellen visiedocument over (historische) ontwikkeling van het estuarium.
- Meedenken over cumulatieve effecten. Het visiedocument kan als basisinformatie worden gebruikt voor het nadenken/ inschatten van de cumulatieve effecten.
- Inschatting maken van de bandbreedte van de onderzoeksresultaten in verband met het aangeven van de nog resterende leemten in kennis.
- Bijdrage leveren aan het uitvoeren van een passende beoordeling, in het bijzonder het inschatten van de effecten van andere projecten dan de verruiming (zie ook plan van aanpak Passende Beoordeling). Deze effecten worden ingeschat op basis van expert-judgement (binnen het CAT).

Hieronder is voor ecologie en morfologie c.s. nog een aantal detailactiviteiten uitgewerkt.

### **Morfologie, waterbeweging, slib en zout**

- Uitvoeren van modelsimulaties. Nadat de varianten P1 t/m P3 zijn doorgerekend en voordat optimalisatie variant P4 wordt bepaald zullen de morfologische tussenresultaten in de werkgroep morfologie worden besproken. Ook zullen deze tussenresultaten worden besproken met het expertteam.
- Vertalen van modelresultaten en expert opinions naar de onderzoeksparameters bodem en water en naar de diverse tussenparameters

- 
- Beschrijven van een mogelijke invulling van flexibele stortstrategie t.b.v. m.e.r. en gebaseerd op de onderzochte projectalternatieven en varianten Aangeven van mogelijke locaties voor het storten van de aanlegbaggerspecie en onderhoudsspecie. Hiertoe is een aantal varianten gedefinieerd. Daarbij worden ook de effecten van mogelijk in te zetten verschillende technieken van baggeren en storten aangegeven (zie ook Hoofdstuk 7). Al deze informatie wordt opgenomen in het MER.

#### **Ecologie**

- Bepalen ecologische effecten (o.a. door gebruik te maken van onderzoeksresultaten van morfologie, waterbeweging, zout, slib). Voor de overdracht van informatie tussen de disciplines is een groot aantal tussenparameters geformuleerd (zie ook bijlage 2).
- Beoordelen ecologische effecten en vertalen naar onderzoeksparameters natuur
- Bijdrage leveren aan uitvoeren Passende Beoordeling, i.h.b. mitigerende maatregelen en ecologisch deel van de Passende Beoordeling.
- Overdracht van gegevens aan m.n. discipline Landschap en m.e.r.-team.

#### **10.1.3 Rapporteren van het onderzoek**

Deze fase van het onderzoek omvat de volgende activiteiten:

- Bijdrage leveren aan teksten MER
- Overdracht van gegevens, informatie en teksten aan andere disciplines en aan het m.e.r.-team
- Rapporteren over uitgevoerd onderzoek en daarbij gehanteerde aannames en geconstateerde leemten in kennis in per (groep van) discipline(s) op te stellen deelrapportages (zie ook producten (paragraaf 10.2)

#### **10.1.4 Afstemmen van het onderzoek**

Het onderzoek, de aanpak en de resultaten worden afgestemd met het expertteam (4 bijeenkomsten) en met de werkgroep morfologie en ecologie voor de disciplines morfologie, waterbeweging, slib, zout en ecologie. Ook voor de overige disciplines vindt afstemming met de werkgroep Economie en Overige disciplines plaats.

---

## 10.2 Producten

Bovengenoemde activiteiten en het in de vorige hoofdstukken beschreven onderzoek resulteert in de volgende **eindproducten**:

- Visiedocument op de ontwikkeling van het systeem
- Deelrapporten Bodem, Water, Natuur en Overige disciplines. Voor Bodem, Water en Overige disciplines (m.u.v. Landschap) zullen conceptrapportages medio september beschikbaar zijn. De deelrapportage Natuur en het onderdeel Landschap in het deelrapport Overige disciplines zijn eind november gereed.

### Voor het MER

- Effecten per onderzoeksparameter voor de relevante projectalternatieven/varianten. Daarbij wordt (zoals in Hoofdstuk 2 is aangegeven) onderscheid gemaakt in effecten van de aanleg van de vaargeulverruiming, van het bestaan van de vaargeul (inclusief onderhoud van de vaargeul) en van het gebruik van de vaargeul.
- Aangeven van mogelijke locaties voor het storten van de aanlegbaggerspecie en onderhoudsspecie. Daarbij worden ook de effecten van mogelijk in te zetten verschillende technieken van baggeren en storten aangegeven.
- Aangeven van een aantal mogelijke invullingen van een (flexibele) stortstrategie voor het storten van onderhoudsbaggerspecie.

### Voor de Passende Beoordeling

- Aanreiken van informatie voor het opstellen van een passende beoordeling en het aanreiken van mogelijke mitigerende maatregelen.

### Tussenproducten

Bovengenoemde activiteiten leiden tot de volgende tussenproducten, die in één of meerdere werkgroepen zullen worden besproken.

- Tussenresultaten Morfologie
- Aanpak ecologisch onderzoek (o.a. ingreep-effectrelaties uitwerken)
- Bijdragen aan het MER (o.a. MMA, compenserende/mitigerende maatregelen)
- Mogelijke cumulatieve effecten van verruiming
- Concept rapportages
- Plan van aanpak passende beoordeling
- Resultaten passende beoordeling (ecologisch deel)

---

### 10.3 Planning

Een overzicht van de planning van het onderzoek is in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** opgenomen. Allereerst is een overall-overzicht van de planning van het onderzoek, in samenhang met o.a. de m.e.r. en de passende beoordeling opgesteld.

Tevens is een gedetailleerde planning van de diverse berekeningen voor morfologie, waterbeweging, zout en slib gemaakt in combinatie met de ecologische effecten. Deze gedetailleerde planning is eveneens in bijlage **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** opgenomen. De planning van de overige disciplines is in het overall-overzicht van de planning opgenomen.

Uitgangspunt voor de planning is dat voor de opdrachtgever uiterlijk 15 februari de voor morfologie, waterbeweging, zout en slib benodigde gegevens beschikbaar stelt. Dit geldt ook voor de voor de overige disciplines benodigde gegevens. Voor het aanleveren van voor ecologie benodigde gegevens is 1 april als uiterste datum in de planning aangehouden.

---

# 11 Referenties

## 11.1 Literatuur algemeen

Graveland, J. (red.), 2005. Fysische en ecologische kennis en modellen voor de Westerschelde. Rapportnummer RIKZ/2005.018.

Milieu aspecten Studie, Baggerspeciéstort Westerschelde. Studie naar de effecten van het storten van specie, vrijkomend bij de 43/48 voet verruiming van de vaarweg in de Westerschelde, januari 1998

MER Linkerscheldeoever – Deurganckdok, Milieu en Veiligheid, 2000

Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium, Besluiten van de Nederlandse en Vlaamse regering, Vogel- en Habitattoets, Bijlagenrapport, ProSes, 2005

RIKZ Middelburg, 2003, Monitoring van de effecten van de verruiming 48'-43' MOVE rapport 7, juni 2003

## 11.2 Literatuur Morfologie

Allersma, E., 1992. Studie inrichting Oostelijk deel Westerschelde. Analyse van het fysische systeem. Nota voor de Werkgroep OOSTWEST. Z368. Waterloopkundig Laboratorium.

Jeuken, M.C.J.L. 2000. On the morphologic behavior of tidal channels in the Westerschelde estuary. Phd. thesis, Utrecht University.

Jeuken et al., 2003a, Evaluatie van het beleid voor vaargeulonderhoud en zandwinning sinds de tweede vaargeulverdieping op basis van veldwaarnemingen en het verbeterde Cellenconcept Westerschelde, WL | Delft Hydraulics, Rapportnr. Z3467 (in Dutch).

Jeuken, M.C.J.L., Z.B. Wang, T. Van der Kaaij, M. Van Helvert, M. Van Ormondt, R. Bruinsma, I. Tanczos, 2004, Morfologische ontwikkelingen in het Schelde estuarium bij voortzetting van het huidige beleid en effecten van een verdere verdieping van de vaargeul en uitpolderingen langs de Westerschelde, Deelovereenkomst 2 en 3 Morfologie, ARCADIS/Technum/WL | Delft Hydraulics (in Dutch).

Kuijper, C., Steijn, R., Roelvink, D., Kaaij, T. van der, Olijslagers, P., 2004, Morphological modelling of the Western Scheldt. Validation of DELFT3d, Z3648/A1198, WL | Delft Hydraulics / Alkyon.

Kuijper, C., T. v.d. Kaaij, E. de Goede, 2005, LTV-O&M actieplan voor morfologisch onderzoek modelinstrumentarium, DELFT3D, rapport Z3950 (concept), WL | Delft Hydraulics.

---

Spek, A. van der, 1994. Large-scale evolution of Holocene tidal basins in the Netherlands. Ph.D. thesis. Universiteit Utrecht.

Stive, M.J.F., Z.B. Wang, A.W. van der Weck, H.F.P. van den Boogaard, M.J. Baptist, 1998. Definitiestudie Morfologische Dynamiek Westerschelde. Z2427. WL | Delft Hydraulics.

Swinkels, C., 2006, Presence of connecting channels in the Western Scheldt estuary, Investigation of a morphologic relationship between main and connecting channels, report Z4057, WL | Delft Hydraulics.

Veen, J. van, 1950, Ebb and flood channel systems in the Netherlands tidal waters, Originally published in Journal of the Royal Dutch Geographical Society, Vol. 67, pp. 303-325.

Wang Z.B., M.C.J.L. Jeuken, H. Gerritsen, H.J. de Vriend en B.A. Kornman, 2002, Morphology and asymmetry of the vertical tide in the Westerschelde estuary, Journal of Continental Shelf Research, Vol. 22

Wang Z.B., M.C.J.L. Jeuken, 2005, Verbetering van het ESTMORF model voor het Schelde-estuarium. Uitbreiding van het model met de Beneden-Zeeschelde en een verificatie van het model op basis van waarnemingen voor de periode 1990-2002, Rapport Z3949 (concept), WL | Delft Hydraulics.

Wang Z.B., M.C.J.L. Jeuken, J.C. Winterwerp, Impact of dredging and dumping on the stability of ebb-flood channel systems – Theory. Submitted to Journal of Geophysical research – Earth Surface.

Winterwerp, J.C., M.C.J.L. Jeuken, 2004, Samenvatting van het morfologisch onderzoek in het kader van de strategische milieueffectenrapportage en de ontwikkelingsschets 2010, Morfologische ontwikkelingen in het Schelde estuarium bij voortzetting van het huidig beleid voor vaargeulonderhoud en zandwinning en effecten van een verdere verdieping van de vaargeul en uitpolderingen langs de Westerschelde, ARCADIS/Technum/WL | Delft Hydraulics, rapport Z3561.

### **11.3 Literatuur Ecologie**

Adriaensen, F., S. van Damme, E. van den Bergh, D. van Hove, R. Brys, T. Cox, S. Jacobs, P. Konings, J. Maes, T. Maris, W. Mertens, L. Nachtergale, E. Struyf, A. van Braeckel & P. Meire, 2005. Instandhoudingdoelstellingen Schelde-estuarium. Rapportnummer: ECOBE 05-R82. In opdracht van: AWZ.

Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. Van Zadelhoff, 2001. Handboek natuurdoeltypen. Tweede, geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV, Wageningen.

---

Bouma, H., D.J. de Jong, F. Twisk & K. Wolfstein, 2005. Zoute wateren Ecotopenstelsel (ZES.1). Rapport RIKZ/2005.024.

Ens, B.J., A.G. Brinkman, E.M. Dijkman, H.W.G. Meesters, M. Kersten, A. Brenninkmeijer & F. Twisk, 2005. Modelling the distribution of waders in the Westerschelde. Alterra-rapport 1193.

Heinis, F., J.W. van der Vegte, J. de Vlas, M. van Ledden, Z. Jager, 2005. Effecten van Maasvlakte 2 op de Waddenzee en Noordzeekustzone - Uitwerking in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn. In opdracht van Havenbedrijf Rotterdam N.V. & Rijksinstituut voor Kust en Zee. Consortium 3|MV2, Projectreferentie 9R2847/R007/FHE/MBOM/Nijm.

Min LNV, 2005. Natura 2000 gebied 122 – Westerschelde en Saeftinghe, november 2005.

Rappoldt, C., B.J. Ens, M.A.J.M. Kersten & E.M. Dijkman, 2004. Water Energy Balance & Tidal Cycle Simulator WEBTICS. Alterra-rapport 869.

Stikvoort, E. (ed.), 2003. Monitoring van de effecten van de verruiming 48'-43'. MOVE Hypothesendocument 2003. Rapport RIKZ/2003.009.

Van Damme, S., D. Van Hove, T. Ysebaert, E. de Deckere, E. Van den Bergh & P. Meire, 2003. Ontwikkelen van een score of index voor fytoplankton, macrozoöbenthos, macro-algen en angiospermen voor de Vlaamse overgangswateren volgens de Europese Kaderrichtlijn Water. Rapportnummer: ECOBE 03-R54.

Van der Molen, D.T. (red.), 2004. Referenties en conceptmaatlaten voor overgangs- en kustwateren voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA rapport nr 2004-44.

#### **11.4 Literatuur waterbeweging en arealen**

Alkyon, 2001, Herstel 1: 3 koppeling binnen de modellentrein, Fase 1 Roostergeneratie

Alkyon, 2001, Herstel 1: 3 koppeling binnen de modellentrein, Fase 2 Modelbouw en afregeling

Alkyon, 2005, Evaluatie van hydraulische modellen voor operationele getijvoorspellingen, Deel 1, Evaluatie op basis van de Nederlandse randvoorwaarden, september 2005

Alkyon, 2005, Evaluatie van hydraulische modellen voor operationele getijvoorspellingen, Deel 1, Evaluatie op basis van de Vlaamse randvoorwaarden, december 2005



---

CAT, SMER rapport Water, 2004, Onderzoek effecten van ontwikkelingen op de waterparameters, 30 juni 2004

Handleiding Waqua in SIMONA, Een veelheid aan handleidingen.

### **11.5 Literatuur zout- en slibbeweging**

Fettweis, M., T. Ysebaert, M. Sas & Meire P., (1999).

Sedimentologische en biologische processen en de erosiegevoeligheid van cohesieve sedimenten op enkele slikken in de Beneden-Zeeschelde. te verschijnen in *Water*.

Fettweis M., M. Sas & J. Monbaliu (1998). Seasonal, neap-spring and tidal variation of cohesive sediment concentration in the Scheldt estuary, Belgium. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47, 21-36.

Fettweis M., T. Ysebaert, M. Sas & P. Meire (1998b) Hydraulisch-Sedimentologisch Onderzoek: Deelrapport 3: In situ metingen van de erosiegevoeligheid van slib in de Beneden-Zeeschelde, Winter en zomercampagne. IMDC en IN rapport, I/RA/11128/98.005/WFE.

Fettweis M., M. Sas, J. Monbaliu & E. Taverniers (1997). Langdurige meting van slibconcentratie, saliniteit en temperatuur te Prosperpolder (Beneden-Zeeschelde). *Water*, Nr. 92, 15-26.

Fettweis M. (1995). Modelling currents and sediment transport phenomena in shelf seas and estuaries. *Doctoraatsthesis, KULeuven*, 253p.

Fettweis M. en M. Sas (1994). De complexe stroming in de toegangsgemaal van de Zandvliet- en Berendrechtshuis: Inzicht via metingen en modellering. *Water*, Nr. 77, 109-116.

Fettweis M., M. Sas en L. Meyvis (1994). Analyse van stroom- en sedimentmetingen ter hoogte van de Drempel van Zandvliet (Schelde). *Water*, Nr. 76, 88-99.

IMDC, 2001, Aanvullend hydraulisch morfologisch onderzoek van het Deurganckdok in de Antwerpse haven, I/RA/11208/01.027/KDW

IMDC (2003), Optimalisatie van de onderhoudsbaggerwerken Deurganckdok; Deelrapport 1a: het hydraulisch model, I/RA/11239/03.049/EST.

IMDC (2004), Optimalisatie van de onderhoudsbaggerwerken Deurganckdok, Deelrapport 1b: Sedimentologisch en morfologisch modelonderzoek rapport, I/RA/11239/03.067/CMA.

---

IMDC (2004), Optimalisatie van de onderhoudsbaggerwerken Deurganckdok, Hoofdrapport: Onderzoek naar de effecten op het milieu bij het terugstorten van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde, I/RA/11239/04.020/CMA.

Winterwerp J.C, R.E Uittenbogaard and Z.B. Wang, (2006) New developments in the mud transport module of DELFT3D; implementation of new functionalities, Delft Hydraulics Report Z3824, in preparation

WLH (2004) "2Dh Nevla Scheldemodel (SCALWEST 2000 met verbeterde Belgische roosterschematisatie) Bouw en afregeling stromingsmodel", Model 753, '.

WLH (2004b) "Alternatieve stortplaatsen voor slib in de Beneden-Zeeschelde: Stortlocatie Vlake van Hoboken. (Model 755/1).

---

## 12 Bijlage 1: Het abiotisch systeem

### 12.1 Systeemkenmerken

Het Schelde-estuarium omvat de Zeeschelde en haar zijrivieren, waar nog sprake is van getij-invloeden, de Westerschelde en het mondingsgebied (de Voordelta). Het fysieke systeem, zoals onderschreven door het beleid in de LTV2030, kan getypeerd worden door:

- een open en natuurlijk mondingsgebied;
- een systeem van hoofd- en nevengeulen met tussenliggende platen en gebieden met ondiep water in de Westerschelde, het zogenaamde meergeulenstelsel;
- een estuarien overgangsggebied met vele menselijke ingrepen in de Beneden-Zeeschelde;
- een riviersysteem met meanderend karakter in de Boven-Zeeschelde en de zijrivieren;
- een grote diversiteit aan habitats, vooral schorren, slikken, platen en ondiep water in zout, brak en zoet gebied in combinatie met natuurlijke oevers.

Naast de periodieke verticale en horizontale waterbeweging ten gevolge van het getij is de zee-invloed merkbaar door een zoutindringing, welke tot voorbij Antwerpen kan reiken. De door de waterbeweging geïnduceerde sedimenttransporten hebben betrekking op niet-cohesief zand (orde 200  $\mu\text{m}$  maar variërend in het estuarium) en slib (kleiner dan 63  $\mu\text{m}$ ) met cohesieve eigenschappen. Voor de Westerschelde worden morfologische veranderingen gestuurd door de (veranderingen van de) horizontale transporten van vooral zand. Slib speelt een rol waar het de bodemsamenstelling betreft van de platen, slikken en schorren in de Westerschelde. In het oostwaartse deel van de Westerschelde, en in de Beneden-Zeeschelde, met name ter plaatse van het troebelheidsmaximum, is de bijdrage van slib aan de totale sedimentatie in de geulen en de havens) groter. Naast de "natuurlijke" sedimenttransporten wordt door baggeren, storten en zandwinning sediment herverdeeld in en onttrokken aan het systeem. De invloed van deze menselijke ingrepen is significant en mede bepalend voor de morfologische veranderingen (lokaal en grootschalig).

Onderstaand wordt dieper ingegaan op de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde, aangezien in deze gebieden de verruiming van de vaargeul zal plaatsvinden. Uit onderstaande beschrijving zal blijken dat de hydrodynamiek, in sterke mate gekarakteriseerd door getijwerking, de drijvende kracht is voor de morfodynamiek, de zoutdynamiek en de slibdynamiek.

---

Verder zal blijken dat het belang van het zandtransport (morfodynamiek) zeer groot is in de Westerschelde maar afneemt naar opwaarts toe, terwijl daarentegen de slibdynamiek cruciaal is voor het oostelijk deel van de Westerschelde en zeer zeker voor de Beneden-Zeeschelde, waar het turbiditeitsmaximum van het estuarium ligt.

Ingrepen in het algemeen, en voor de huidige m.e.r. de verruiming en het onderhoud van de vaargeul in het bijzonder, dienen mede beoordeeld te worden op effecten voor het milieu (Natuurlijkheid als één van de LTV doelstellingen), waarbij als uitgangspunt geldt dat de karakteristieken en de integriteit van het systeem behouden moeten blijven.

### **12.2 De Westerschelde**

Voor wat betreft de morfologie van de Westerschelde betekent dit dat de effecten van ingrepen op het meergeulensysteem beoordeeld moeten worden. Het meergeulensysteem wordt hierbij geïnterpreteerd als de schakel van zes zgn. bochtgroepen in de Westerschelde, elk bestaand uit de volgende morfologische eenheden: de twee grote geulen (eb en vloed), de kortsluitgeulen (verbindingen tussen de grote eb- en vloedgeulen), de intergetijdengebieden (platen, slikken en schorren, gelegen tussen gemiddeld hoog- en laagwater) en de ondiepwatergebieden (globaal tussen NAP-2m en NAP-5m). Horizontale verplaatsingen van de hoofdgeulen worden beperkt door bedijkingen en geulwandverdedigingswerken; morfologische veranderingen hebben dan ook vooral betrekking op verdieping c.q. verondieping van deze geulen. Het behoud van twee hoofdgeulen is van praktische betekenis voor de scheepvaart: de kleinere (neven-) geul wordt gebruikt door de kleinere scheepvaart en tegelijkertijd zijn de geuldimensies voor het huidige meergeulensysteem groter dan voor een systeem met slechts één geul. De kortsluitgeulen dragen bij aan de morfologische dynamiek van het systeem. Hun gedrag wordt vooral bepaald door de hoofdgeulen; door migratie van deze geulen vindt afbraak en opbouw van platen, ondiepwatergebieden en slikken plaats. Van grote ecologische betekenis zijn de intergetijden- en ondiepwatergebieden, resp. als foerageergebied voor vogels en kraamkamer voor vissen. De morfologische ontwikkeling van het hierboven beschreven meergeulensysteem komt tot uitdrukking in verandering van de zandhuishouding, d.i. het grootschalige patroon van de lange termijn (decennia-eeuwen) gemiddelde sedimenttransporten en resulterende sedimentatie en erosiepatronen. Lange termijn import dan wel export kan leiden tot verlanding resp. verdrinking van het estuarium.

---

### 12.3 De Beneden-Zeeschelde

Om een goed inzicht te hebben in het fysische systeem van de Beneden-Zeeschelde en vooral oog te hebben voor het dynamische karakter ervan wordt in deze paragraaf een beknopt overzicht gegeven van het fysische systeem waarbinnen de bagger- stortactiviteiten plaatsvinden. De zout-, brak- en zoetwaterslikken, de platen en geulen vormen een unieke omgeving voor diverse leefgemeenschappen. Het bestaan van deze ecosystemen is het gevolg van de complexe interactie tussen verschillende fysische processen zoals de hydrodynamica, de saliniteitsverdeling (als gevolg van de zoutdynamiek), het sedimenttransport, het gehalte aan sediment in suspensie (troebelheid), het gehalte aan opgeloste nutriënten en het zuurstofgehalte.

De Beneden-Zeeschelde is hoog dynamisch en wordt gekarakteriseerd door een zeer grote variatie op het gebied van zoutgehalte, stroomsnelheden, sedimentconcentratie en turbiditeit, zowel van plaats tot plaats als gedurende een getij en gedurende de cyclus der seizoenen.

De meest directe ecologische indicator (gerelateerd aan de stortactiviteiten) is de turbiditeit. Dit is een maat voor de troebelheid of de "donkerheid" van het water en het is bijgevolg evident dat er een verband is met het gehalte aan sediment in suspensie, meer bepaald met het gehalte fijne deeltjes en bijgevolg het slibgehalte. De concentratie van slib in suspensie is in de Beneden-Zeeschelde meestal beperkt tot enkele honderden mg/l. Dicht tegen de bodem kunnen zich lagen met hoge slibconcentratie (enkele g/l tot 10-tallen g/l) vormen. Deze lagen zijn dikwijls weinig stabiel gedurende een getij. Zij worden gevormd tijdens kentering, wanneer de stroomsnelheid zodanig laag is dat de slibdeeltjes neerslaan.

De analyse van de slibconcentratie geeft aan dat er een correlatie is van de slibconcentratie met de seizoenen. Deze seizoensgebonden invloeden hebben echter geen invloed op de variaties die optreden tijdens een getijcyclus of tijdens een doortij-springtij-cyclus. De seizoensgebonden variaties kunnen toegeschreven worden aan een groot aantal processen, die dikwijls met elkaar verbonden zijn. Zij kunnen als volgt gegroepeerd worden:

- bovendebiet (dit heeft effect op de verschuiving van het turbiditeitsmaximum en resulteert in een grotere sedimenttoevoer vanuit het niet-getijgebonden deel van het bekken);
- temperatuur;
- stormvloeden.

In de Beneden-Zeeschelde is er continu beweging van slib. Rekening houdend met de getijwerking en de bijhorende slibconcentraties betekent dit dat op jaarbasis door de getijwerking 10 tot 30 miljoen ton slib opwaarts getransporteerd wordt tijdens vloed en een vergelijkbare hoeveelheid afwaarts tijdens eb. In zones met lage snelheden treedt er sedimentatie van slib op.

---

Dat gebeurt vooral op de schorren en slikken, in de toegangseulen naar de sluzen en in het Deurganckdok. De slibaanvoer gebeurt in alle insteken door drie fysische processen, met name getijwerking, neervorming en densiteitstromingen, waardoor er veel meer water wordt uitgewisseld dan enkel door de getijwerking.

---

## 13 Bijlage 2: Onderzoeks- en tussenparameters

Opgemerkt wordt dat de in de hoofdtekst aangegeven onderzoeks- en tussenparameters bepalend zijn. Deze bijlage is nog niet aangepast aan de meest recente inzichten. Zo ontbreekt parameter M32 schorranderosie, welke wel is beschreven in Hoofdstuk 4.

In principe is dit overzicht ook bedoeld voor de onderzoekers.

ONDERZOEKSPARAMETERS									
Hoofdcriterium	code	Onderzoeksparemeter	wie bepaalt parameter	aanleg	onderhoud	gebruik	eenheid	nodig om uitspraak te doen over:	hoe bepalen?
<b>Discipline Ecologie</b>								<b>effecten tijdens</b>	
<b>Diversiteit habitats</b>		(habitattypen 1110, 1130, 1140 en kweldertypen 1310/1320/1330):							
	P1	Oppervlak habitattypen (type 1110, 1130, 1310, 1320, 1330)	HWE	X	X	X	ha	diversiteit habitats	
	P2	Kwaliteit habitattypen (type 1110, 1130, 1310, 1320, 1330)	HWE	X	X	X	?		
<b>Diversiteit soorten</b>	P3	estuariene vissoorten (overige aandachtsoorten)	HWE	X	X	X	aantal	vissoorten	
	P4	kinderkamer vissoorten (overige aandachtsoorten)	HWE	X	X	X	aantal		
	P5	trekvissen (beschermde soorten en niet-beschermde soorten)	HWE	X	X	X	aantal		
	P6	doortrekkende en overwinterende vogels / niet-broedende vogelsoorten	HWE	X	X	X	aantal	vogelsoorten	
	P7	kustbroedvogels	HWE	X	X	X	aantal		
	P8	zeehonden	HWE	X	X	X	aantal	zeezoogdieren	
<b>Ecologisch functioneren</b>	P9	fytoplankton	HWE	X	X	X			
	P10	macrofyten	HWE	X	X	X			
	P11	macrofauna	HWE	X	X	X			
	P12	vissen	HWE	X	X	X			
<b>Discipline Bodem/morfologie</b>									
<b>Stabiliteit meergeulensysteem</b>	P13	Verhouding tussen gemiddelde diepte van de grote eb- en vloedgeul	WL	X	X			(indicatie voor wel/niet overgang naar 1 geulstelsel) behoud meergeulensysteem	Bepalen met kantelindex K
	P14	Vóórkomen van kortsluitgeulen	WL	X	X			ook nodig voor E2 en daarmee P2	Bepalen met empirische relatie om te bepalen of aan randvoorwaarden voor voorkomen kortsluitgeulen is voldaan
<b>Bergingscapaciteit</b>	P15	Maximale stortcapaciteit per geul	WL	X	X			(nodig voor uitwerken stortstrategie)	Stortcriterium ( $SC_m = SC_0 - V_{tot}$ )
	P16	Volumeveranderingen van de grote eb- en vloedgeul	WL	X	X			Afleiden tendens van erosie of sedimentatie, indicatie voor veranderingen in meergeulensysteem	zie notitie morfologisch beoordelingskader voor meergeulensysteem in Westerschelde



<b>Zandhuishouding</b>	P17	Verandering in zandbalans	WL	X	X				DELFT3D en ESTMORF
<b>Bodemkwaliteit</b>	P56	Geschiktheid van de bodemkwaliteit	Katelijne	X	X				
<b>Discipline Water</b>									
<b>Troebelheid</b>	P18	tijdelijke piekconcentratie zwevende stof	IMDC	X	X		g/l	effecten van baggeren en storten	Pluimberekeningen met behulp van SLIB3D, berekenen voor aantal stortlocaties en voor een typische baggercyclus
	P19	duur van de piek in concentratie zwevende stof	IMDC	X	X		minuten	effecten van baggeren en storten	
	P20	afstand waarover de turbiditeitsverhoging (significant) voelbaar is	IMDC	X	X		m	effecten van baggeren en storten	
	P21	Verschuiving in ligging van het turbiditeitsmaximum (km)	IMDC		X		km	Bepalen van maximale vertroebeling in lengte-as van het estuarium, effecten aanwezigheid geul	Slib3D berekeningen voor autonome ontwikkeling en verdiepte situatie. Kiezen van relevante schematisatie randvoorwaarden om ook seizoenseffecten mee te nemen.
<b>Saliniteit</b>	P22	Verschuiving van grens tussen zout/brak en brak/zoete omstandigheden	IMDC		X		m	Vertalen van Maximale en minimale zoutconcentratie op een locatie naar de gevraagde variabelen	Berekenen met behulp van het Slib3D model, scenario hoge en lage afvoer Schelde. Springtij – doodtij cyclus.
<b>Waterstanden</b>	P23	Verandering in extreme waterstanden	Alkyon/IMDC		X			vervangen door verandering in extreme waterstanden	Expert judgement op basis van SMER resultaten
<b>Stabiliteit hoogwaterkering</b>	P57	Risico's voor stabiliteit hoogwaterkering	Alkyon						
<b>Discipline Ruimtegebruik en mobiliteit</b>									
<b>Ruimtelijke aspecten</b>	P24	Significante wijzigingen in bodem- en ruimtegebruik	RA	x?	x?	X			
	P25	Wijzigingen in de recreatieve attractiviteit	RA	x?	x?	X			
	P26	Impact op de visserijsector	RA	x?	x?	X			
	P27	Bereikbaarheid van de zeehavens in het Schelde-estuarium	RA	x?	x?	X			
<b>Mobiliteit</b>	P28	Transportontwikkeling hinterland/achterland	RA	x?	x?	X			
	P58	Capaciteit van de vaarweg	RA						
<b>Discipline Lucht</b>									
<b>Emissiebijdrage fijn stof</b>	P29	Emissiebijdrage fijn stof (PM10)		-	x?	X			
<b>Emissie verzurende pollutanten</b>	P30	Emissie verzurende pollutanten (Nox)		-	x?	X			
<b>Overige emissies</b>	P31	Broeikasgassen		-	x?	X			
	P32	Niet-broeikasgassen		-	x?	X			

Discipline Geluid en trillingen						
<b>Geluidshinder</b>	P33	Hinder voor locaties van geluidsgevoelige bestemmingen	RA en ARCADIS			
<b>Trillingshinder</b>	P34	Afstand waarover trillingnormen worden overschreden	RA en ARCADIS	x?	x?	X
<b>Rustverstoring</b>	P35	voor VHR-gebieden	RA en ARCADIS	x?	x?	X
Discipline Landschap						
<b>Geomorfologie</b>	P36	Aantasting GEA-objecten en/of geomorfologisch waardevolle elementen	ARCADIS	x?	x?	X
	P37	Aantasting overige geomorfologische vormen	ARCADIS	x?	x?	X
<b>Archeologie</b>	P38	Aantasting archeologische waarden	ARCADIS	x?	x?	X
<b>Cultuurhistorie</b>	P39	Aantasting wettelijk beschermde cultuurhistorisch waardevolle gebieden, elementen, structuren en patronen	ARCADIS	x?	x?	X
	P40	Aantasting overige cultuurhistorisch waardevolle gebieden, elementen, structuren en patronen	ARCADIS	x?	x?	X
<b>Visuele impact</b>	P41	Aantasting waardevolle landschapselementen en -patronen	ARCADIS	x?	x?	X
	P42	Wijziging aantallen en omvang schepen op de rivier	ARCADIS	x?	x?	X
	P43	Aantasting van de aanwezige landschapkenmerken	ARCADIS	x?	x?	X
Discipline Externe veiligheid en nautische aspecten						
<b>Externe veiligheid</b>	P44	Plaatsgebonden risico		-	-	X
	P45	Groepsrisico		-	-	X
<b>Vaarveiligheid</b>	P46	Aanvaringsrisico	Alkyon			
Discipline Mens - gezondheid						
<b>Overschrijding wettelijke grenswaarden</b>	P47	Overschrijding normen geluidbelasting		?	?	X
	P48	Overschrijding normen luchtkwaliteit		?	?	X
	P49	Overschrijding normen waterkwaliteit		?	?	X
	P50	Overschrijding normen externe veiligheid		?	?	X
<b>Hinder/beleving</b>	P51	Geluidshinder		?	?	X
	P52	Geurhinder		?	?	X
	P53	Ruimtelijke beleving		?	?	X
	P54	Visuele beleving		?	?	X
<b>Risicoperceptie</b>	P55	gezondheidsproblemen (psychosomatisch)		?	?	X

TUSSENPARAMETERS ECOLOGIE

Hoofdcriterium	code Parameter	wie bepaalt parameters	aanleg	onderhoud	gebruik	eenheid	nodig om uitspraak te doen over:	hoe bepalen?
Discipline Ecologie						effecten tijdens		
<b>Kwaliteit habitattypen</b>	<b>habitattypen 1110, 1130, 1140 en kweldertypen (1310/1320/1330):</b>							
	E1	<u>dynamiek habitat</u> : verhouding hoogdynamisch en laagdynamisch gebied	HWE	-	-	-		volgt uit M3, M4 en M5
	E2	<u>morfologie habitat</u> : steilheid oever en voorkomen kortsluitgeulen	HWE	-	-	-	P2 kwaliteit habitatype	volgt uit M1 tem M10
	E3	<u>morfologie habitat</u> : verhouding morfologische eenheden	HWE	-	-	-		volgt uit M28
	E4	<u>bodem habitat</u> : oppervlakte niet aangetast door baggeren of storten	HWE	-	-	-		volgt uit e16, E17, E18 en W12
	E5	<u>waterkwaliteit habitat</u> : zoutgradiënt	HWE	-	-	-		
<b>Ecologisch functioneren</b>	E6	fytoplankton: biomassa (NI + VI)	HWE				fytoplankton/ecologisch functioneren	
	E7	fytoplankton: algensamenstelling (NI + VI)	HWE					
	E8	macroalgen en angiospermen: schorareaal (NI + VI)	HWE					
	E9	macroalgen en angiospermen: schorkwaliteit (zonering-NI, vormindex of breedte-VI, soort- en vegetatiediversiteit-VI, floristische kwaliteit-VI)	HWE				macrofyten/ecologisch functioneren	
	E10	macroalgen en angiospermen: zee gras: areaal en kwaliteit (NI)	HWE					
	E11	macroalgen en angiospermen: zee wier: bedekking zacht substraat met wierhopen (NI)	HWE					
	E12	macrofauna: biomassa (NI: totaal; VI: per ecotoop)	HWE				macrofauna/ecologisch functioneren	
	E13	macrofauna: aantal soorten (NI: totaal; VI: per ecotoop)	HWE					
	E14	macrofauna: soortensamenstelling/ecotoop (NI + VI)	HWE					
	E15	vissen: aantal soorten vissen/gilde	HWE				vissen/ecologisch functioneren	
<b>Vissen</b>	E19	omvang leefgebied voor estuariene vissoorten	HWE			ha		zie ingreep-effectketens
	E20	beschikbaarheid van voedsel voor estuariene vissoorten	HWE				estuariene vissoorten	bereikbaarheid bepaald door zuurstof (E16) en turbiditeit (W12)
	E21	bereikbaarheid van voedsel voor estuariene vissoorten	HWE					zie ingreep-effectketens
	E22	omvang opgroeigebied van kinderkamersoorten	HWE			ha		
	E23	beschikbaarheid van voedsel voor kinderkamersoorten	HWE				kinderkamer vissoorten	bereikbaarheid bepaald door zuurstof (E16) en turbiditeit (W12)
	E24	bereikbaarheid van voedsel voor kinderkamersoorten	HWE					zie ingreep-effectketens
	E25	omvang leefgebied van trekvissen	HWE			ha		
	E26	beschikbaarheid voedsel voor trekvissen	HWE				trekvissen	bereikbaarheid bepaald door zuurstof (E16) en turbiditeit (W12)
	E27	bereikbaarheid van voedsel voor trekvissen	HWE					zie ingreep-effectketens
<b>Diversiteit vogelsoorten (broedend en niet-</b>	E28	beschikbaarheid van vis voor viseters diep water (duikers, futen)	HWE				aantal viseters diep water (duikers, futen)	zie ingreep-effectketens vis

broedend)				
E29	bereikbaarheid voedsel voor viseters diep water (duikers, futen)	HWE		bereikbaarheid bepaald door doorzicht en dus door slib (w12) en fytoplankton (zie ingreep-effectketen)
E30	verstoring viseters diep water (duikers, futen)	HWE		
E31	beschikbaarheid voedsel voor viseters foeragerend aan oppervlakte (sterns)	HWE		zie ingreep-effectketens vis (o.a. haring)
E32	bereikbaarheid voedsel voor viseters foeragerend aan oppervlakte (sterns)	HWE	aantal viseters foeragerend aan oppervlakte (sterns)	bepaald door doorzicht (V3), afstand tot voedselrijke gebieden (m.n. Dwergstern), fysiotoen
E33	verstoring viseters foeragerend aan oppervlakte (sterns)	HWE		bepaald door geluid 45 dB
E35	beschikbaarheid voedsel voor viseters ondiep water (reigers, lepelaar, ruiters)	HWE	aantal viseters ondiep water (reigers, lepelaar, ruiters)	is dit beschikbaarheid foerageergebied (in ingreep-effectketen, dat weer bepaald wordt door oppervlak ondiep voedselrijk water
E36	bereikbaarheid voedsel voor viseters ondiep water (reigers, lepelaar, ruiters)	HWE		
E37	verstoring viseters ondiep water (reigers, lepelaar, ruiters)	HWE		
E38	beschikbaarheid voedsel voor wadvogels - schelpdiereters (scholekster, kanoet)	HWE	aantal wadvogels - schelpdiereters	bepaald door schuifspanning (m29) en zout?
E39	bereikbaarheid voedsel voor wadvogels - schelpdiereters (scholekster, kanoet)	HWE		bepaald door droogvalduur
E40	verstoring wadvogels - schelpdiereters (scholekster, kanoet)	HWE		
E41	beschikbaarheid voedsel voor wadvogels - wormeneters (steltlopers)	HWE	aantal wadvogels - wormeneters	bepaald door schuifspanning en slib? bepaald door droogvalduur
E42	bereikbaarheid voedsel voor wadvogels - wormeneters (steltlopers)	HWE		
E43	verstoring wadvogels - wormeneters (steltlopers)	HWE		
E44	beschikbaarheid voedsel voor wadvogels - gemengd dieet (wulp)	HWE	aantal wadvogels - gemengd dieet	
E45	bereikbaarheid voedsel voor wadvogels - gemengd dieet (wulp)	HWE		
E46	verstoring wadvogels - gemengd dieet (wulp)	HWE		
E47	beschikbaarheid voedsel voor wadvogels - ander dieet (bergeend)	HWE	aantal wadvogels - ander dieet	
E48	bereikbaarheid voedsel voor wadvogels - ander dieet (bergeend)	HWE		
E49	verstoring wadvogels - ander dieet (bergeend)	HWE		
E50	beschikbaarheid voedsel voor planteneters	HWE	aantal planteneters (kunnen waarschijnlijk allemaal onderbouwd worden weggeschreven)	bepaald door areaal schor (M13) en breedte schor (M14)
E51	bereikbaarheid voedsel voor planteneters	HWE		
E52	verstoring planteneters	HWE		
E53	beschikbaarheid voedsel voor roofvogels	HWE	aantal roofvogels	bepaald door
E54	bereikbaarheid voedsel voor roofvogels	HWE	(kunnen waarschijnlijk	beschikbaarheid voedsel;

	E55	verstoring roofvogels	HWE				onderbouwd worden weggeschreven) Geldt dit ook voor overige soorten?)	voor slechtvalk zijn dat m.n. steltlopers en voor andere soorten ook muizen e.d.	
	E56	aanwezigheid van geschikte broedlocaties (o.a. Saeftinghe (specifieke soorten) en Hooge Platen (andere specifieke soorten) voor kustbroedvogels	HWE				Grote stern, Visdief, Dwergstern, Zwartkopmeeuw	aanwezigheid geschikte broedlocatie broedende viseters (stern) 15/3 - 15/7 wordt bepaald door hoogteligging en areaal boven hoogwaterlijn	
	E57	aanwezigheid geschikte broedlocaties (zijn dit wadvogels, wormeneters?)	HWE				bontbekplevier, strandplevier		
	E58	aanwezigheid geschikte broedlocaties	HWE				Bruine kiekendief	op Saeftinghe? geen effect?	
<b>Zeehonden</b>	E59	aanwezigheid geschikte lig/rustplaatsen voor zeehonden	HWE						
	E60	beschikbaarheid voedsel voor zeehonden	HWE				aantal en conditie zeehonden		
	E61	bereikbaarheid voedsel voor zeehonden	HWE						
	E61	verstoring zeehonden (boven en onder water)	HWE						
<b>TUSSENPARAMETERS MORFOLOGIE/BODEM</b>									
<b>Hoofdcriterium</b>	<b>code</b>	<b>Parameter</b>	<b>wie bepaalt parameter paappaar</b>	<b>aanleg</b>	<b>onderhoud</b>	<b>gebruik</b>	<b>eenheid</b>	<b>nodig om uitspraak te doen over:</b>	<b>hoe bepalen?</b>
<b>Discipline Morfologie/bodem</b>									
<b>Oppervlak habitatype</b>	M1	Areaal geul (habitatype 1130)	Alkyon	X	X		ha		Met behulp van ESTMORF en DELFT3D
	M2	Areaal ondiep water (type 1130)	Alkyon	X	X		ha		bodem en expert judgement; omzetten naar Waqua, arealen bepalen in Waqua
	M3	Areaal litoraal hoogdynamisch (type 1130)	Alkyon	X	X		ha		
	M4	Areaal litoraal laagdynamisch, laag of middelhoog gelegen (type 1130)	Alkyon	X	X		ha		
	M5	Areaal laagdynamisch hoog gelegen (type 1130)	Alkyon	X	X		ha	voor P1 oppervlak habitatypen	
	M6	Areaal supralitoraal (type 1130)	Alkyon	X	X		ha		
	M7	Areaal supralitoraal laag gelegen (habitatype 1310)	Alkyon	X	X		ha		Expert judgement op basis van resultaten
	M8	Areaal supralitoraal middellaag gelegen (schorren met slijkgrasvegetatie, type 1320)	Alkyon	X	X		ha		MER, analyse met behulp van DTM en nieuw berekende waterstand
	M9	Areaal supralitoraal middelhoog gelegen schor (habitatype 1330)	Alkyon	X	X		ha		
	M10	Areaal supralitoraal hoog gelegen schor (habitatype 1330)	Alkyon	X	X		ha		
	M11	areaal diepe kustzone (habitatype 1110)	Alkyon		X		ha	voor P1 oppervlak habitatype 1110	Mbv ESTMORF en DELFT3D bodem en expert judgement; omzetten naar Waqua, arealen bepalen in Waqua
	M12	areaal ondiepe kustzone (habitatype 1110)	Alkyon		X		ha		
<b>Ecologisch functioneren</b>	M13	Areaal schor	Alkyon	X	X			voor E8 marcofyten/ecologisch functioneren	bepalen door sommeren m6 tem M10.
	M14	Breedte schor	Alkyon		X			voor E9 marcofyten/ecologisch functioneren	Mbv ESTMORF en DELFT3D bodem in Waqua en expert judgement
<b>Kwaliteit habitat</b>	M15	steilheid van de overgang tussen ecotopen/(sub)habitatypes	Alkyon	X	X			voor E2 (en daarmee	Mbv

						P2)	kombergingsgrafieken in Waqua
<b>Stabiliteit meergeulenstelsel</b>	M16 Gemiddelde diepte individuele geul	WL	X	X	m	voor P13, Kantelindex	ESTMORF en DELFT3D
	M17 Verval tussen eb- en vloedgeul binnen macrocel	WL	X	X	m	voor P14 Voorkomen kortsluitgeulen	analytische beschouwing, ESTMORF en DELFT3D
<b>Stortcapaciteit</b>	M18 Totale doorstroomoppervlak per macrocel	WL	X	X	m2		ESTMORF en DELFT3D
	M19 Volumeveranderingen per geul (Totaal, Ingrepen, Natuurlijk)	WL	X	X	m3/jr	voor P 16/P17; ingrepen index	ESTMORF en DELFT3D
	M20 Bruto sedimenttransport capaciteit	WL	X	X	m3/jr	voor P15 stortcapaciteit	DELFT3D
<b>Zandhuishouding</b>	M21 Volumeveranderingen per macrocel (Totaal, Ingrepen, Natuurlijk)	WL	X	X	m3/jr		ESTMORF en DELFT3D
	M22 Volumeverandering intergetijdengebied	WL	X	X	m3/jr		ESTMORF en DELFT3D
	M23 Getijslag	WL/Alkyon	X	X	m	voor P17 Zandbalans	ESTMORF en DELFT3D
	M24 Asymmetrie verticale getij	WL/Alkyon	X	X	-		ESTMORF en DELFT3D
	M25 Sedimentatiesnelheid/hoeveelheid (cm) op de waterbodem buiten de stortlocaties.			X		t.b.v. Ecologie welke parameter?	ESTMORF, DELFT3D en expert judgement
	M26 Sedimentatie op schorren	WL/IMDC	X	X			Expert judgement op basis van overstromingsfrequenties, waterstanden en slibconcentratie
	M27 Bodemsamenstelling / Tendens tot verzanding	WL	X	X		kwaliteit habitat of eerder ecotoop?	Volgt uit verspreiding zandarealen (stortstrategie) en vergelijking met huidige bodemsamenstelling
	M28 <u>bodem habitat</u> : oppervlakte niet aangetast door baggeren of storten	WL/IMDC	X	X		voor E4 bodem habitat en daarmee voor P2 kwaliteit habitatype	Volgt uit baggerlocaties, uit M25 en stortstrategie
	M29 Bodem schuifspanning	Alkyon	X	X		voor E38 beschikbaarheid voedsel voor wadvogels en indicatie voor oppervlak leefgebied wadvogels ( schuifspanning van wat? vertaling mogelijk naar habitatype en/of ecotoop (is subtype van habitat, zie verschillende arealen?)	
	M 30 areaal boven hoogwaterlijn op platen	Alkyon	X	X		voor E 56aanwezigheid geschikte broedlocaties voor broedende viseters (stern)? Welk habitatype0	
	M31 plaatrandlengte aan diep water	Alkyon	X	X		voor E59 geschikte ligplaatsen voor zeehonden	

		WL					Expert judgement, onder andere aan de hand van recent onderzoek van Mindert de Vries	
TUSSENPARAMETERS WATER								
Hoofdcriterium	code Parameter	wie bepaalt parameter	aanleg	onderhoud	gebruik	eenheid	nodig om uitspraak te doen over:	
Discipline Water						effecten tijdens	hoe bepalen?	
	M32 Schorranderosie		X	X				
Saliniteit	W1 Ligging van grens tussen zout/brak en brak/zoete omstandigheden (gemiddelde wintertoestand en gemiddelde zomertoestand)	IMDC	X			m	Vertalen van Maximale en minimale zoutconcentratie op een locatie naar de gevraagde variabelen	Berekenen met behulp van het Slib3D model, scenario hoge en lage afvoer Schelde. Springtij – doortij cyclus.
	W2 Aantal dagen per jaar dat het zoutgehalte op een aantal vastgelegde locaties de grenswaarde voor een bepaalde soort (bodemorganismen) overschrijdt	IMDC	X			dagen	t.b.v. Ecologie welke parameter??	
	W15 zoutgehalte	IMDC	X				voor E38 beschikbaarheid voedsel wadvogels	
	W11 locatie zoutgradiënt, d.w.z. overgang van zout naar brak en van brak naar zout dient per habitatype bepaald te worden.	IMDC	X	-			voor E5 waterkwaliteit habitat	
Troebelheid	W3 Fotische diepte	IMDC	X	X		m	t.b.v. Ecologie welke parameter??	Pluimberekeningen met behulp van SLIB3D, berekenen voor aantal stortlocaties (hoeveel en welke) en getijfasen
	W12 turbiditeit	IMDC	X	X			voor E5 waterkwaliteit habitat	
	W4 Doorzicht	IMDC	X	X		m	voor o.a. E29 bereikbaarheid voedsel visetende vogels	
	W5 Gemiddelde tijkrommen bij mond-, gemiddeld en springtij op een aantal locaties	IMDC	X					Expert judgement op basis van SMER resultaten of basis van sommen die toch al gemaakt worden.
Waterstanden	W6 Gemiddelde waterdiepte / duur van droogvallen. Is dit niet droogvalduur?	Alkyon	X				voor E39 bereikbaarheid voedsel wadvogels	Waqua berekening conform ecotoopdefinitie
	W7 = Verloop van de verwachte extreme waterstanden bij verschillende terugkeerperiodes P23	Alkyon	X				vervangen door verandering in extreme waterstanden	Expert judgement op basis van SMER resultaten
Stroomsnelheden	W8 Gemiddelde en pieksnelheden in de vaargeul (nautisch criterium)	Alkyon	X					
	W9 Gemiddelde stroomsnelheden op platen en slikken (gekoppeld aan definitie laag- en hoogdynamisch)	Alkyon	X	X				
Golfklimaat	W10 Stroomsnelheid in schorgeulen? (cf IN – IHD Zeeschelde na te kijken)	Alkyon	X					
	W13 Frequentie van voorkomen golven	Alkyon	X	X			vervangen door	Expert judgement op

Kwaliteit habitat	W14 Energie golven	Alkyon	X	X	oordeel toename of afname effecten golfwerking	basis van berekende veranderingen diepteligging
	W16 <u>waterkwaliteit habitat</u> : zuurstof		-	-	voor E5 waterkwaliteit habitat	
	W17 <u>waterkwaliteit habitat</u> : nutriënten		-	-	voor E5 waterkwaliteit habitat	
	W18 <u>waterkwaliteit habitat</u> : milieuvreemde stoffen		-	-	voor E5 waterkwaliteit habitat	

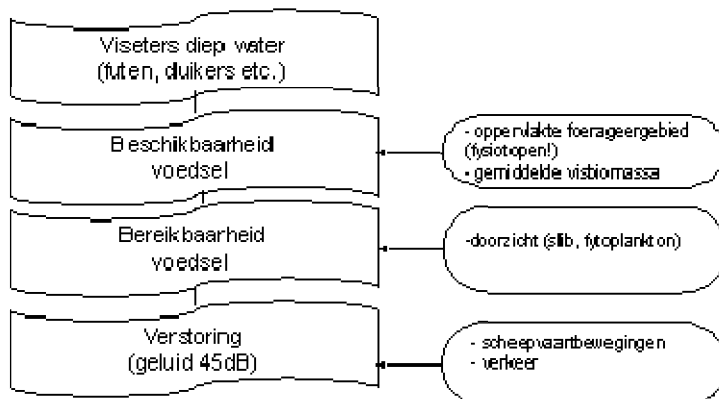
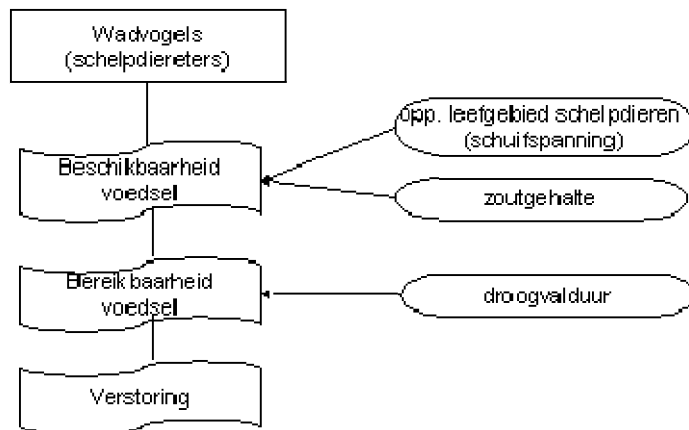
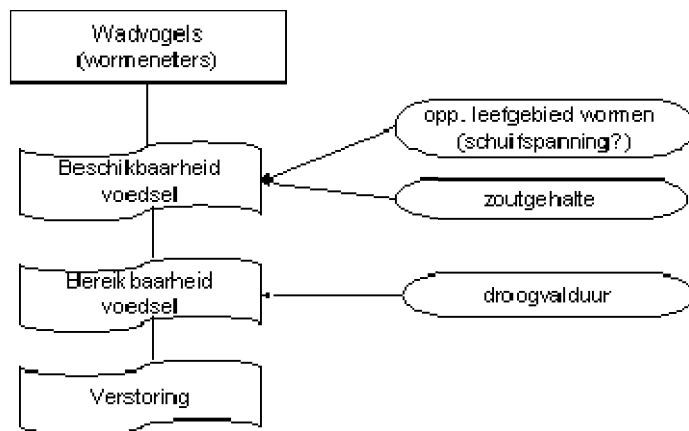
 AANDACHTSPUNT VOOR ECOLOGIE

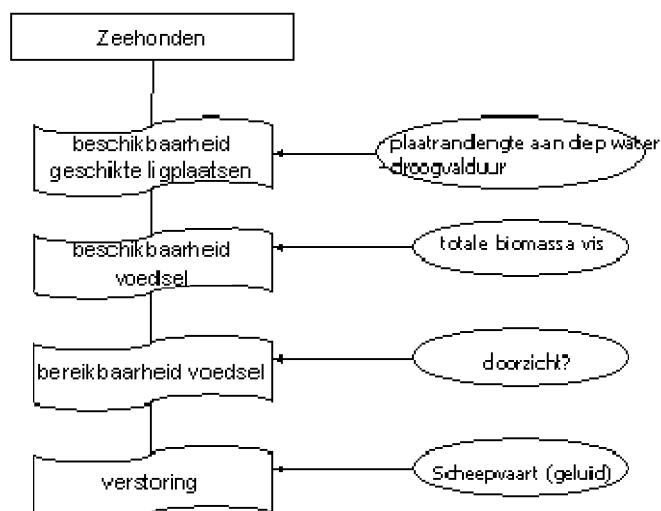
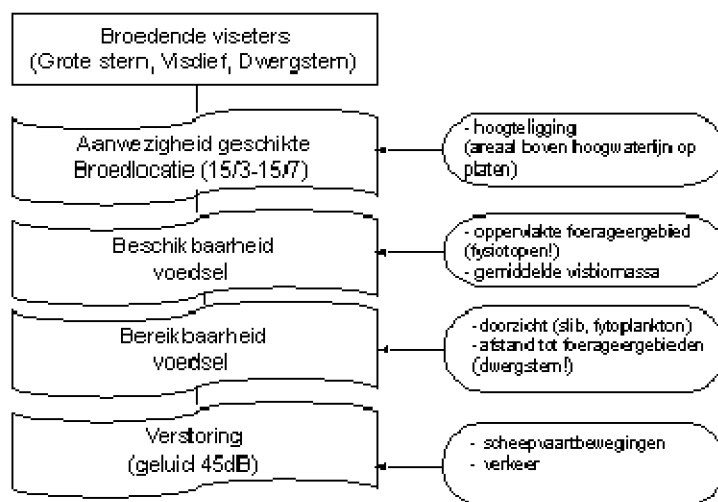
 AANDACHTSPUNT VOOR WL/ALKYON/IMDC

 DEFINITIE VAN PARAMETER NOG AANPASSEN



# 14 Bijlage 3: Ingreep-effectketens ecologie





---

## 15 Bijlage 4: Modelinstrumentarium

### Het morfologische modelleninstrumentarium

Een morfologisch model, dat alle relevante processen op alle ruimte- en tijdschalen betrouwbaar beschrijft, is niet beschikbaar. Niet alleen proceskennis ontbreekt, ook zijn er praktische begrenzingen, zoals rekentijd. Bij de ontwikkeling van modellen zijn dan ook aannamen gedaan om aan bovengenoemde beperkingen tegemoet te komen. Detailprocessen worden geparameteriseerd of vervangen door empirische, op waarnemingen gebaseerde, verbanden en schematisaties worden geaggregeerd in ruimte en/of tijd. Dit heeft geleid tot een aantal operationele en in ontwikkeling zijnde morfologische modellen voor het Schelde-estuarium: het ééndimensionale netwerkmodel SOBEK voor de waterbeweging, sedimenttransport en morfologie (ontwikkeld door WL | Delft Hydraulics en Rijkswaterstaat), het ééndimensionale netwerk-model ESTMORF voor de morfologie (eveneens ontwikkeld door WL | Delft Hydraulics in samenwerking met Rijkswaterstaat) en DELFT3D (WL | Delft Hydraulics) voor de berekening van waterbeweging, sedimenttransporten en morfologie in twee (d.w.z. dieptegemiddeld) of drie dimensies. Bovengenoemde modellen zullen worden gebruikt bij de morfologische effectvoorspellingen als onderdeel van de m.e.r..

Het voorgestelde modelleninstrumentarium is identiek aan wat is gebruikt tijdens de strategische m.e.r.<sup>18</sup>. De voordelen van deze aanpak zijn:

- de modellen zijn operationeel, d.w.z. “klaar voor gebruik”;
- er kan goed worden aangesloten op de resultaten van de strategische milieueffectenrapportage;
- in een ander projectkader (ZEEKENNIS) is het DELFT3D model gevalideerd;
- binnen LTV-O&M zijn, zowel voor SOBEK, ESTMORF als DELFT3D, verbeteringen onderzocht en doorgevoerd; verbeteringen kunnen worden meegenomen in de huidige m.e.r.;
- de modellen zijn voor een aantal aspecten complementair, d.w.z. zij vullen elkaar aan bij het beschrijven en voorspellen van morfologische veranderingen (anders gesteld: zij ondervangen voor een deel elkaars beperkingen).

Navolgend wordt een korte beschrijving gegeven van elk van deze modellen en wordt ingegaan op hun specifieke rol bij de beantwoording van de onderzoeksvragen.

---

<sup>18</sup> Samenvatting van het morfologisch onderzoek. In het kader van de strategische milieueffectenrapportage en de ontwikkelingsschets 2010, J.C. Winterwerp en M.C.J.L. Jeuken, ARCADIS / Technum / WL | Delft Hydraulics, juni 2004.

---

### **ESTMORF**

ESTMORF is een hybride netwerkmodel (d.w.z. het combineert procesformuleringen met empirische relaties) voor de simulatie van morfologische veranderingen over tientallen jaren. Het model maakt gebruik van de waterbeweging, zoals berekend met SOBEK. De empirische relaties (kennisregels) hebben betrekking op evenwichtsrelaties voor de geuldoorsneden en de vorm van de ondiepwater- en intergetijdengebieden. Het model voor de Westerschelde én monding is gekalibreerd voor de periode 1968-1994 (in de monding tot 1998). Tijdens de strategische milieueffectenrapportage is ESTMORF voor de morfologische simulaties toegepast voor de Westerschelde en de monding, maar zonder Beneden-Zeeschelde. Als onderdeel van het LTV-O&M project wordt momenteel gewerkt aan een uitbreiding van het morfologische deel van ESTMORF met de Beneden-Zeeschelde tot aan Antwerpen (en indien mogelijk tot Schelle).

Het model zal worden gebruikt voor het simuleren van: (i) de lange termijn veranderingen in de zandhuishouding van het Schelde-estuarium voor de verschillende alternatieven en varianten, (ii) de lange termijn ontwikkeling van de intergetijdengebieden voor de verschillende alternatieven en varianten.

### **1-ELEMENT MODEL**

In het 1-element model wordt een baggergebied geschematiseerd met één element, waarvoor verondersteld wordt, dat door het baggeren een overdiepte in stand wordt gehouden, d.w.z. een diepte groter dan de lokale evenwichtsdiepte. De sedimentatie, die hierdoor optreedt, is dan gelijk aan het baggervolume. De modelcoëfficiënten zijn ontleend aan ESTMORF en door calibratie aan de hand van waarnemingen voor de periode 1955-2001. Het model zal, samen met DELFT3D, worden gebruikt voor het voorspellen van het onderhoudsbaggerwerk. De voorspelde baggerhoeveelheden zullen tevens worden gebruikt als invoer voor de SOBEK en ESTMORF simulaties.

### **DELFT3D**

Het procesmodel DELFT3d simuleert de tijdsafhankelijke waterbeweging en sedimenttransporten in twee (diepte-gemiddeld) of drie ruimtedimensies. Op basis van de berekende sedimenttransporten worden de morfologische veranderingen bepaald. In het algemeen zijn de simulaties rekenintensief, in het bijzonder indien op een fijnmazig rekenrooster lange perioden worden doorgerekend.

Gebruik kan worden gemaakt van een morfologische factor N, waarmee de berekende bodemveranderingen per rekentijdstap worden opgeschaald. Op deze wijze zijn de berekende morfologische veranderingen na één getijperiode equivalent aan de werkelijke veranderingen na N getijperioden.

Aldus kunnen met acceptabele rekentijden simulaties over meerdere jaren worden uitgevoerd.

---

Tijdens de strategische milieueffectenrapportage is DELFT3d toegepast voor de Westerschelde (het modeldomein omvat ook de monding en de Beneden-Zeeschelde). In 2004 is in opdracht van RIKZ in het kader van zeekennis het model (op basis van een roosterschematisatie van het oorspronkelijke kustzuid model) morfologisch gevalideerd op basis van netto volumeveranderingen van de macrocellen, baggerhoeveelheden (door het model berekend), netto sedimenttransporten en areaalveranderingen.

Met name voor wat betreft dit laatste waren de modelvoorspellingen nog onnauwkeurig in het strategische m.e.r.-onderzoek. Inmiddels is binnen LTV-O&M een vervolgonderzoek naar verdere verbeteringen van het model uitgevoerd, waarvan de resultaten eind 2005 beschikbaar werden gesteld. De simulaties zullen hoofdzakelijk worden uitgevoerd in 2Dh (dieptegemiddeld) aangevuld (na overleg met de opdrachtgever) met enkele 3D-simulaties. Het model zal worden gebruikt voor: (i) het berekenen van de volumeveranderingen van de geulen en de zandhuishouding van het estuarium voor de verschillende alternatieven en varianten, (ii) het berekenen van de sedimenttransporten van de geulen voor de verschillende alternatieven en varianten en (iii) het berekenen van de areaalveranderingen van de intergetijden- en ondiepwatergebieden voor de verschillende alternatieven en varianten, (iv) het evalueren van de invloed van de stortstrategieën (verbeterde stortstrategie, flexibel storten en de varianten voor de berging van de aanlegspecie) op de morfologie en het onderhoudsbaggerwerk.

#### **Het hydrodynamisch model instrumentarium: *Waqua in SIMONA***

Waqua in SIMONA is, net als DELFT3D, een procesmodel dat de tijdsafhankelijke waterbeweging in 2 of 3 ruimtedimensies simuleert. Het afgeregelde model werd reeds ingezet voor het strategische m.e.r. om met name de wijzigingen in arealen te bestuderen. Voor de ontwikkelingen van de arealen aan schorren, slikken, platen, ondiep water gebieden en geulen is het van belang over een model met voldoende ruimtelijke resolutie te beschikken om deze effecten te kunnen afschatten. Daarom wordt voorgesteld om de resultaten van de bevindingen uit de morfodynamiek preciezer door te rekenen met SIMONA. Door het modelleerteam zal worden nagegaan in het kader van de analyse van de onzekerheden op de rekenresultaten of de SIMONA berekeningen uitgevoerd zullen worden voor elk alternatief/variant, dan wel voor een representatief aantal simulaties.

Elk van de arealen moet tevens geëvalueerd worden op het kenmerk hoogdynamisch of laagdynamisch. Daarvoor is in de modelstudie ten behoeve van het SMER programmatuur ontwikkeld, die op basis van een representatieve springtij-doodtij-simulatie deze arealen kan berekenen.

---

Dat kan zowel ten aanzien van een vast referentieniveau (b.v. NAP) zoals in de MOVE-studie als ten opzichte van een variabel referentieniveau (lokaal bepaald gemiddeld waterstandniveau binnen een springtij-doodtij-cyclus). De laatste benadering doet uiteraard meer recht aan de ecologische interpretatie voor foerageergebieden, flora en fauna.

Waqua in SIMONA kan ook de interactie tussen zout- en zoetwater meenemen in de simulaties, voor de zoutsimulaties wordt in dit onderzoek evenwel gebruik gemaakt van het SLIB3D model ontwikkeld in DELFT3D

### **Het SLIB3D hydrodynamisch, zout- en slibtransportmodel**

Voor het onderzoek zal gebruik gemaakt worden van het SLIB3D instrumentarium, gebaseerd op de DELFT3D software, dat in het verleden door IMDC en het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout gebruikt is om de aanslibbing in het Deurganckdok te bepalen en de milieueffecten te bepalen van de verschillende alternatieven voor het onderhoudsbaggerwerk in de Beneden-Zeeschelde.

Het model wordt thans door WL | Delft Hydraulics en IMDC in opdracht van het Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout verder verfijnd om de slibuitwisseling ter hoogte van het Deurganckdok en de water- en slibbeweging in de omgeving van de mogelijke Current Deflecting Wall beter te kunnen simuleren.

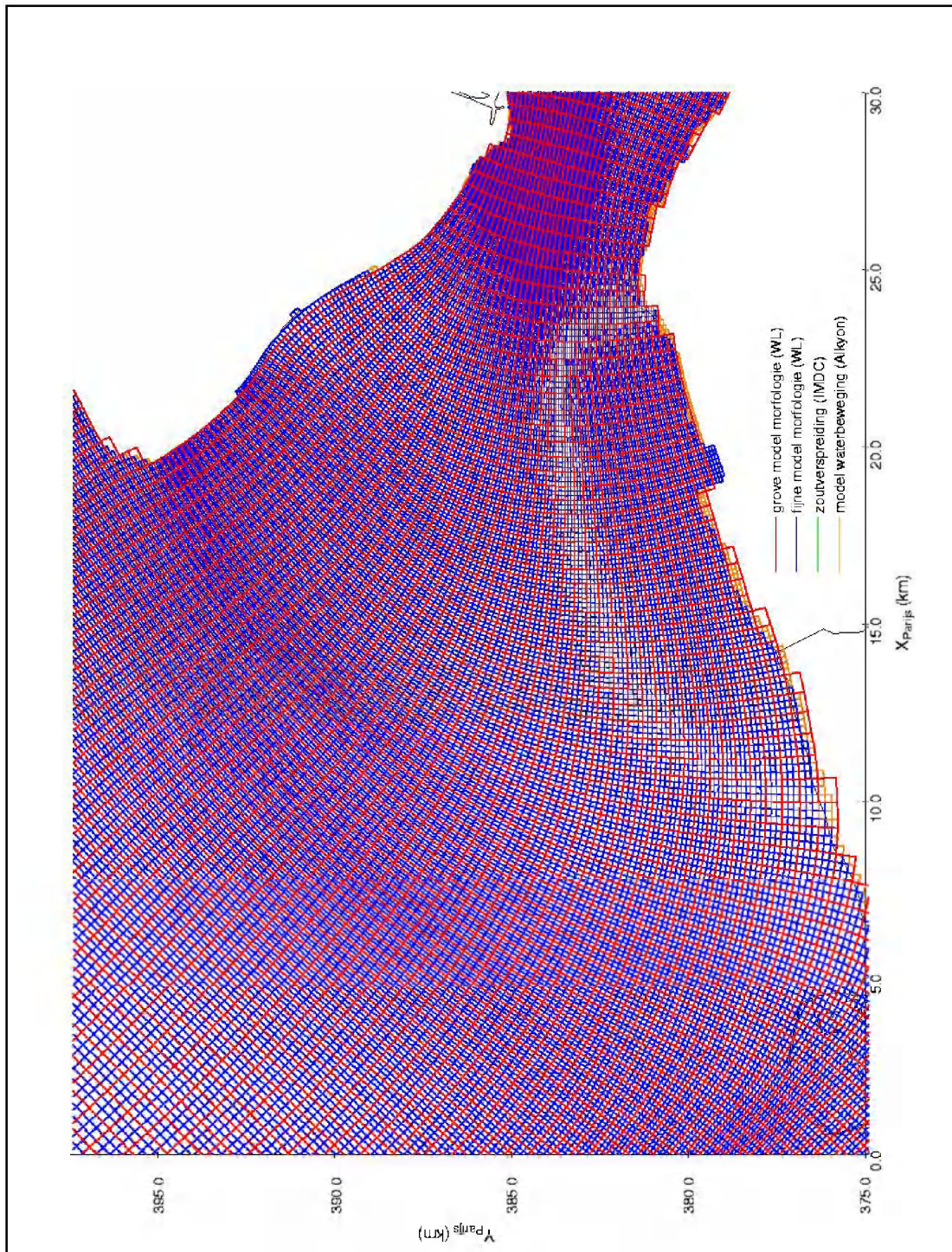
Het model simuleert de waterbeweging, de zoutbeweging en de slibbeweging in 3D en het domein strekt zich thans uit van Baarland tot opwaarts de Rupelmonding. De verticale opbouw bestond in het verleden uit 10-12 lagen en is ondertussen opgevoerd tot 40 lagen. Deze hoge verticale resolutie is niet vereist voor het beantwoorden van de bovenbeschreven onderzoeksvragen. Tijdens het onderzoek zal worden nagegaan welke verticale resolutie noodzakelijk is voor een goede weergave van de slibbeweging, waarbij thans verwacht wordt dat 12-20 lagen zullen volstaan. De horizontale resolutie is thans zeer gedetailleerd ter hoogte van Deurganckdok en vermindert naar de afwaartse en opwaartse grens: ter hoogte van Deurganckdok is de kleinste gridafmeting 20m oplopend tot circa 200m aan de grenzen. Er zal door het team derhalve worden nagegaan wat de beste resolutie is om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden rekening houdend met de noodzakelijke horizontale resolutie en de implicaties inzake rekentijd. Vermoed wordt dat ter hoogte van de vaargeulverdieping in de Beneden-Zeeschelde, dit is tot 500m opwaarts van het Deurganckdok de resolutie voldoende hoog zal blijven, maar vermoedelijk lager dan de hoge resolutie van het 20m grid dat bestaat tussen Zandvliet en circa Meestoof.

---

## Rekenroosters

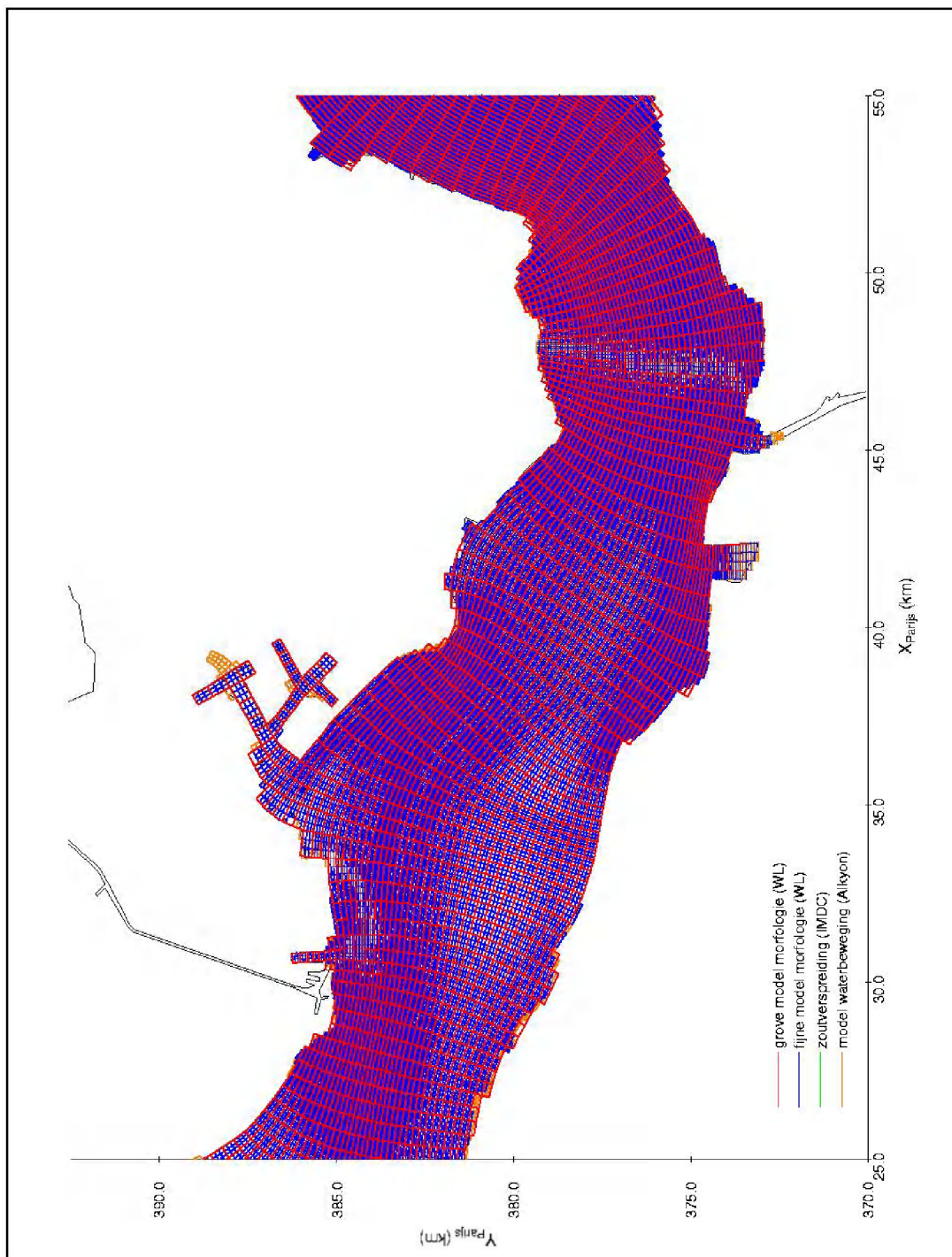
Voor de berekening van de hydrodynamiek is gekozen voor het model Waqua in SIMONA met een fijner rooster dan de morfologische modellen. De verschillend in rooster fijnheid worden onderstaand kort toegelicht en geïllustreerd in 3 figuren.

- 1) De randvoorwaarden voor de zeeranden van de morfologische modellen en het hydrodynamisch model worden gegenereerd met het Kustzuid 4 model. Dat model loopt tot ver op zee en kan direct genest worden in het Zuidelijk Noordzee model.
- 2) Het zeewaartse deel van het rooster voor de waterbeweging komt vrijwel overeen met het zeewaartse deel van het fijne morfologie rooster, dat slechts op bepaalde delen wordt toegepast ten behoeven van de onderzoeken naar verspreid storten en plaatrand storten, zoals beschreven in hoofdstuk 4. Het standaard morfologie rooster is een factor 9 (3 in beide richtingen) minder dicht dan het waterbewegingrooster.
- 3) Het middendeel van het rooster voor de waterbeweging komt qua resolutie vrijwel overeen met het middendeel van het fijne morfologierooster. Het middendeel van beide morfologie roosters (het standaard en het fijne) wijken in het oostelijke deel wat verder af van het voor de waterbeweging gebruikte rooster. Dat heeft te maken met een fundamenteel andere keuze voor de schematisatie van de bocht bij Bath. In het waterbewegingrooster is gepoogd deze bocht te volgen met roosterlijnen. In de morfologieroosters is die poging niet gedaan. Het standaard rooster is een factor 9 minder dicht.
- 4) Het oostelijke deel van het rooster voor de waterbeweging is afwijkend van beide andere roosters (zie punt 3). Vanaf het Deurganckdok zijn de roosters identiek. De morfologie roosters lopen overigens slechts tot Schelle, het waterbewegingmodel dekt de gehele Zeeschelde en alle zijrivieren voorzover ze getij gebonden zijn.

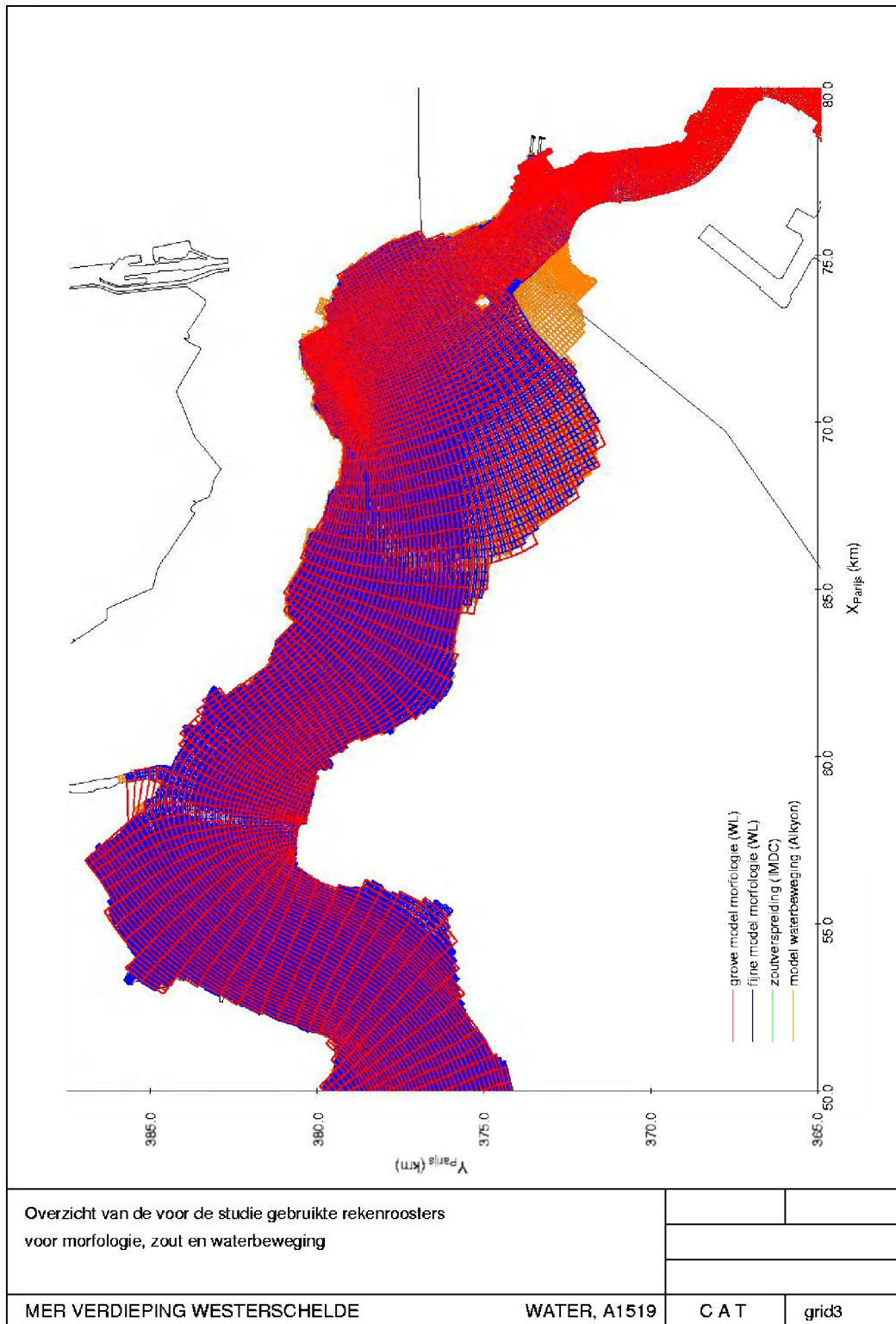


Overzicht van de voor de studie gebruikte rekenroosters voor morfologie, zout en waterbeweging			
MER VERDIEPING WESTERSCHELDE	WATER, A1519	C A T	grid1



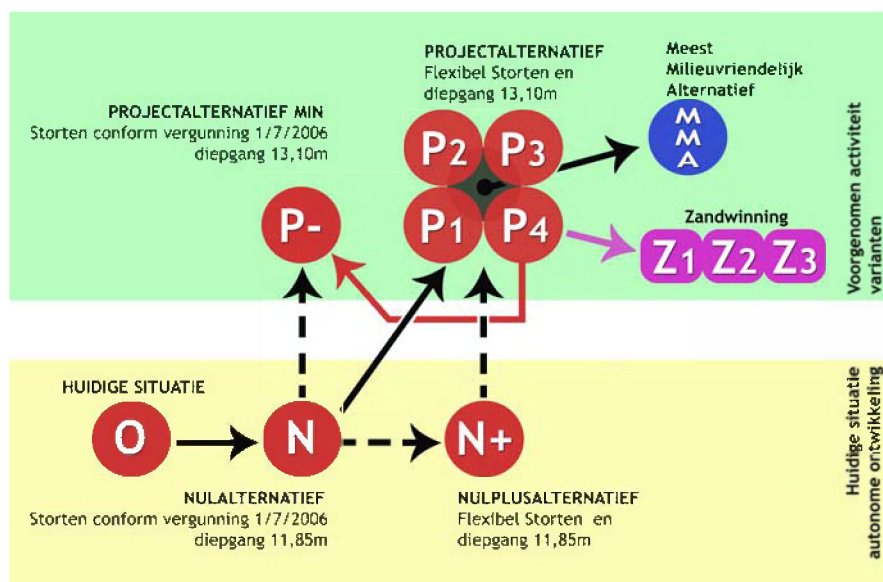


Overzicht van de voor de studie gebruikte rekenroosters voor morfologie, zout en waterbeweging			
	MER VERDIEPING WESTERSCHELDE	WATER, A1519	grid2



## 16 Bijlage 5: Overzicht Alternatieven, varianten en simulaties

In deze bijlage wordt het geheel van alternatieven, varianten en simulaties voor morfologie, water, slib en zout beschreven.



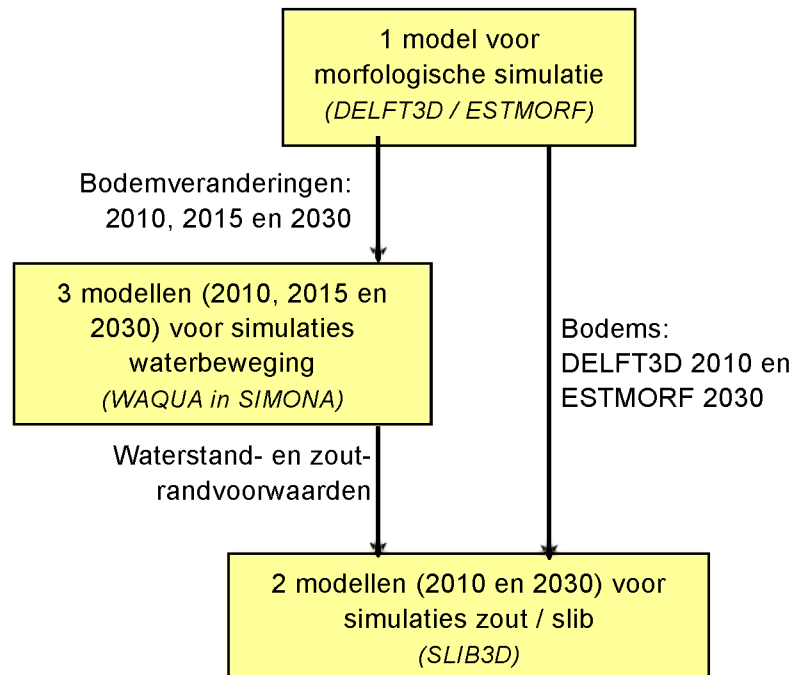
Figuur 16-1 : Onderzoeksalternatieven

In Paragraaf 2.7 is een beschrijving gegeven van de te onderzoeken alternatieven (Nulalternatief, Nulplusalternatief, Projectalternatief Min en Projectalternatief). In die paragraaf is tevens aangegeven dat een viertal varianten zullen worden onderzocht van combinaties van bergingsstrategieën voor de aanlegspecie (P1, P2, P3 en P4). In de voorliggende bijlage zal een vertaling worden gemaakt van deze alternatieven en varianten naar de uit te voeren simulaties. Hierbij zal onderscheid worden gemaakt tussen:

1. Morfologische simulaties (ESTMORF en DELFT3D);
2. Simulaties van de waterbeweging (WAQUA in SIMONA) en
3. Simulaties van zout en slib verspreiding (SLIB3D).

### Interacties tussen de modellen

Het is van groot belang dat de juiste bodems en randvoorwaarden worden gebruikt in de verschillende modelsimulaties. Om die reden zal tijdens de uitvoering van het onderzoek een vast patroon worden doorlopen voor de uitwisseling van bodems en randvoorwaarden (zie Figuur 16-2).



Figuur 16-2 : Uitwisseling tussen de modellen

De basis voor de modelberekeningen voor een alternatief of variant zal altijd bestaan uit een morfologische simulatie voor de periode van 2005 tot 2030. De randvoorwaarde van deze simulatie zal bestaan uit een zogenaamd morfologische getij. Dit is geen volledige springtij-doodtij-cyclus, maar een kortere getijcyclus. Die levert een sedimenttransport op dat gelijk is aan het gemiddelde sedimenttransport over een volledige springtij-doodtij-cyclus.

Uit deze morfologische simulaties zullen bodemveranderingen worden bepaald voor de jaren 2010 (direct na aanleg), 2015 (voor de invloed op korte termijn) en 2030 (voor de invloed op lange termijn). Deze bodemveranderingen zullen worden overgenomen in de simulaties voor de waterbeweging, die voor elk van deze jaren zullen worden uitgevoerd (WAQUA). In de randvoorwaarden voor deze simulaties zal rekening worden gehouden met zeespiegelstijging. Ook zullen de bodems van 2010 en 2030 worden ingebouwd in het SLIB3D-model waarmee slib en zout simulaties worden uitgevoerd. Voor 2015 zal geen apart SLIB3D-model worden opgezet. De situatie voor de zout/slibhuishouding in dat jaar zal worden afgeleid uit de simulaties voor 2010 en 2030.

Voor elk van de jaren waarvoor de waterbeweging wordt uitgerekend zullen arealen alsmede de andere gewenste tussenparameters worden bepaald. Ook zullen de simulaties voor de jaren 2010 en 2030 worden gebruikt om randvoorwaarden te genereren op de randen van het SLIB3D model.

- 1) Als laatste in de reeks zullen nu met de SLIB3D-modellen, waarin de betreffende bodems en randvoorwaarden zijn ingebouwd, simulaties worden uitgevoerd om inzicht te krijgen in de zout/slibhuishouding. Voor iedere bodem zal steeds een simulatie worden uitgevoerd met een lage (nader te bepalen orde  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en een hoge (nader te bepalen orde  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ) afvoer vanuit de Schelde.

Tot besluit zullen een aantal simulaties worden uitgevoerd voor de verspreiding van de baggerpluim. Deze DELFT3D Sed-online simulaties zullen voor een aantal kenmerkende locaties worden uitgevoerd.

### Simulaties

Tabel 16-1 geeft overzicht van de hoeveelheid simulaties per alternatief en variant. Tabel 16-2 geeft een overzicht van de perioden en jaartallen waarvoor de verschillende simulaties gemaakt zullen worden. In deze tabellen is rekening gehouden met het feit dat de bodems van sommige alternatieven en varianten op bepaalde tijdstippen gelijk zijn. In dat geval zijn deze simulaties niet opgenomen in de tabellen.

Code	Alternatieven	Morfologie	Waterbeweging	Zout / slib
HS	Huidige situatie	-	1	2
NA	Nulalternatief	1	3	4
NA+	Nulplusalternatief	1	2	2
	Projectalternatief			
P1A, P1B, P1C	Variant P1	3	1	-
P2A, P2C	Variant P2	2	1	-
P3A, P3B, P3C	Variant P3	3	1	-
P4A, P4B, P4C	Variant P4	3	3	4
P-	Projectalternatief min (huidige stortstrategie op MMA uit P1A t/m P4C)	=P4A	2	2
Z1, Z2, Z3	Zandwinning	3	-	-
SP1	Storting op plaatranden	1	-	-
SV1, SV2	Verspreid storten	2	-	-
	Totaal aantal simulaties	19	14	14

Tabel 16-1 : Overzicht uit te voeren simulaties

In deze tabellen ontbreken nog de 8 turbiditeitssimulaties voor de verspreiding van baggerpluimen met DELFT3D-online sed. Tevens ontbreken nog de eventuele gevoeligheidssimulaties (4) met WAQUA in SIMONA voor hoge en lage afvoer (elk twee).

Een toelichting op de Alternatieven/varianten wordt verderop in deze Bijlage beschreven. Het is nadrukkelijk de bedoeling voor de simulaties de coderingen te gebruiken zoals die onder Code zijn aangegeven.

Code	Alternatieven	Morfologie	Waterbeweging	Zout / slib
				Qlaag, Qhoog
HS	Huidige situatie	-	2005	2005
NA	Nulalternatief	2005 – 2030	2010, 2015, 2030	2010, 2030
NA+	Nulplusalternatief	2005 – 2030	2015, 2030	2030
P1A, P1B, P1C P2A, P2C P3A, P3B, P3C P4A, P4B, P4C	Projectalternatief Variant P1 Variant P2 Variant P3 Variant P4	2005 – 2030 2005 – 2030 2005 – 2030 2005 – 2030	2010 2010 2010 2010, 2015, 2030	- - - 2010, 2030
P-	Projectalternatief min (huidige stortstrategie op MMA uit P1A t/m P3C)	= P4A	2015, 2030	2030
Z1, Z2, Z3	Zandwinning	2005 – 2030	-	-
SP1	Storting op plaatranden	2007 – 2009	-	-
SV1, SV2	Verspreid storten	2010 – 2012	-	-
	Totaal aantal simulaties	19	14	2 x 7 = 14

Tabel 16-2 : Overzicht van de door te rekenen jaartallen voor elk van de simulaties

### Morfologie

Bij de morfologische simulaties van het Projectalternatief zullen de 3 aanlegvarianten (P1, P2 en P3) worden geoptimaliseerd. Dat resulteert in de morfologisch meest optimale variant, voor de berging van de aanlegbaggerspecie (P4).

Voor elk van de Projectalternatief varianten (4 stuks) worden 3 morfologische simulaties uitgevoerd om te komen tot optimalisatie van het flexibel storten (voor P2 wordt slechts een optimalisatie slag voorzien).

De eerste iteratieslag is steeds het voortzetten van de huidige stortstrategie (2006). De simulaties zijn steeds zo ingericht dat het baggeren en storten van de aanlegbaggerspecie volgens de verschillende varianten in de periode tussen 2008 en 2009 geleidelijk wordt uitgevoerd. De optimalisatie zal worden uitgevoerd in twee aanvullende morfologische simulaties voor elke Projectalternatief Variant.

---

Om die reden zijn steeds drie simulaties opgenomen in Tabel 16-1 en Tabel 16-2 voor de varianten van het Projectalternatief. De eerste P4 simulatie is de Variant met de huidige stortstrategie (dat is de P-simulatie).

Voor de “Zandwinning”, de “Storting van specie op de plaatranden” en het “Verspreid storten” zullen respectievelijk drie, een en twee detail-simulaties met DELFT3D worden uitgevoerd om beter inzicht te krijgen in de morfodynamiek. De uitgevoerde bodems zullen niet meer worden doorgerekend met WAQUA en SLIB3D.

### **Waterbeweging en Areaal bepaling**

De waterbewegingsimulaties dienen twee doelen:

1. Het bepalen van de gewenste arealen van de verschillende ecotopen (hoog laag, zout brak etc.)
2. het genereren van randvoorwaarden voor de slib/zout simulaties onder SLIB3D.

De waterbewegingsimulaties worden steeds uitgevoerd in 2 dimensies voor een springtij / doottij periode.

Voor de huidige situatie behoeft alleen het jaar 2005 te worden doorgerekend. Dit dient eveneens als de uitgangssituatie voor de grote van de arealen. Deze zullen worden vergeleken met de uit MOVE en andere studies volgende hoeveelheden ecotopen arealen. Belangrijk hierbij zijn de bestaande ecotopenkaarten van de Westerschelde en de Zeeschelde. Deze zullen als kallibratie materiaal dienen voor het bijstellen van de grenzen tussen de ecotopenarealen.

De waterbewegingsimulaties en ecotoop arealen bepaling wordt voor de morfologische simulaties steeds uitgevoerd op 3 momenten namelijk de startsituatie in 2010, de korte termijn evaluatie voor 2015 en de lange termijn evaluatie voor 2030.

De simulaties voor de verschillende projectalternatief varianten worden slechts uitgevoerd voor de aanlegsituatie. De benadering die hierin gevolgd wordt is dat de verschillen in arealen direct na aanleg het grootst zullen zijn. Op de wat langere termijn zal het effect van de aanleg minder zichtbaar worden ten opzichte van de natuurlijke ontwikkelingen. Een uitzondering hierop wordt gevormd door het P-Alternatief. Hiervoor is het niet nodig de situatie van 2010 door te rekenen, deze is namelijk al bekend van P4C. Wel is het nodig de andere 2 jaren (2015 en 2030) door te rekenen.

---

### **Zout/Slib**

De zout en slib simulaties worden uitgevoerd met het zout/slib model voor hoge en voor lage afvoer vanuit het Scheldebekken.

De simulaties worden steeds in 3D met een voldoende aantal lagen, met een K-epsilon turbulentiemodel en voor een voldoende lange periode uitgevoerd om inzicht te krijgen in de gevolgen van de verruiming van de vaarweg op zout en op de slibverspreiding.

### **Huidige situatie**

Simulaties van de waterbeweging en de zout/slibhuishouding zullen worden uitgevoerd voor de Huidige Situatie (2005) om de bepaling van de ecotooparealen met het waterbewegingmodel te valideren. Zo zal bijvoorbeeld de aangenomen grens van 0,6 m/s tussen het hoogdynamisch en laagdynamisch literaal gebied aan de hand van deze simulatie en de beschikbare ecotopenkaart worden gevalideerd. Idem zullen de grenzen en oppervlakten tussen schorren slikken, platen en ondiep water worden bepaald.

Voor de Zout slib modellering zal hier een validatie worden uitgevoerd voor de ligging van de turbiditeitsmaxima en de zoutverdeling in de bestaande situatie

### **Nulalternatief**

Van het nulalternatief zal allereerst een morfologische simulatie worden uitgevoerd voor de periode 2005 tot 2030. In deze simulatie wordt aangenomen dat het onderhoudsbaggerwerk verloopt volgens de methode zoals gesteld in de stortvergunning van juli 2006.

De door het model uitgevoerde bodemveranderingen van de jaren 2010, 2015 en 2030 zullen worden ingebouwd in drie aparte waterbewegings simulaties (WAQUA). Met deze modellen zullen simulaties worden uitgevoerd met de bij deze jaren behorende buitenrandvoorwaarden en een gemiddelde afvoer van de Schelde ( $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Op basis van de uitvoer van deze simulaties en de simulaties met het zoutmodel zullen de ecotooparealen voor deze jaren worden bepaald.

Na het inbouwen van de 2010 en 2030 bodems in twee afzonderlijke SLIB3D-modellen zullen zout/slib simulaties worden uitgevoerd. Met ieder van deze twee modellen zal een simulatie worden uitgevoerd met een lage ( $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en een hoge ( $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ) afvoer van de Schelde.

### **Nulplusalternatief**

Het Nulplusalternatief verschilt van het Nulalternatief in die zin dat in het Nulplusalternatief vanaf 2010 de onderhoudsspecie flexibel zal worden gestort. Om die reden is de bodemontwikkeling in dit alternatief in de periode 2005 tot 2010 gelijk aan die van het Nulalternatief.



---

De morfologische simulatie kan dus worden gestart vanuit de bodem van het Nulalternatief in 2010. De simulatie beslaat dan de periode 2010 tot 2030.

Ook voor de waterbeweging en de zout/slibhuishouding behoeft geen simulatie te worden uitgevoerd met de bodem van 2010 omdat deze gelijk is aan de bodem van het Nulalternatief in dat jaar. Wel zullen simulaties voor de waterbeweging worden uitgevoerd voor de jaren 2015 en 2030. De zout/slibhuishouding in het Nulplusalternatief zal slechts in een jaar, 2030, worden berekend, aangezien er geen onderscheid is tussen het Nulalternatief en het Nulplusalternatief in 2010.

### **Projectalternatief**

In het Projectalternatief worden de varianten voor het storten van de aanlegbaggerspecie geoptimaliseerd. De eerste drie simulaties betreffen combinaties van verschillende varianten voor het storten van de aanlegbaggerspecie voor Nederland en voor België simulaties P1A, P2A en P3A. Elk van deze varianten wordt in de eerste simulaties uitgevoerd met de huidige stortstrategie (2006). Die simulaties lopen van 2005 tot 2030. Uitgangspunt zijn de bodems voor 2005, waarin zowel de verruimingen, als de bergingen in een periode van twee jaar tussen 2007 en 2010 geleidelijk zijn gerealiseerd.

Vervolgens wordt voor elk van deze varianten de stortstrategie geoptimaliseerd (P1B t/m P3C). Voor de tweede variant wordt slechts een optimalisatieslag afdoende geacht. Op basis van de resultaten van al deze simulaties wordt de aanlegstrategie bepaald en de berging geoptimaliseerd.

Voor deze optimale variant (P4) wordt eerst weer de simulatie gemaakt met de huidige stortstrategie (P4A) en vervolgens wordt ook deze variant geoptimaliseerd voor de stortstrategie (P4B en P4C). In totaal worden in deze fase 11 morfologische simulaties gemaakt.

De optimalisatie van de stortstrategie vindt stapsgewijs plaats volgens een vast patroon: de specie wordt teruggestort binnen de macrocel waarbij eerst op de plaatranden wordt gestort, vervolgens in de nevengeulen, tenslotte in de hoofdgeul en indien de macrocel over te weinig bergingscapaciteit beschikt wordt gestort in een naastgelegen cel (weer volgens dezelfde volgorde). De iteratie geeft de mogelijkheid om per aanlegvariant het onderhoudsbaggerwerk te optimaliseren (in ruimte en tijd). Deze techniek moet vorm geven aan de strategie van flexibel storten.

---

Deze simulaties leveren uiteindelijk slechts voor de situaties met geoptimaliseerde stortstrategie bodems op voor de jaren 2010, 2015 en 2030. Voor de geoptimaliseerde stortstrategie varianten (P1C, P2C, P3C en P4C), worden simulaties gemaakt met de waterbeweging ten behoeve van de bepaling van de ecotoop arealen.

Voor de 3D slib/zout simulaties wordt alleen de geoptimaliseerde variant (P4C) gesimuleerd, maar wel voor lage en voor hoge afvoer. De verwachting bestaat namelijk dat de invloed van de stortstrategie op het zout en slib gering is.

### **Projectalternatief Min**

Voor dit alternatief is het noodzakelijk om arealen te bepalen voor de ecologische effectbepaling in 2015 en 2030.

De bodem van variant P4A in 2010 is overigens gelijk aan de bodem van P- in datzelfde jaar. Om die reden hoeft niet opnieuw een simulatie van de waterbeweging voor P4A in 2010 te worden uitgevoerd.

Tenslotte is het belangrijk ook voor zout en slib te beschikken over deze referentie situatie. Ook hiervoor geldt dat de situatie voor 2010 reeds is berekend in P4C. Rest dus de extra simulaties voor 2030 voor P4C.

### **Zandwinning**

Voor het Projectalternatief worden voor de optimale variant (inzake aanlegspecie en bijhorende methode van flexibel storten) drie aanvullende berekeningen uitgevoerd inzake morfologie:

- zonder zandwinning;
- met de resulterende optimale flexibele stortstrategie in combinatie met zandwinning als mitigerende maatregel, en waarbij dus naar een optimaal morfologisch beheer gestreefd wordt;
- met een flexibele stortstrategie die geoptimaliseerd wordt in combinatie met een adaptieve zandwinning als mitigerende maatregel.

### **Storten op plaatranden**

In het kader van een fenomenologisch onderzoek wordt een detailberekening voorzien met DELFT3D om het gedrag na te gaan van de voorgestelde plaatrandstortingen op een aantal locaties in de Westerschelde (Hooge Platen, Rug van Baarland, Plaat van Walsoorden en de Ballastplaat).

---

### **Verspreid storten**

Ook is het noodzakelijk om inzicht te verwerven (en de effecten te kennen) van de wijze waarop baggerspecie gespreid wordt in een nevengeul. Hiertoe zullen twee detailberekeningen met DELFT3D worden uitgevoerd om de verschillende morfologische effecten van puntstortingen of verspreide stortingen van elkaar te kunnen onderscheiden. Het tijdschema is separaat toegevoegd.

## 17 Bijlage 6: Overzicht SIGMA plan

Door de Vlaamse regering is in 2005 het herziene SIGMA-plan goedgekeurd.

Rekening houden met de besluiten van de Langetermijnvisie Schelde-estuarium wordt voorgesteld om voor wat de effectieve realisatie betreft naast de verdere realisatie van het SIGMAPLAN van 1977 zonder stormvloedkering maar met aangepaste streefwaarden voor de dijkhoogtes (11.00 m TAW op de Zeeschelde tussen grens met Nederland en Oosterweel, 9.25 m TAW op de Zeeschelde tussen Oosterweel en Hoboken, 8.35 m TAW op de Zeeschelde tussen Hoboken en Temse en 8.00 m TAW in de rest van het Zeescheldebekken stroomopwaarts van Temse) de volgende deelprojecten van het meest wenselijk alternatief (aangevuld met Roggeman ter compensatie omwille van het feit dat het GOG Grote Wal - Kleine Wal - Zwijn niet met estuariene natuur ingevuld wordt maar met wetland) op 01-07-2005 prioritair op te starten.

<b>Projecten op te starten niet later dan 2010</b>				
<b>PROJECT</b>	<b>OPP HA</b>	<b>ZONE</b>	<b>SITUERING</b>	<b>INGREEP</b>
Hedwigepolder - Noordelijk deel	458.41	Zone 1	Beveren, Hulst (NL)	ontpoldering
Prosperpolder				
Potpolder van Lillo	17.03	Zone 1	Antwerpen	afgraven
Bulbierbroek	19.14	Zone 2	Hamme	wetland
De Bunt (fase 1: zuidelijk deel) <sup>19</sup>	67.44	Zone 2	Hamme	ontpoldering
Grote Wal - Kleine Wal - Zwijn <sup>20</sup>	148.64	Zone 2	Hamme	GOG-wetland
Hagemeersen	11.53	Zone 2	Lokeren	wetland
Hof ten Rijen	11.97	Zone 2	Waasmunster	wetland
Klein Broek	32.78	Zone 2	Temse	ontpoldering
Roggeman	49.69	Zone 2	Hamme	ontpolderen
Vlassenbroekse polder (deel 1)	101.85	Zone 2	Dendermonde	GOG-GGG
Vlassenbroekse polder (deel 2)	137.58	Zone 2	Dendermonde	GOG-wetland
Weijmeerbroek	50.52	Zone 2	Waasmunster	wetland
Bergenmeersen (gerealiseerd GOG)	41.37	Zone 4	Wichelen	GOG-GGG
Kalkense meersen	606.16	Zone 4	Wetteren, Laarne, Wichelen, Berlare	wetland
Paardebroek	27.77	Zone 4	Berlare	wetland
Paardeweide (gerealiseerd GOG)	84.73	Zone 4	Wichelen, Berlare	GOG-wetland
Wijmeers (deel 1)	158.75	Zone 4	Wichelen, Berlare	GOG-wetland
Wijmeers (deel 2)	27.85	Zone 4	Wichelen, Berlare	Ontpoldering

<sup>19</sup> project wijkt qua voorlopige oppervlakte af van het meest wenselijk alternatief

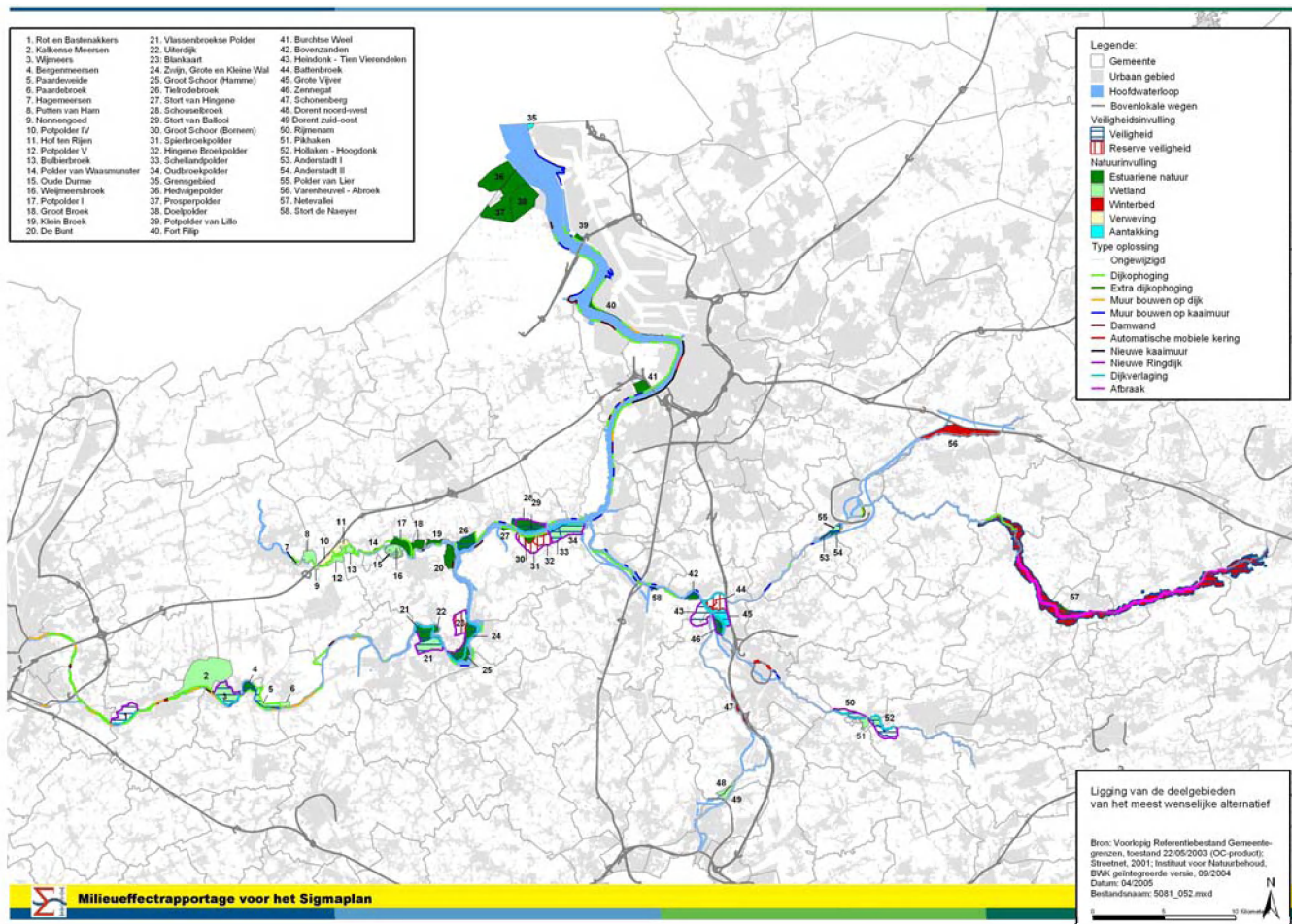
<sup>20</sup> project wijkt qua voorlopige invulling af van het meest wenselijk alternatief

<b>Projecten op te starten niet later dan 2015</b>				
<b>PROJECT</b>	<b>OPP_HA</b>	<b>ZONE</b>	<b>SITUERING</b>	<b>INGREEP</b>
Groot Schoor te Hamme (gerealiseerd GOG)	26.70	Zone 2	Hamme	ontpoldering
Schellandpolder-Oudbroekpolder (fase 1: Schellandpolder)	54.74	Zone 2	Bornem	GOG-wetland
Uiterdijk (gerealiseerd GOG)	11.69	Zone 2	Dendermonde	ontpoldering
<b>Projecten op te starten niet later dan 2020</b>				
<b>PROJECT</b>	<b>OPP_HA</b>	<b>ZONE</b>	<b>SITUERING</b>	<b>INGREEP</b>
Groot Schoor (Bornem)	23.00	Zone 2	Bornem	ontpoldering
<b>Projecten op te starten niet later dan 2025</b>				
<b>PROJECT</b>	<b>OPP_HA</b>	<b>ZONE</b>	<b>SITUERING</b>	<b>INGREEP</b>
Tielrode Broek (gerealiseerd GOG)	96.46	Zone 2	Temse	GOG-GGG

Tabel 17-1: projecten op te starten niet later dan 2010

De verdere uitwerking kan tezamen gebeuren met het afbakeningsproces van de buitengebieden, de budgettaire middelen en de draagkracht van de uitvoerende instanties.

Uit het bovenstaande overzicht zullen de projecten die opstarten niet later dan 2010, in rekening worden gebracht in de modellering vanaf 2015. Al de overige projecten zullen enkel worden beschouwd in de areaalbepaling in 2030.



Figuur 17-1: Ligging van de deelgebieden SIGMA-plan