DI: 366387

Opdrachtgever:

RIKZ Middelburg

Habitattoets: effecten bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren

Westerschelde

Report

juni 2006

HANDCOLLECTIE
WD

ecologisch adviesbureau HENK BAPTIST

WL | delft hydraulics

Z4112.00

C26990

Rijkswaterstaat/RIZA
Rijksinstituut voor
Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling
Documentatie
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Opdrachtgever:

RIKZ Middelburg

Habitattoets: effecten bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren

Westerschelde

Henk Baptist, Sharon Tatman, Thijs van Kessel, Godfried van Moorsel, Zheng-Bing Wang, Paul Erftemeijer

Report

juni 2006

WL | delft hydraulics

WL | delft hydraulics

OPDRACHTGEVER:	RIKZ Middelburg
TITEL:	Habitatoets: effecten bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren - Westerschelde

SAMENVATTING:

Dit rapport betreft de Habitattoets t.b.v. havenonderhoud voor de Westerschelde.

In dit rapport komen de volgende onderwerpen aan bod:

- de vigerende wet- en regelgeving, met een beschrijving van de Habitattoetsprocedure;
- het aanwijzingsbesluit voor de Westerschelde, met een overzicht van de soorten en habitattypen die zijn aangemeld;
- de aangemelde soorten en habitattypen worden beschreven op basis van de huidige situatie;
- de mogelijke effecten door bagger- en stortactiviteiten worden geïdentificeerd en beschreven;
- een beschrijving van de fysica van de Westerschelde, zoals bijvoorbeeld de achtergrondsconcentratie van slib en troebelheid en de morfologie;
- de effecten op de slibconcentratie, troebelheid, morfologie en andere fysische factoren worden beschouwd;
- de biotische en abiotische (fysische) resultaten worden bij elkaar gebracht. Dit kan gezien worden als een synthese en samenvatting van de resultaten van het project;
- de cumulatie van de effecten en de onzekerheden van de effecten.

De mogelijke effecten die door bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud relevant zijn voor de Natuurbeschermingswet-relevante soorten en habitattypen in de Westerschelde, zijn: bedekking van de bodem, vertroebeling van het water, verstoring door scheepvaartverkeer, verandering bodemsamenstelling en morfologische veranderingen.

Uit de lokatie-specifieke analyse volgt dat bij het baggeren en storten voor havenonderhoud op de Westerschelde met uitzondering van stortvak 15 (de Braakman) geen significante negatieve effecten zullen optreden. In stortvak 15 zijn twee mogelijke significant, negatieve effecten niet uit te sluiten:

- T.g.v. de stort in meso-cel 2 (nabij stortvak 15) zal de geul verondiepen. Deze ontwikkeling wordt momenteel gedeeltelijk gecompenseerd door zandwinactiviteiten die in dit gebied plaatsvinden.
- Bij het storten volgens de opgegeven stortstrategieën kunnen significante effecten optreden op de visetende vogels i.v.m. verhoging van vertroebeling. Deze problemen zijn mogelijk met een veranderde stortstrategie te vermijden.

REFERENTIES:

VER	AUTEUR		DATUM	OPMERK.	REVIEW		GOEDKEURING	
1.0	H. Baptist, S. Tatman et al.		1-6-2006		A. Nolte		T. Schilperoort	

PROJECTNUMMER:	Z4112
TREFWOORDEN:	Baggeren, Habitattoets, Natuurbeschermingswet, morfologie, slib, Westerschelde
AANTAL BLADZIJDEN:	145 excl. bijlagen
VERTROUWELIJK:	☐ JA ☒ NEE
STATUS:	☐ VOORLOPIG ☐ CONCEPT ☒ DEFINITIEF

Inhoud

1 Inleiding ..... 1—1

1.1 Algemeen ..... 1—1

1.2 Doelstelling ..... 1—2

1.3 Aandachtspunten ..... 1—2

1.4 Werkwijze ..... 1—4

1.5 Leeswijzer ..... 1—5

1.6 Disclaimer ..... 1—6

2 Vigerende wet- en regelgeving ..... 2—1

2.1 Inleiding ..... 2—1

2.2 De Habitattoets ..... 2—2

2.3 Toepassing bij vergunningverlening bagger- en stortwerkzaamheden havens ..... 2—4

2.3.1 Kernzin ..... 2—4

3 Het aanwijzingsbesluit ..... 3—1

3.1 Vogelrichtlijn ..... 3—1

3.2 Habitatrichtlijn ..... 3—1

4 Beschrijving en analyse van de huidige instandhoudingsdoelstellingen ..... 4—1

4.1 Niet-relevante habitattypen en soorten ..... 4—1

4.1.1 Habitattypen ..... 4—1

4.1.2 Soorten ..... 4—2

4.2 Relevante habitattypen ..... 4—3

4.2.1 Habitattype Estuaria ..... 4—3

4.2.2 Habitattype éénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten ..... 4—7

4.2.3 Habitattype Schorren met slijkgrasvegetatie ..... 4—9

4.2.4 Habitattype Atlantische schorren met kweldergrasvegetaties .. 4—10

4.3 Relevante soorten ..... 4—12

4.3.1 Vissen ..... 4—12

4.3.2 Vogels ..... 4—14

4.3.2.1 Niet-broedvogels ..... 4—14

4.3.2.2 Broedvogels ..... 4—16

4.3.3 Zoogdieren ..... 4—17

4.4 Ecotopen ..... 4—18

4.4.1 Resultaten ecotopenkaarten-analyse ..... 4—19

4.4.2 Conclusies ecotopenkaarten-analyse t.a.v. vogels. ..... 4—20

5 Bepaling abiotische randvoorwaarden van bagger- en stortactiviteiten ..... 5—1

5.1 Mogelijke effecten van baggeren en storten ..... 5—1

5.1.1 Niet relevante effecten ..... 5—1

Havens baggeren ..... 5—1

Zuurstofgehalte ..... 5—1

5.1.2 Potentiële effecten ..... 5—2

5.2 Ecologische gevoeligheid van habitattypen ..... 5—3

5.2.1 Habitattype Estuaria (1130) ..... 5—3

5.2.2 Schorhabitattypen (1310, 1320 en 1330) ..... 5—4

5.2.2.1 Habitattype éénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten (1310) ..... 5—4

5.2.2.2 Habitattype Schorren met slijkgrasvegetatie (1320) ..... 5—5

5.2.2.3 Habitattype Atlantische schorren met kweldergrasvegetaties (1330) ..... 5—5

5.3 Ecologische gevoeligheid soorten ..... 5—5

5.3.1 Vissen ..... 5—5

5.3.2 Vogels ....5—6

5.3.3 Gewone Zeehond ....5—7

5.4 Ecologische gevoeligheid van vogels en zoogdieren via de voedselketen (indirecte effecten) ....5—8

5.4.1 Plantaardig materiaal ....5—8

5.4.2 Macrozoöbenthos ....5—9

5.4.3 Vissen en Garnalen ....5—13

5.4.4 Zoogdieren ....5—13

5.5 Samenvatting ....5—14

6 Gegevens van de fysica ....6—1

6.1 Achtergrondsconcentratie ....6—1

6.2 Relatie zwevend stof – doorzicht ....6—6

6.3 Bodemsamenstelling ....6—8

6.4 Stortgegevens ....6—8

6.5 Samenvatting fysische kenmerken ....6—11

6.6 Morfologie en morfologische veranderingen van de Westerschelde ....6—11

6.6.1 Schematisatie van het morfologische systeem ....6—12

6.6.2 Morfologische veranderingen ....6—13

6.6.3 Samenvatting morfologie ....6—16

7 Effecten bagger- en stortactiviteiten op het fysisch systeem ....7—1

7.1 Verspreiding van sediment en troebelheid (korte termijn effecten) ....7—1

7.1.1 Afbakening ....7—1

7.1.2 Modelopzet ....7—1

7.1.3 Lokale effecten van baggeren en storten ....7—4

7.1.3.1 Verspreiding in de verticaal tijdens storten ....7—4

7.1.3.2 Verspreiding over de bodem ....7—7

7.1.4 Specificatie van lozingen in model ....7—7

7.1.5 Resultaten effecten grootschalige slibverspreiding ..... 7—10

7.1.6 Conclusies berekeningsresultaten slibverspreiding:..... 7—16

7.2 Morfologische veranderingen..... 7—18

7.2.1 Algemeen ..... 7—18

7.2.2 Grootschalige zandbalans..... 7—18

7.2.3 Stabiliteit meergeulensysteem ..... 7—19

7.2.4 Intergetijdegebied en ondiep water ..... 7—20

7.2.5 Conclusies ..... 7—21

8 Synthese resultaten: beschrijving effecten van de ingrepen op de ecologie .. 8—1

8.1 Bedekking met baggerslib ..... 8—1

8.2 Troebelheid..... 8—2

8.3 Verhoging van slibconcentratie in de waterkolom ..... 8—3

8.4 Verstoring Westerschelde: scheepvaartbewegingen ..... 8—3

8.5 Bodemsamenstelling ..... 8—3

8.6 Morfologie..... 8—4

8.7 Schorren ..... 8—4

8.8 Vogels ..... 8—4

8.9 Analyse per stortvak Westerschelde ..... 8—6

8.9.1 Vertroebeling ..... 8—6

8.9.2 Bodembedekking..... 8—8

8.9.3 Morfologische veranderingen ..... 8—9

8.9.4 Verstoring ..... 8—9

8.9.5 Significante effecten..... 8—10

8.9.6 Mitigerende maatregelen..... 8—10

8.10 Samenvatting en conclusies..... 8—11

9 Cumulatieve effecten en externe werking ..... 9—1

9.1 Verruiming ..... 9—3
9.1.1 Verdiepingen ..... 9—3
9.1.2 Verbreding ..... 9—3
9.2 De Westerschelde Container Terminal ..... 9—4
9.3 Kokkelvisserij ..... 9—4
9.4 Doorspoelen Krammer-Volkerak ..... 9—4
9.5 Ontpolderen ..... 9—5
9.6 Externe werking ..... 9—5
10 Onzekerheden ..... 10—1
11 Conclusies ..... 11—1
11.1 Overzicht mogelijke effecten op instandhoudingsdoelstellingen ..... 11—1
11.2 Lokatiespecifieke significante, negatieve effecten ..... 11—9
12 Referenties ..... 12—1
13 Afkortingenlijst ..... 13—1
A Resultaten analyse ecotopenkaarten A–1
B Vogels B–1
C Vissen C–1
D Zeehond D–1
E Stortlocaties E–1
F Figuren slibverspreidingsmodel F–1
G Morfologie G–1

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Om de toegankelijkheid van de havens en scheepvaartwegen te kunnen handhaven, worden in de Zeeuwse rijkswateren met regelmaat onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd. In veel gevallen is Rijkswaterstaat opdrachtgever voor diverse onderhoudswerkzaamheden en de Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland het bevoegd gezag voor vergunningsverlening inzake de Natuurbeschermingswet. Deze werkzaamheden gaan gepaard met bagger- en stortactiviteiten, die onder bepaalde omstandigheden zouden kunnen leiden tot negatieve effecten op de aanwezige flora en fauna en habitats van Natura 2000 gebieden. Onder de bepalingen van nationale en Europese wetgeving heeft RWS Zeeland als beheerder van deze wateren de plicht om deze gebieden in een goede staat van instandhouding te houden of te brengen.

De bescherming van de natuur in Nederland is vastgelegd in Europese en nationale wetgeving. De belangrijkste Europese wetgevingselementen zijn de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn (VHR), die gericht zijn op de bescherming van dier- en plantensoorten en (hun) habitats. De in het kader van dit project relevante, door RWS Zeeland beheerde wateren Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingenmeer en Veerse Meer zijn aangewezen of aangemeld als Natura 2000 gebieden in het kader van de VHR.

De gebiedsbescherming uit de VHR is vastgelegd in de Natuurbeschermingswet 1998, en is op 1 oktober 2005 in werking getreden. Voor plannen, projecten en andere handelingen die negatieve effecten op een Natura 2000 gebied zouden kunnen hebben, is een vergunning of goedkeuring van het bevoegd gezag nodig. Deze kan pas worden gegeven nadat de zogenaamde Habitattoets is doorlopen. Ingevolge artikel 6, lid 3, van richtlijn 92/43 **brengt een passende beoordeling van de gevolgen van een plan of project voor het betrokken gebied mee dat, voordat voor dit plan of project toestemming wordt verleend, op basis van de beste wetenschappelijke kennis ter zake, alle aspecten van het plan of het project die op zichzelf of in combinatie met andere plannen of projecten de instandhoudingsdoelstellingen van dit gebied in gevaar kunnen brengen, moeten worden geïnventariseerd. De bevoegde nationale autoriteiten geven op basis van de passende beoordeling toestemming voor de activiteit wanneer zij de zekerheid hebben verkregen dat de activiteit geen schadelijke gevolgen heeft voor de natuurlijke kenmerken van het betrokken gebied. Dit is het geval wanneer er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er geen schadelijke gevolgen zijn.**

Activiteiten die geen negatieve effecten hebben op deze natuurwaarden en die als zodanig zijn beschreven in een beheerplan zijn vrijgesteld van vergunningsplicht. Activiteiten die wel negatieve effecten hebben, maar die niet significant zijn, behoren ook bij de vergunningaanvraag.

Bij de uitvoering van bagger- en stortactiviteiten kunnen negatieve effecten niet worden uitgesloten. Daarom is het noodzakelijk om voor dit soort activiteiten vergunningen in het

kader van de Natuurbeschermingswet 1998 aan te vragen bij Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland. Hiertoe wordt het noodzakelijk geacht een passende beoordeling (habitattoets) per waterlichaam uit te voeren.

De soortenbescherming van de HR en VR is verankerd in de Flora- en Faunawet (2002). De verbodsbepalingen van deze wet zijn gebaseerd op het 'nee – tenzij principe'. Dat betekent dat alle schadelijke handelingen ten aanzien van beschermde planten- en diersoorten in principe verboden zijn. Voor verschillende categorieën soorten en verschillende activiteiten zijn vrijstellingen of ontheffingen van deze verbodsbepalingen mogelijk. Praktisch overal komen beschermde soorten voor. Wanneer uit inventarisatie blijkt dat beschermde soorten in of rond het projectgebied of -locatie aanwezig zijn, moeten de effecten van de voorgenomen ingreep op de soorten beoordeeld worden en zonodig een ontheffing worden gevraagd.

1.2 Doelstelling

Het doel van het project is het voorbereiden van een vergunningaanvraag voor nieuwe bagger- en stortwerkzaamheden in de Zeeuwse wateren, oftewel het ontwikkelen van een habitattoets dat antwoord geeft op de volgende vragen:

1. Zijn er negatieve effecten op de ecologie per waterlichaam in de Zeeuwse wateren veroorzaakt door bagger- en stortactiviteiten, en zijn deze significant? Dit houdt in het cumulatief in beeld brengen van de effecten in overleg met de opdrachtgever.
2. Wat zijn de lokale, significante effecten per stortvak?
3. Welke soorten en habitats worden bij de werkzaamheden betrokken?
4. Wat zijn de gevolgen van de activiteit op deze soorten en habitats?
5. Wat is de omvang van de onzekerheid bij de inschatting?
6. Zijn er mitigerende maatregelen noodzakelijk om de significant negatieve effecten te voorkomen of te verminderen en zo ja, welke zijn dit?

1.3 Aandachtspunten

Een aantal aandachtspunten is van belang voor dit rapport, bijvoorbeeld ten behoeve van de afbakening van de scope van de studie. Deze worden hieronder toegelicht.

Het einddoel van de studie is het bepalen van (significant) negatieve ecologische effecten van de werkzaamheden op de in de VHR beschermde soorten en habitats. In deze passende beoordeling wordt uitsluitend bekeken of er belemmeringen zijn om vergunning te verlenen. Er wordt in dit rapport voor zover mogelijk een onderscheid gemaakt tussen negatieve effecten en significant, negatieve effecten op basis van huidige wetenschappelijke inzichten. Het significant zijn is een belangrijke randvoorwaarde, in die zin dat als er wordt bepaald of een effect significant negatief is op de instandhouding van de beschermde soorten en habitats, een passende beoordeling is vereist. Bij een negatief, maar *niet*-significant effect wordt een verslechterings- en verstoringstoets doorlopen (zie § 2.2). Er is nergens een duidelijke uitspraak te vinden wat 'significant' precies betekent. Er wordt in dit rapport een pragmatische invulling aan gegeven gebaseerd op expertkennis. In het rapport is in de meeste gevallen uitsluitend beoordeeld of een effect wel of niet als significant moet worden beschouwd. Veelal is dit in kwalitatieve zin gedaan. Het is zonder specifiek en langdurig onderzoek vrijwel onmogelijk effecten te kwantificeren.

De term 'Staat van instandhouding' (zie § 1.1) komt niet aan de orde in het rapport, omdat de 'gunstige staat van instandhouding van een soort' nog niet is gedefinieerd door LNV. Het is daarmee dus nog niet toetsbaar.

Onderhoudsbaggerwerk vindt al sinds 1900 plaats met het doel om de bereikbaarheid van de havens te handhaven. Sediment wordt bijvoorbeeld uit de vaargeul verwijderd en elders in de Westerschelde teruggestort. Jaarlijks wordt circa 8 – 10 miljoen m^3 gebaggerd en gestort in het kader van vaargeulonderhoud (RIKZ 2005). In dit project wordt niet gekeken naar lokatiespecifieke effecten van het vaargeulonderhoud; dit is al uitgevoerd door Vlaanderen (Tombeur et al 2005). In dit project gaat het voor de Westerschelde uitsluitend om het 'overige' onderhoud, zoals terugstortingen van baggerslib uit havens. Voor dit overige onderhoud komt er circa 6,3 miljoen m^3 extra per jaar bij. Er wordt daarentegen wel rekening gehouden met het vaargeulonderhoud bij de beschouwing van cumulatieve effecten (zie Hoofdstuk 9).

Begin 2006 bestaat er een overgangssituatie. De Natuurbeschermingswet 1998 is van kracht. Deze wet voorziet in besluitvormingsprocedures rond de Natura 2000 gebieden. Deze gebieden zijn echter nog niet aangewezen, noch staan de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden vast. Ten behoeve van de uitvoering van dit project worden de soorten en habitattypen aangehouden die nu geldend zijn bij moment van aanmelden van VHR. Ter verduidelijking, onlangs is ter visie een concept-aanwijzingsbesluit gepubliceerd door het Ministerie LNV (*Concept - Natura 2000 Doelendocument*, oktober 2005). Dit document kan wijzigen en heeft momenteel geen status, waardoor sommige soorten en habitats die in het Natura 2000 Doelendocument worden genoemd, in dit rapport verder niet worden beschouwd.

Het kiezen van een referentiejaar voor de Vogel- en Habitatrichtlijn is een punt van discussie geweest: hoe moet een referentiejaar worden bepaald? De Vogelrichtlijn verplicht tot instandhouding vanaf en op het niveau van begin jaren tachtig, formeel twee jaar na 1979. De datum van aanwijzing van het Vogelrichtlijngebied zou kunnen worden genomen, maar dit is per bekken verschillend: voor de Westerschelde, Grevelingen en Veerse Meer is dit 24 maart 2000, voor de Oosterschelde 28 november 1989. Het bepalen van een referentiejaar Habitatrichtlijn is vergelijkbaar; vaststelling van de status quo van een bepaald jaar is ook moeilijk. Verschillende jaren komen in aanmerking: 1994 (aanvang verplichting), eerste aanmelding (verschillend per bekken) of vaststelling communautaire lijsten, etc. Er is besloten niet te werken met een vast jaar, maar als uitgangspunt de huidige situatie te nemen.

De (mogelijke) effecten van het huidige stortregime, en niet toekomstige stortstrategiën, worden in beschouwing genomen tijdens het project. Toekomstige stortstrategiën, bijvoorbeeld in het kader van de verdieping Westerschelde, zijn MER-plichtig en daar zal dus apart een habitattoets voor moeten worden ontwikkeld.

Effecten van verontreinigd slib worden niet beschouwd. Deze effecten worden ook niet meegenomen in de beschouwing van cumulatieve effecten. De Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) voldoet al voor het aspect van (potentiële) verontreiniging door baggerwerken.

In een multidisciplinair project worden vaak verschillende termen gebruikt. Om verwarring te voorkomen wordt hier vastgesteld dat de term *slib* wordt gebruikt als aanduiding van de hoeveelheid anorganisch gesuspendeerd materiaal in het water, oftewel alle deeltjes met een fractiegrootte < 63 µm en uitgedrukt in mg / l. Andere termen die in het algemeen worden gebruikt zijn *zwevend stof*, *silt* of "*fines*". Soms wordt ook *totaal zwevend stof* gebruikt (niet in dit rapport); dit is een aanduiding voor de hoeveelheid anorganisch en organisch gesuspendeerd materiaal. In dit rapport wordt, tenzij anders vermeld, alleen de hoeveelheid anorganisch materiaal bedoeld.

1.4 Werkwijze

Gezien het specifieke doel van dit project, namelijk het voorbereiden van de vergunningverlening, is gekozen voor een aanpak waarbij de instandhoudingsdoelstellingen leidend zijn.

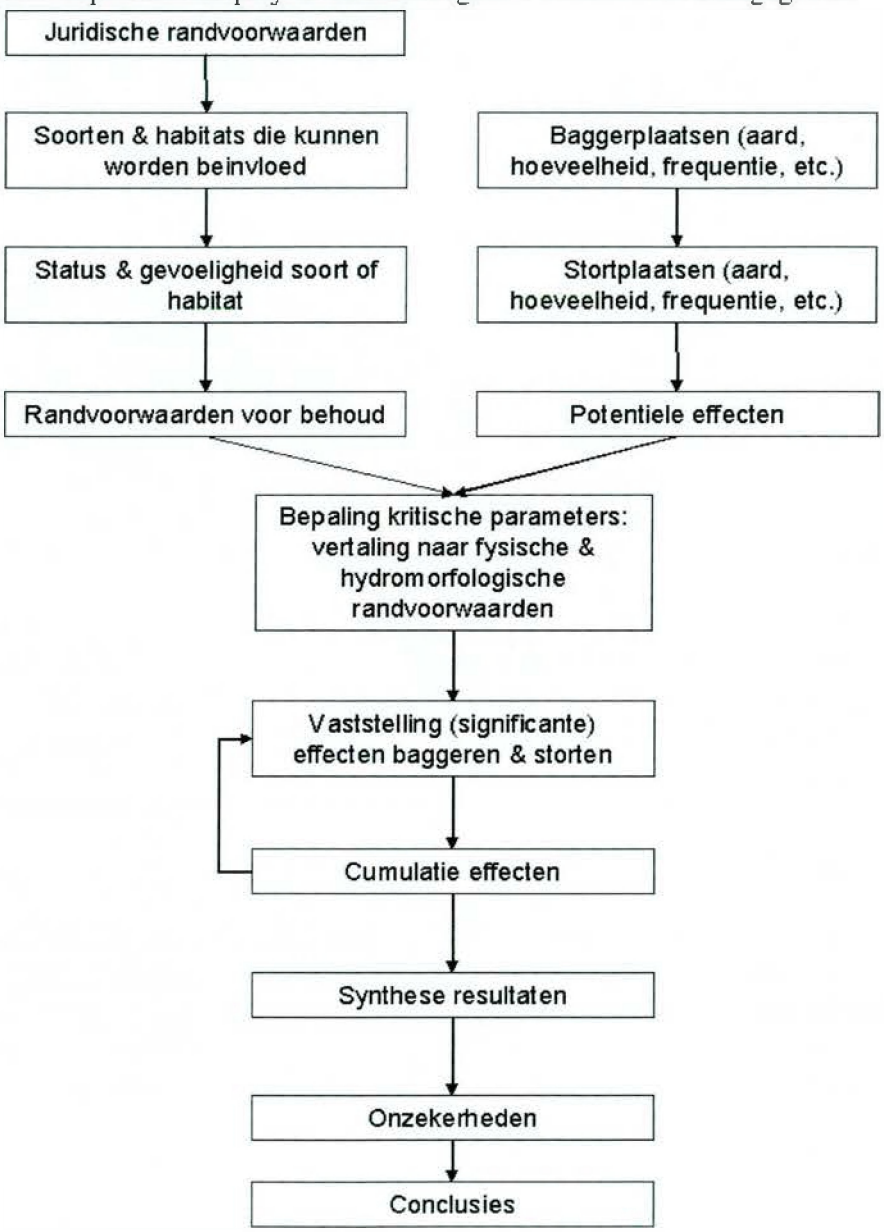
De aanpak is gebaseerd op de zogeheten "omgekeerde aanpak", waarbij de juridische randvoorwaarden en instandhoudingsdoelstellingen de uitgangspunten zijn. De stappen in het werk zijn (per waterlichaam):

- Juridisch kader:
    - D.m.v. een algemene verkenning worden juridische randvoorwaarden voor vergunningverlening die volgen uit de Natuurbeschermingswet 1998 bepaald.
    - N.a.v. de vigerende wet- en regelgeving vaststellen van de relevante instandhoudingsdoelstellingen.
- De biotiek:
    - Met behulp van expert judgement wordt vastgesteld welke soorten en habitats kunnen worden beïnvloed.
    - Beschrijving huidige status van soorten en habitats: een kwantitatief overzicht van het voorkomen van soorten en habitats met een beschrijving van de ruimtelijke spreiding in voorkomen. Er worden per soort beschrijvingen gegeven. In de synthesefase worden soorten samengevoegd en worden groepen van soorten die een vergelijkbare ecologie hebben genoemd.
- De abiotiek:
    - Vaststelling fysische gegevens (bagger- en stortplaatsen, samenstelling materiaal, etc.)
    - In grote lijnen bepalen welke abiotische (potentiële) effecten kunnen optreden als gevolg van baggeren en storten, zoals vertroebeling, bedekking en morfologische veranderingen.
- Synthese van de biotiek en abiotiek:
    - De volgende stap is de gevoeligheid van de organismen zo goed mogelijk te beschrijven (bepaling kritische parameters en effecten, of de effecten zich wel of niet kunnen voordoen, en op basis van huidig wetenschappelijk inzicht bepaling of de effecten significant zijn of niet).
    - Bij eventuele significant negatieve effecten wordt veelal een kwalitatieve bepaling gegeven.
    - De synthese bestaat uit het samenbrengen van de biotische en abiotische informatie en het beoordelen of significante negatieve gevolgen kunnen worden uitgesloten. Cumulatieve effecten en onzekerheden worden meegenomen.

- De laatste stap in het proces is het trekken van de conclusies voor de habitattoets.

NB: de hoofdstuk-indeling van dit rapport volgt grotendeels dezelfde indeling als deze werkwijze.

De aanpak van het project wordt in Figuur 1 schematisch weergegeven.



Figuur 1 Aanpak van het project

1.5 Leeswijzer

Dit is de definitieve versie 1.0 voor de Westerschelde.

Dit rapport betreft de Habitattoets ten behoeve van havenonderhoud voor de Westerschelde. Het is onderdeel van een reeks van rapporten, dat bestaat uit:

- *Habitattoets: effecten bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren (Westerschelde);*
- *Habitattoets: effecten bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren (Oosterschelde);*
- *Habitattoets: effecten bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren (Grevelingen);*
- *Habitattoets: effecten bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren (Veerse Meer);*
- *Habitattoets: effecten bagger- en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren (overkoepelend rapport).*

Voor de eerste vier rapporten, de 'waterbekken'-rapporten wordt dezelfde inhoudsopgave aangehouden.

In Hoofdstuk 2 wordt de vigerende wet- en regelgeving toegelicht, met een beschrijving van de Habitattoetsprocedure. Hoofdstuk 3 geeft in het kort het aanwijzingsbesluit voor de Westerschelde, met een overzicht van de soorten en habitattypen die zijn aangemeld. In Hoofdstuk 4 worden de aangemelde soorten en habitattypen beschreven op basis van de huidige situatie. In Hoofdstuk 5 worden de mogelijke effecten door bagger- en stortactiviteiten geïdentificeerd en beschreven. Hoofdstuk 6 geeft een beschrijving van de fysica van de Westerschelde, zoals bijvoorbeeld de achtergrondsconcentratie van slib en troebelheid en de morfologie. In Hoofdstuk 7 worden de effecten op de slibconcentratie, troebelheid, morfologie en andere fysische factoren beschouwd. In Hoofdstuk 8 worden de biotische en abiotische (fysische) resultaten bij elkaar gebracht. Dit hoofdstuk kan gezien worden als een synthese en samenvatting van de resultaten van het project. In Hoofdstuk 9 en 10 komen respectievelijk de cumulatie van de effecten en de onzekerheden van de effecten aan bod. Hoofdstuk 11 geeft uiteindelijk de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van het project.

1.6 Disclaimer

De in deze rapportage gebruikte vogelgegevens zijn afkomstig uit het Biologisch Monitoring Programma Zoute Rijkswateren van het RIKZ (Rijksinstituut voor Kust en Zee), hetgeen onderdeel uitmaakt van het Monitoring-programma Waterstaatkundige toestand van het Land (MWTL) van Rijkswaterstaat. Het RIKZ neemt geen verantwoordelijkheid voor de in deze rapportage vermelde conclusies op basis van het door haar aangeleverde materiaal.

2 Vigerende wet- en regelgeving

2.1 Inleiding

De Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn zijn in, respectievelijk, 1979 en 1992 door de Europese Unie vastgesteld. Het doel van deze richtlijnen is het instandhouden van de biologische diversiteit in Europa. De Vogelrichtlijn heeft tot doel de bescherming van gebieden en het beheer van alle vogels die op het grondgebied (i.e. zogeheten communautair grondgebied) van de EU in het wild leven en hun habitats. De Habitatrichtlijn heeft als doel de biologische diversiteit in de EU in stand te houden en richt zich op de bescherming van natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna, kortweg habitattypes en soorten.

Om deze doelen te realiseren worden door de lidstaten van de EU Speciale Beschermingszones (SBZs) aangewezen. Deze gebieden samen vormen het Natura 2000 netwerk.

Op 1 oktober 2005 is de nieuwe Natuurbeschermingswet (NB wet 1998) van kracht geworden. Deze wet voorziet in besluitvormingsprocedures rond de Natura 2000 gebieden. Hierin zijn de bepalingen over de beschermingen uit de Europese Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn definitief in Nederlands recht omgezet.

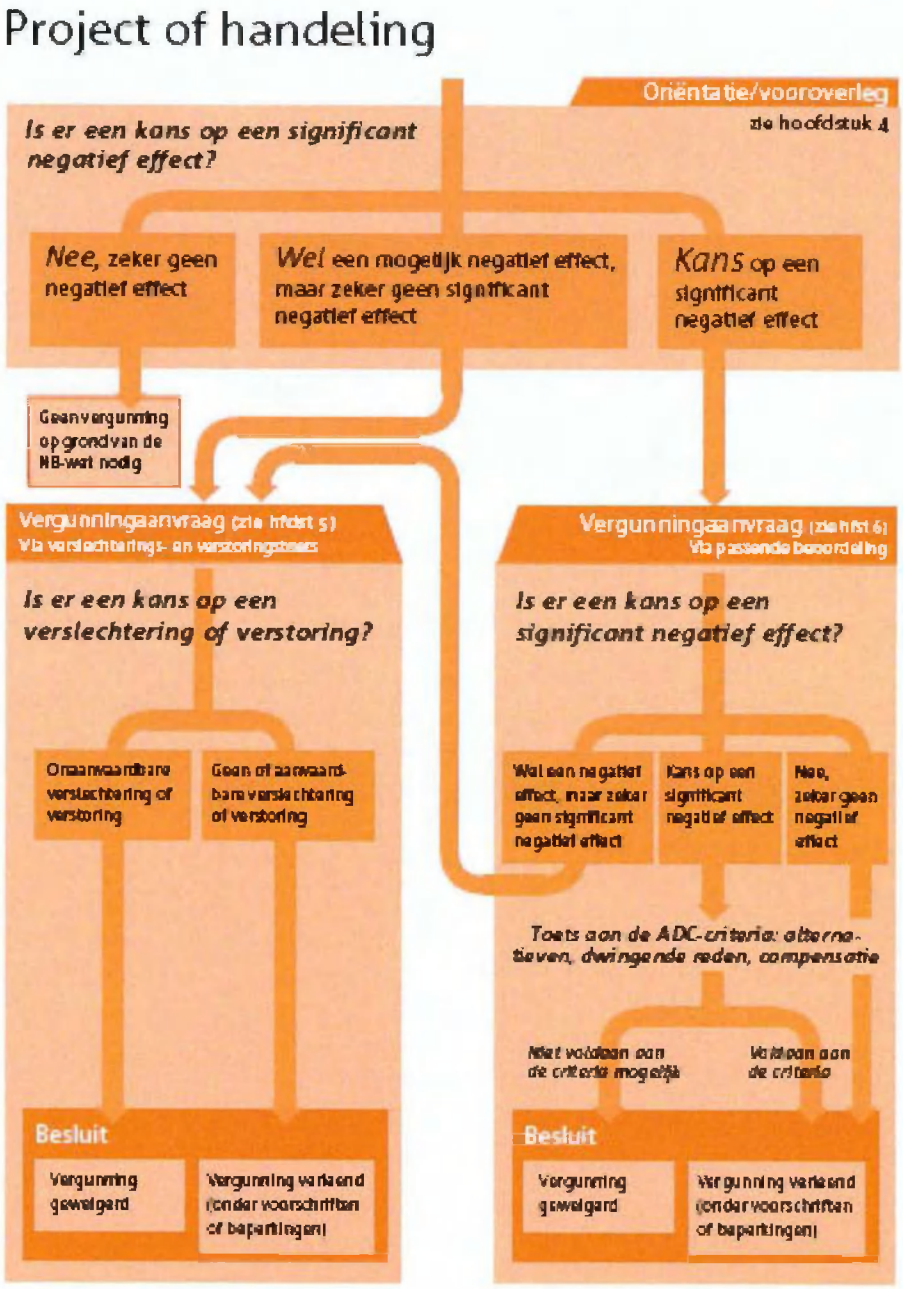
Voor het uitvoeren van een plan, project of activiteit dat negatieve effecten kan hebben op een Natura 2000 gebied is een vergunning ingevolge de Natuurbeschermingswet noodzakelijk. Voor deze vergunningverlening moet een habitattoets / passende beoordeling van het plan of project worden gemaakt. Dit rapport is bedoeld als een passende beoordeling in de zin van de Natuurbeschermingswet 1998. In begin 2006 bestaat er nog een overgangssituatie: De Natura 2000 gebieden zijn nog niet aangewezen, noch staan de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden vast.

Deze wet kent een lange voorgeschiedenis met de nodige jurisprudentie. Hieruit blijkt dat wanneer de nationale wet niet of niet voldoende voorziet er sprake is van een rechtstreekse werking van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Hieruit valt de volgende werkwijze af te leiden:

- De gebieden die eerder zijn aangewezen als Vogelrichtlijngebied of zijn aangemeld als Habitatrichtlijngebied genieten een beschermde status als ware zij Natura 2000 gebieden;
- De soorten en habitats waarvoor de gebieden zijn aangewezen of aangemeld vormen in ieder geval (minimaal) de instandhoudingsdoelstellingen voor een Natura 2000 gebied.

Voor het al of niet kunnen verlenen van de vergunning zijn de bepalingen van de Natuurbeschermingswet 1998 van kracht. Het Ministerie van LNV heeft bijgaand schema (Figuur 2) opgesteld als hulpmiddel om te bepalen welke vergunningaanvraag moet worden gedaan. Hieronder zullen aan de hand van het schema de verschillende deelprocessen worden besproken. Dit is een samenvatting, met soms letterlijk gekopieerde teksten, van de

Brochure "Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998" van het Ministerie van LNV (Ministerie LNV, 2005).



Figuur 2 Onderdelen van een habitattoets (Ministerie LNV, 2005)

2.2 De Habitattoets

De habitattoets dient om vast te stellen of, en zo ja, onder welke voorwaarden een menselijke activiteit in en rondom een Natura 2000-gebied kan worden toegelaten. Meer concreet heeft de habitattoets de volgende twee oogmerken:

1. Zekerheid bieden dat de natuurlijke kenmerken (zie tekst in kader) van het Natura 2000-gebied niet worden aangetast;

2. Zekerheid bieden dat een verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten, dan wel de verstoring van soorten, niet optreedt.

> Wat zijn 'natuurlijke kenmerken'?
> Het begrip 'natuurlijke kenmerken' moet worden gerelateerd aan de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied: ze hebben te maken met de ecologische functies. De natuurlijke kenmerken worden geacht een gebied te karakteriseren dat gaaf en in ecologisch opzicht 'volledig' is. In een dynamisch perspectief impliceert dit ook dat het betrokken ecosysteem 'resistent' is (dat wil zeggen dat het zich na een verstoring kan herstellen) en het vermogen bezit zich te ontwikkelen in een voor de instandhouding ervan gunstige zin.

Het in de habitattoets vastgelegde voorzorgbeginsel (artikel 19d en 19f) is heel belangrijk, omdat hiermee aantasting van beschermde gebieden op efficiënte wijze kan worden voorkomen. Dit voorzorgbeginsel houdt in dat voordat aan een plan of project toestemming wordt verleend, op basis van de beste wetenschappelijke kennis ter zake, alle aspecten daarvan die op zichzelf of in combinatie met andere plannen of projecten de instandhoudingsdoelstellingen van een beschermd gebied in gevaar kunnen brengen, moeten worden onderzocht. Zo kan worden vastgesteld of de kwaliteit van de natuurlijke habitats / habitats van soorten verslechtert of dat soorten worden verstoord, of dat de natuurlijke kenmerken worden aangetast.

De hoofdvraag tijdens de oriëntatiefase is of er een kans op een significant negatief effect bestaat. Dat is het geval als op grond van objectieve gegevens niet valt uit te sluiten dat het project of de andere handeling significante negatieve gevolgen heeft voor het gebied. Op deze vraag zijn drie antwoorden mogelijk:

1. Er is zeker geen negatief effect. Dit betekent dat er geen vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 nodig is.
2. Er is wel een mogelijk negatief effect, maar dit is zeker geen significant negatief effect. Dit betekent dat vergunningverlening aan de orde is. Omdat het effect zeker niet significant is, volstaat daarvoor de zogenoemde verslechterings- en verstoringstoets (zie de linkerkant van Figuur 2).
3. Er is een kans op een significant negatief effect. Dit betekent dat vergunningverlening aan de orde is. Omdat er een kans op een significant negatief effect bestaat, is een passende beoordeling vereist (zie de rechterkant van Figuur 2).

De opdracht van dit project luidt dat een passende beoordeling moet worden gemaakt. Dit impliceert dat uit de oriëntatiefase is gebleken dat er een kans bestaat op een significant effect. Er zal in dit rapport voor zover mogelijk per effect worden aangegeven in hoeverre deze negatief of significant negatief is.

Bij een passende beoordeling komt in meer detail de hoofdvraag uit de oriëntatiefase terug: is er een kans op een significant negatief effect? De antwoorden zijn hierbij dezelfde; de vervolgstappen wijken echter deels af:

1. Er is zeker geen negatief effect. Dit betekent dat de vergunning op grond van de Nb-wet verleend kan worden.
2. Er is wel een mogelijk negatief effect, maar dit is zeker geen significant negatief effect. Dit betekent dat de passende beoordeling kan worden afgesloten en dat wordt

'teruggeschakeld' naar de verslechterings- en verstoringstoets (omdat er wel sprake kan zijn van een mogelijk negatief effect).
3. Er is een kans op een significant negatief effect, dat wil zeggen de zekerheid bestaat niet dat er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er geen schadelijke gevolgen zijn.

Na conclusie 3 uit de passende beoordeling dient toetsing plaats te vinden aan de zogenaamde ADC-criteria:
- Zijn er Alternatieven?
- Is er sprake van een Dwingende reden van groot openbaar belang?
- Zijn er Compenserende maatregelen voorzien?

Het bevoegd gezag voor de verlening van de Natuurbeschermingswetvergunning is in dit geval Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland.

Om de habitattoets succesvol te doorlopen, is veel informatie nodig die door de vergunningverlener dan wel de initiatiefnemer van een project of een andere handeling zal moeten worden gegenereerd. Wat betreft de taakverdeling tussen de initiatiefnemer en de vergunningverlener luidt de hoofdregel: de initiatiefnemer is verantwoordelijk voor het leveren van de informatie over de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen. Het bevoegd gezag toetst deze informatie en kijkt of de gegevens de conclusies wel kunnen dragen. Voor zover het gaat om een passende beoordeling moet het bevoegd gezag op grond daarvan de zekerheid verkrijgen dat er geen schadelijke gevolgen zijn, wil het de vergunning kunnen verlenen.

2.3 Toepassing bij vergunningverlening bagger- en stortwerkzaamheden havens

Dit rapport dient om de nodige gegevens te verstrekken aan de vergunningverlener om een onderbouwde conclusie ten aanzien vergunningverlening voor bagger- en stortactiviteiten van havens te kunnen geven. Indien er sprake is van een kans op een significant negatief effect dient door de initiatiefnemer ook een passende beoordeling te worden opgesteld. Hierin dient de initiatiefnemer gedetailleerd in kaart te brengen wat de effecten (kunnen) zijn van de activiteit op de natuurwaarden in het gebied en welke verzachtende (mitigerende) maatregelen hij van plan is te nemen. Een schriftelijk verslag van de beoordeling is vereist, waarbij de beoordeling met redenen moet worden omkleed. De passende beoordeling is verder vormvrij, zolang zij begrijpelijk is en controleerbaar voor derden blijft.

2.3.1 Kernzin

In de Natuurbeschermingswet 1998 staat in artikel 19f aangegeven waarop de passende beoordeling betrekking heeft en wie deze moet uitvoeren:
De initiatiefnemer maakt een passende beoordeling van de gevolgen voor nieuwe projecten (1) of andere handelingen die niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer (2), maar die afzonderlijk (3) of in combinatie met andere activiteiten (4) significante (5) gevolgen kunnen (6) hebben voor een Natura 2000-gebied (7), waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingsdoelstellingen (8).

De toevoeging van cijfers is door de auteurs. Deze zin is gebaseerd op artikel 6, derde lid van de Habitatrichtlijn. Er staan veel details in die voor het document van belang zijn en beantwoording behoeven. Voor de uitleg wordt teruggegrepen op de relevante stukken van de EU, met name het stuk getiteld "*beheer van Natura 2000 – gebieden*" (Europese Commissie 2000). Hieronder wordt per cijfer de zin besproken.

1. Bij zijn arrest van 7 september 2004 in de zaak C-127/02 heeft het Hof voor recht verklaard dat ook als voor bestaand gebruik een nieuwe vergunning moet worden verleend de relevante bepalingen uit de habitatrichtlijn, nu geïmplementeerd in de natuurbeschermingswet in acht moeten worden genomen. Het project wordt beschouwd als een nieuw project.
2. De vraag is of het project direct verband houdt met of nodig is voor het beheer? Uit de context en de bedoeling van artikel 6 komt duidelijk naar voren dat het begrip "beheer" geacht moet worden betrekking te hebben op het beheer met het oog op het behoud van een gebied, d.w.z. dat de term "beheer" moet worden gehanteerd in de zin waarin hij in artikel 6, lid 1, wordt gebruikt. Nu er nog geen beheerplan bestaat moet vooralsnog worden aangenomen dat uitsluitend op instandhouding gericht beheer hieronder valt. Het onderhouden van de havens valt hier dus niet onder.
3. In dit rapport wordt het baggeren van de havens en het dumpen van dit slib eerst als een afzonderlijk project gezien en wordt beoordeeld of hieruit negatieve effecten voortvloeien.
4. Meerdere effecten waarvan de omvang – afzonderlijk genomen – bescheiden is, kunnen gezamenlijk een negatief effect opleveren. Artikel 6, lid 3, probeert rekening te houden met het gecombineerde effect van plannen en projecten. Het is van belang zich te realiseren dat bedoelde bepaling bedoeld was om op passende wijze rekening te houden met cumulatieve effecten, die vaak pas na verloop van tijd merkbaar worden. In dit verband kan een onderscheid worden gemaakt tussen voltooide, goedgekeurde maar nog niet voltooide en nog niet voorgestelde plannen en projecten:

   Het kan wenselijk zijn om naast de effecten van de plannen en projecten die het belangrijkste voorwerp van de beoordeling uitmaken, in een "meta-beoordeling" ook de effecten van reeds voltooide plannen en projecten mee te nemen. Hoewel reeds voltooide plannen en projecten niet onder het beoordelingsvoorschrift van artikel 6, lid 3, vallen, is het niettemin belangrijk dat zij tot op zekere hoogte in aanmerking worden genomen indien zij chronische of duurzame gevolgen voor het gebied hebben en er aanwijzingen bestaan voor een patroon van geleidelijke teloorgang van de natuurlijke kenmerken van het beschermde gebied.

   Dergelijke reeds voltooide plannen en projecten kunnen ook relevant zijn voor het bepaalde in artikel 6, leden 1 en 2, van Richtlijn 92/43/EEG indien de aanhoudende effecten ervan herstelmaatregelen, compenserende instandhoudingsmaatregelen of maatregelen ter vermijding van de verslechtering van de habitatkwaliteit of de verstoring van soorten noodzakelijk maken.

   Op plannen en projecten die in het verleden zijn goedgekeurd en die nog niet zijn uitgevoerd c.q. voltooid, is de "combinatie" bepaling van toepassing. Met het oog op de juridische zekerheid lijkt het wenselijk, de "combinatie" bepaling uitsluitend toe te passen op andere plannen en projecten die werkelijk zijn voorgesteld. In dit project

komen daardoor zeker de gevolgen van de tweede en derde verdieping van de Westerschelde en van de vaarwegverbreding in een "meta-beoordeling" aan de orde.

5. De Europese Commissie stelt: "Aan het begrip "significant" moet een objectieve inhoud worden gegeven. Tegelijk moet de significantie van effecten worden vastgesteld in het licht van de specifieke bijzonderheden en milieukenmerken van het beschermde gebied waarop een plan of project betrekking heeft, waarbij met name rekening moet worden gehouden met de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied."

   Desondanks worstelt een ieder met dit begrip. De lezing van LNV is dat 'niet significant' betekent 'niet merkbaar', maar dit wordt door derden niet echt onderschreven. Soms wordt er een maat van aantasting van 1 of 5 % aan toegekend of het wordt statistisch geïnterpreteerd (99 % kans). Vreemd is dat het enerzijds een sleutelbegrip is in de gehele wetgeving, maar tot nu toe niemand een sluitende definitie heeft. Significantie is geen vaste maat voor negatieve effecten, maar moet worden beschouwd vanuit de staat van instandhouding. In dit rapport wordt het begrip gebruikt in termen als schadelijk voor de lokale populatie of schadelijk voor de processen, waarbij het de staat van instandhouding negatief aantast. Het eindoordeel is aan de vergunningverlener.
6. De aanleiding voor het op gang brengen van de procedure van artikel 6, leden 3 en 4, is niet de zekerheid van, maar de kans op negatieve gevolgen van plannen of projecten die in, maar eventueel ook buiten, een beschermd gebied ten uitvoer worden gelegd. Dit is het voorzorgprincipe.
7. Ook al zijn er Nederland nog geen formele aanwijzingen als Natura 2000 gebied, toch moeten de gebieden die (formeel) door Nederland zijn aangewezen als Speciale Beschermingszone inzake de Vogelrichtlijn alsmede de gebieden die zijn aangemeld als Habitatrichtlijn en inmiddels door de Europese Commissie op een communautaire lijst zijn geplaatst (dus verplichting voor Nederland tot aanwijzen), als Natura 2000 gebieden worden beschouwd. Alle grote wateren van Zuidwest Nederland zijn dus Natura 2000 gebieden.
8. De habitattypen en soorten met betrekking tot de instandhoudingsdoelstellingen moeten formeel nog worden aangewezen maar die aanwijzing heeft betrekking op minimaal de vogelsoorten waarvoor het gebied is aangewezen en de habitats en soorten waarvoor het gebied is aangemeld. Bij de formele aanwijzing als Natura 2000 gebied kan deze lijst worden uitgebreid. Deze aanwijzing heeft nog niet plaatsgevonden, reden waarom in dit rapport alleen de verplichte instandhoudingsdoelstellingen zijn behandeld.

3 Het aanwijzingsbesluit

3.1 Vogelrichtlijn

De Westerschelde is op 24 maart 2000 door de Minister van Landbouw Natuurbeheer en Visserij aangewezen als Speciale Beschermingszone in de zin van artikel 4, eerste en tweede lid van de Vogelrichtlijn. Bij de aanwijzing behoort een toelichtende nota. Deze beschrijft in algemene termen de natuurwetenschappelijke waarden van de Westerschelde.

De Westerschelde kwalificeert zich als Speciale Beschermingszone onder de Vogelrichtlijn vanwege het voorkomen van drempeloverschrijdende aantallen (>1% biogeografische populatie) van Grauwe Gans, Bergeend, Scholekster, Kluut, Bontbekplevier, Zilverplevier, Kanoetstrandloper, Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Tureluur, Grote Stern en Visdief, die het gebied benutten als broedgebied, doortrekgebied, ruigebied en/of overwinteringsgebied.

Onderstreepte soorten zijn soorten die zijn opgenomen in Bijlage I van de Richtlijn. Het gebied kan hierdoor worden aangemerkt als watergebied van internationale betekenis zoals bedoeld in de Conventie van Ramsar.

Het gebied kwalificeert tevens omdat het behoort tot één van de vijf belangrijkste broedgebieden voor Grote Stern en Dwergstern in Nederland.

Andere relevante vogelsoorten
Andere soorten van Bijlage I waarvoor het gebied van betekenis is, zijn Kluut en Zwartkopmeeuw (broedvogels) en Kleine Zilverreiger, Lepelaar, Slechtvalk, Goudplevier (niet-broedvogels). Andere trekkende vogelsoorten waarvoor het gebied van betekenis is als overwinteringsgebied en / of rustplaats: Fuut, Smient, Krakeend, Wilde Eend, Pijlstaart, Slobeend, Middelste Zaagbek, Strandplevier, Zwarte Ruiter, Goenpootruiter, Steenloper. De platen en stranden zijn verder van belang als broedgebied voor Strandplevier en Bontbekplevier (trekvogels opgenomen in de nationale lijst van met uitroeiing bedreigde of speciaal gevaar lopende soorten).

3.2 Habitatrichtlijn

De Westerschelde is in 1998 en 2003 bij de EU aangemeld in het kader van de Habitatrichtlijn. De habitattypen en soorten waarvoor de Westerschelde anno 2003 is aangemeld, worden hieronder aangeven (met vermelding van de Natura 2000-code):

1130 Estuaria,
1310 Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten,
1320 Schorren met slijkgrasvegetatie,
1330 Atlantische schorren met kweldergrasvegetaties,

2110 Embryonale wandelende duinen,
2120 Wandelende duinen op de strandwal met Helm,
2160 Duinen met Duindoorn,
2190 Vochtige duinvalleien

1014 Nauwe Korfslak,
1095 Zeeprik,
1099 Rivierprik,
1103 Fint,
1365 Zeehond,
1903 Groenknolorchis.

De communautaire lijst als bedoeld in artikel 4, tweede lid, van de Habitatrichtlijn is vastgesteld, zodat de bepalingen van artikel 6, tweede, derde en vierde lid, van de Habitatrichtlijn rechtstreeks van toepassing zijn.

4 Beschrijving en analyse van de huidige instandhoudingsdoelstellingen

In dit hoofdstuk wordt naar aanleiding van de beschreven wet- en regelgeving de aangemelde habitats en soorten beschreven. Allereerst worden de habitattypen en soorten beschreven die kunnen worden uitgesloten van beïnvloeding door bagger- en stortactiviteiten, daarna volgt een beschrijving van de huidige situatie van alle relevante habitattypen en soorten die mogelijk door bagger- en stortactiviteiten kunnen worden beïnvloed. Als laatste, volgt een analyse van ecotopenkaarten van de Westerschelde. Zoals eerder is aangegeven wordt in deze studie de huidige status van soorten en habitats, als referentie situatie, beschreven.

4.1 Niet-relevante habitattypen en soorten

Van de bij de EU in het kader van de VHR aangemelde habitattypen en soorten, kunnen de volgende worden uitgesloten voor deze studie:

Habitattypen
2110 Embryonale wandelende duinen
2120 Wandelende duinen op de strandwal met Helm
2160 Duinen met Duindoorn
2190 Vochtige duinvalleien

Soorten
1014 Nauwe Korfslak
1903 Groenknolorchis

Het uitsluiten van deze habitattypen en soorten kan als volgt worden gemotiveerd:

4.1.1 Habitattypen

Duintypen
Langs het Natura 2000 gebied Westerschelde komen relatief weinig duinen en duintypen voor. Bij de meeste "duin"-achtige begroeiingen gaat het om opgespoten terrein, in een enkel geval zoals de Kaloot gaat het om natuurlijke vegetaties.

2110 Embryonale wandelende duinen
Dit habitattype betreft soortenarme pionierduinen (embryonale duinen) op aangroeiende kusten met een doorgaans ijle begroeiing van Biestarwegras (Elymus farctus subsp. boreoatlanticus). Sterke windwerking kan er voor zorgen dat de duintjes slechts een kort leven beschoren is. Het gehele mozaïek van onbegroeide embryonale duintjes, vloedmerkvegetatie en kaal zand, wordt tot dit habitattype gerekend. Dergelijke embryonale duinen komen voor op hoge delen van het strand, doorgaans aan de voet van Helmduinen (type 2120), waarin ze door verdere opstuiving kunnen overgaan. In ecotooptermen gaat het om een aantal hoge delen van Z2.21f: litoraal, hoogdynamisch zand. Dit habitattype bevindt

zich bij de Kaloot, ter hoogte van Breskens en in de Verdronken Zwarte Polder. In hoogdynamische windgedreven habitattype accumuleert alleen grof zand. Het valt niet te verwachten dat fijn materiaal dat afkomstig is van baggerstortingen dit verandert; de wind verwijdert het selectief.

2120 Wandelende duinen op de strandwal met Helm
Het Helmverbond (Ammophilion arenaria) komt voor bij de Kaloot, ter hoogte van Breskens en buiten de Westerschelde bij Nolledijk (Vlissingen) en Cadzand-Bad. Ook dit betreft een hoogdynamisch windgedreven habitattype en de reden dat hier geen negatieve effecten te verwachten zijn is dan ook gelijk aan die bij Habitattype 2110.

2160 Duinen met Duindoorn
Het Duindoornverbond (Berberidion vulgaris) is in het Natura 2000 gebied Westerschelde alleen bekend van de Verdronken Zwarte Polder. Effecten van baggerslib kunnen alleen al worden uitgesloten vanwege de geïsoleerde ligging (zie Box *De Verdronken Zwarte Polder*).

De Verdronken Zwarte Polder

Dit gebied maakt weliswaar deel uit van het Natura 2000 gebied Westerschelde, maar het ligt in feite aan de Noordzeekust (tussen Cadzand en Nieuwvliet). Het is een sluftergebied dat in 1802 ontstond als gevolg van een dijkdoorbraak. Als er al effecten van het storten van baggerslib op duinvegetaties zou optreden is het uiterst onwaarschijnlijk dat dat in de Verdronken Zwarte Polder het geval zou zijn: allereerst is transport van slib vanuit de Westerschelde naar dit gebied al twijfelachtig, maar voor zover hier toch slib belandt wordt dit gemaskeerd door de zeer hoge zwevende stofgehaltes (100-150 mg l^{-1}) die hier van nature al in het kustwater gevonden worden (IDON 2004) en die samenhangen met erosie van de Vlaamse banken. De aanwezigheid van verschillende duintypen in de Verdronken Zwarte Polder illustreert alleen maar dat duinvorming niet wordt beperkt door een hoog slibgehalte in aanpalende wateren.

2190 Vochtige duinvalleien
Dit habitattype telt soorten uit dertien plantensociologische verbonden. In het Natura 2000 gebied Westerschelde komen vochtige duinvalleien voor in de inlaag Hoofdplaat en bij de Rammekensduinen. Duinvalleien liggen door hun aard zodanig geïsoleerd van de Westerschelde dat geen effect van het storten van baggerslib valt te verwachten.

4.1.2 Soorten

1014 Nauwe Korfslak
De Nauwe korfslak (Vertigo angustior) is een landslak met een huisje van nog geen twee mm lang. Door de onopvallende aanwezigheid is de verspreiding van deze soort slecht bekend. Zij wordt met name lang de kust aangetroffen, onder andere in kalkrijke duinvalleien, met name op de overgang van vochtige naar drogere begroeiingen en struwelen. In het Natura 2000 gebied Westerschelde is de soort tot nu toe alleen gevonden in de Verdronken Zwarte Polder aan de Noordzeekust buiten de eigenlijke Westerschelde, niet ver van het Zwin, dat overigens ook is aangemeld voor deze soort. Het is niet waarschijnlijk dat de effecten van het storten van baggerslib zich tot in dit gebied zullen uitstrekken. Een negatief effect op de Nauwe korfslak wordt daarmee uiterst onwaarschijnlijk geacht.

1903 Groenknolorchis
De Goenknolorchis (Liparis loeselii), vroeger ook bekend onder de Nederlandse naam Sturmia, is karakteristiek voor het Knopbiesverbond (Caricion davallianae). Langs de Westerschelde is de soort alleen bekend van een locatie in Zeeuws Vlaanderen ter hoogte van de Hoofdplaat, waar zich enkele tientallen exemplaren bevinden (Odé & Bolier, 2003). Omdat dit een binnendijkse locatie betreft wordt aangenomen dat het storten van baggerslib geen gevolgen heeft voor deze soort.

4.2 Relevante habitattypen

De aangemelde habitattypen, die in het kader van dit project relevant zijn, betreffen:
1130 Estuaria,
1310 Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten,
1320 Schorren met slijkgrasvegetatie,
1330 Atlantische schorren met kweldergrasvegetaties.
In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de huidige situatie van de relevante habitattypen

4.2.1 Habitattype Estuaria

1130 Habitattype Estuaria

Zeeuwse HR gebieden die voor dit habitattype zijn aangemeld:
Westerschelde (NL 9803061)

Definitie
Estuaria bevinden zich waar rivieren in contact komen met zeewater en getijdenwerking ondervinden. Volgens de EU interpretatie beperkt een estuarium zich stroomopwaarts tot het einde van de zoutinvloed en in de breedte/hoogte tot en met de lage slikken die dagelijks overstromen. Een estuarium vormt landschappelijk een geheel met terrestrische habitattypen als schorren en duinen. Een aantal daarvan is eveneens als Natura 2000 habitattype gedefinieerd (zoals 1310, 1320, 1330). Deze worden als zelfstandige habitattypen behandeld. De Westerschelde is niet aangewezen als Natura 2000 gebied voor de habitattypen Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken (EUcode 1110) en Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten (EUcode 1140), maar deze vormen een onderdeel van het habitattype Estuaria. Als zodanig is het habitattype Estuaria 'overkoepelend'.

Abiotische eigenschappen
Dynamiek en overgangen kenmerken estuaria. In de hoogte is er de overstromingsgradiënt, gestuurd door het getij. In de Westerschelde is dit van groot belang; achter in dit estuarium, ter hoogte van Bath, bereikt het getijverschil de hoogste waarde (gemiddeld 4,8 m) van Nederland (Hisgen & Laane 2004). In de lengte is er een zoet-zout gradiënt die samenhangt met aanvoer van zoet water. Deze gradiënt verschuift in de loop van het jaar. In de winter met hoge rivierafvoeren ligt de overgang tussen brak en zout water meer zeewaarts dan in de zomer.

Waar het zoete water in contact komt met zeewater vlokt gesuspendeerd materiaal uit en dit materiaal zinkt naar de bodem. Door dit proces ontstaat in estuaria van nature een troebelheidmaximum. Op de scheiding zoet/zout treedt tevens sterfte van plankton op, wat ook nog een verhoging van detritus tot gevolg heeft. Dit vormt een belangrijke achtergrond waartegen het storten van baggerslib moet worden bezien.

De combinatie van getijden en rivierafvoer (water en zwevend materiaal) bepalen de morfologie, de lokale samenstelling van de bodem (via sedimentatie/erosie), saliniteit, inundatiefrequentie- en duur (gekoppeld aan hoogteligging), doorzicht (gekoppeld aan troebelheid) en het zuurstofgehalte van het water. Ook de temperatuur en wind (golfwerking) zijn hierop van invloed. In de Westerschelde komen daar nog antropogene invloeden bij in de vorm van bedijking, onderhoudsbaggerwerkzaamheden, drempelverlaging en het storten van baggerslib. Door al deze factoren ontstaat een (meer)geulenpatroon (zie § 6.6) en een dynamisch mozaïek van levensgemeenschappen. Sublitoraal (permanent onder water) zijn er geulen al of niet met onderwatervegetaties. Litoraal (bij eb droogvallend) vormt zich een gradiënt van slikken en platen met benthische algenvegetaties en schorren die met hogere planten zijn begroeid.

Slikken en platen, terminologie

Slikken en platen zijn de Zeeuwse tegenhangers van wat in de Waddenzee bekend staat als wadplaten. In alle gevallen gaat het om zandige of slibrijke onbegroeide intergetijde gebieden en veelal worden ze in een adem genoemd zonder nadere definitie. Er bestaat evenwel een verwarrende terminologie ten aanzien van het onderscheid van deze begrippen. Enerzijds wordt het slibgehalte als onderscheid gehanteerd. Slikken hebben dan een slibgehalte van meer dan 10% en platen een lager slibgehalte. Anderen hanteren een definitie aan de hand van de ligging: slikken grenzen daarbij aan land en platen zijn de geïsoleerde gebieden tussen geulen (niet aan land grenzend). In dit rapport wordt de laatste definitie gehanteerd.

Morfologie
De intergetijdegebieden langs beide zijde van het estuarium, dus grenzende aan land, worden slikken genoemd. Vergeleken met de platen (intergetijdegebieden die eilanden worden tijdens laagwater) zijn de slikken vaak slibrijker. Op een aantal plaatsen zijn er schorren naast de slikken, hoger gelegen en begroeide gebieden die alleen tijdens hoogwater bij springtij worden overstroomd. Verre weg de grootste schor is het Land van Saeftinge. Andere schorren langs de Westerschelde zijn Pauline Schor, Schor van Waarde, Schor van Bath en Zuidgors. Voor meer informatie, zie § 4.2.3 en § 4.2.4.

Ecologie
Estuaria worden gerekend tot de meest productieve ecosystemen ter wereld. De basis voor het pelagische en benthische voedselweb (nutriënten en organisch materiaal) is van nature in overvloed aanwezig en wordt aangevoerd zowel vanuit de zee als vanuit de rivier. De producenten in het voedselweb zijn het fytoplankton in de waterkolom, de bodemalgen op de bodem en hogere planten op de schorren. Deze plantaardige productie wordt benut door zoöplankton, bodemdieren en grazers op het schor zoals de Grauwe gans. De eerste twee ('secundaire productie') vormen het voedsel voor predatoren, zoals vissen en vogels.

Waterkolom

In de waterkolom vormt fytoplankton de basis van het voedselweb. De ontwikkeling van fytoplankton wordt bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten en licht veelal. Gezien de troebelheid van het water in de Westerschelde is licht de beperkende factor. Zoöplankton is een belangrijke schakel in de waterkolom: het is zowel begrazer van fytoplankton als voedselbron voor hogere trofische niveaus. Het zoöplankton moet het fytoplankton en ander geschikt materiaal selecteren uit het overige zwevend materiaal.

Bodem

Op de bodem is het benthos een belangrijke schakel in de estuariene voedselketen. Het omvat alle organismen die in of op de bodem leven. Het grootste deel van het bodemleven concentreert zich in een dun laagje aan het sedimentoppervlak. Het microfytobenthos (microscopisch kleine ééncellige bodemalgen die op en in de bodem groeien) vormt een rijke bron van vers koolstof aan het oppervlak van getijdenplaten. Hier concentreren zich microalgen en bacteriën en ook de organismen die zich met deze microflora en –fauna voeden. Het macrozoöbenthos speelt een belangrijke rol als schakel tussen primaire productie en hogere trofische niveaus zoals garnalen, vissen en vogels. De grootste dichtheid en diversiteit aan bodemdieren wordt gevonden in slibrijke sedimenten. Dieper in de geul zijn weinig soorten bestand tegen hogere stroomsnelheden. Het voorkomen van voldoende laagdynamische slikken en onderwaterbodems in een estuarium bepaalt dan ook in sterke mate de draagkracht voor vissen en vogels.

In het Schelde-estuarium wordt een viertal benthosgemeenschappen onderscheiden (Ysebaert & Meire 1991), twee zandige (1 en 2) en twee slibrijke (3 en 4).

1. Levensgemeenschap geassocieerd met zeer zandige sedimenten met een zeer laag slibgehalte.
   kenmerk: in het algemeen mobiele polychaeten (borstelwormen).
   De belangrijkste soorten zijn de wormen Nephtys cirrosa, Magelona papillicornis, Spio sp., Scolelepis squamata en Nephtys longosetosa. Kreeftachtigen zijn minder algemeen (Mysidacea) in deze gemeenschap en weekdieren komen nagenoeg niet voor. Het is een relatief soortenarme levensgemeenschap met een lage gemiddelde dichtheid en biomassa. Deze levensgemeenschap treft men vooral aan in de mariene en mariene overgangszone en is typisch voor de diepe sublitorale zone.
2. Levensgemeenschap geassocieerd met een zandige, goed gesorteerde bodem met een laag slibgehalte.
   kenmerk: mobiele amphipode Bathyporeia spec.
   De armste monsterpunten van deze gemeenschap bestaan enkel uit epibentische soorten behorend tot de Mysidacea. Andere typische soorten voor deze levensgemeenschap zijn Haustorius arenarius en Eurydice pulchra. Polychaeten zijn zeldzaam en weekdieren zeer zeldzaam. Dit is een zeer soortenarme levensgemeenschap en zowel de gemiddelde dichtheid als biomassa zijn zeer laag. Deze levensgemeenschap komt in de gehele Westerschele voor en is de meest voorkomende in het sublitoraal. In de litorale zone komt zij slechts in beperkte mate voor. Het optimum ligt in de brakke zone ter hoogte van het Valkenisse.
3. Levensgemeenschap geassocieerd met fijne sedimenten met een relatief hoog slibgehalte.
   kenmerk: sessiele polychaeten en Mollusca.

De belangrijkste soorten zijn de polychaeten Pygospio elegans, Heteromastus filiformis, Aphelochaeta marioni, Nephtys hombergii, Eteone longa en de bivalven Macoma balthica en Cerastoderma edule. Het is een soortenrijke levensgemeenschap met een hoge gemiddelde dichtheid en biomassa. Deze levensgemeenschap wordt met name gevonden in de mariene en mariene overgangszone en is het meest voorkomend in het litoraal. In het sublitoraal komt hij voor op ondiepe plaatsen grenzend aan platen (Hooge Platen) en slikken.

4. Levensgemeenschap geassocieerd met fijn, slibrijk en slecht gesorteerd sediment.
   kenmerk: sessiele polychaeten en Kreeftachtigen.
   De belangrijkste soorten zijn de polychaeten Heteromastus filiformis, Nereis diversicolor, Pygospio elegans en Capitella capitata en slijkgarnalen van het geslacht Corophium. Het enige weekdier van belang is het Nonnetje (Macoma balthica). Het is een relatief soortenrijke levensgemeenschap met een hoge gemiddelde dichtheid en relatief hoge biomassa. Deze levensgemeenschap komt vooral voor in de brakke zone en het meest in het litoraal, maar wordt ook in de sublitorale zone aangetroffen.

Garnalen en vissen

Het beschutte karakter, grote variatie aan habitattypen, verminderde predatiedruk en hoge voedselconcentratie (pelagisch en benthisch) maken estuaria tot een aantrekkelijke kraam- en kinderkamer voor garnalen en diverse mariene vissoorten zoals tong en zeebaars. Zo dragen estuaria bij tot de rekrutering van jonge vis en uiteindelijk commerciële visstocks op zee. Vooral het mesohaliene gebied, het deel tussen Hansweert en de Belgisch-Nederlandse grens, herbergt hoge dichtheden aan bodemvissen en garnalen. Dit hangt samen met de grote hoeveelheden detritus in deze zone dat wordt gegeten door het hyperbenthos, met name Mysideae (aasgarnalen). Bijna alle estuariene vis predeert op deze groep zodat hoge dichtheden worden aangetroffen.

Vissoorten in estuaria kunnen in een vijftal 'ecologische gilden' worden ingedeeld (Jager et al. 2004). Van zoet naar zout domineren achtereenvolgens: zoetwatersoorten (e.g. Blankvoorn, Brasem), estuariene residenten (e.g. Brakwatergrondel en Puitaal), mariene juvenielen (e.g. Tong en Schol) en mariene gasten. Daarnaast zijn er de diadrome vissoorten die een groot deel van of het gehele estuarium gebruiken als doortrekroute. Daarbij kan een onderscheid worden gemaakt tussen katadrome soorten die paaien op zee (Aal) en anadrome soorten die voor de voortplanting richting het zoete water trekken. Voorbeelden van de laatste groep zijn Bot, Spiering, Fint, Driedoornige stekelbaars en Rivierprik. Naast een goede waterkwaliteit is de aanwezigheid van voldoende beschutte, luwe litorale en ondiep sublitorale gebieden met voldoende aanbod van gevarieerde prooiorganismen essentieel voor de ontwikkeling van het visbestand. Vissen zijn op hun beurt prooidieren voor vogels en zeezoogdieren.

Vogels

Ook vogels, vooral steltlopers en eendachtigen, maken gebruik van deze hoge voedselrijkdom. Estuaria zijn dan ook van vitaal belang in één of meerdere stadia van hun levenscyclus. Getijdengebieden zijn van grote waarde als voedsel-, broed- en rustgebied. De soortensamenstelling van de watervogels verandert van zoet naar zout: de zoete zone wordt gedomineerd door verschillende soorten eenden terwijl steltlopers kenmerkend zijn voor het mariene deel. Naast deze gradiënt van zoet naar zout is er ook het seizoenaspect: er zijn broedvogels, doortrekkers en wintergasten. Doortrekkers en wintergasten benutten het voedselaanbod in estuaria en gebruiken ze ook als rustplaats. Steltlopers die de Oost-

Atlantische trekroute gebruiken broeden in het noordelijke gebied (van Canada tot Centraal-Siberië) en overwinteren tussen West-Europa en West-Afrika. Voor sommige soorten liggen de broed- en overwinteringsgebieden meer dan 10.000 km uit elkaar en zijn gebieden als de Westerschelde van cruciaal belang om onderweg in korte tijd vetreserves aan te leggen teneinde de overwinterings- of broedgebieden te bereiken. Voor overwinteraars is een vetreserve noodzakelijk om periodes met ongunstige weersomstandigheden door te komen. Het belang van een estuarium wordt dus niet alleen bepaald door het maximum aantal waargenomen vogels, maar ook door de aantallen die achtereenvolgens komen 'bijtanken' en in korte tijd grote hoeveelheden voedsel opnemen.

De broedende sterns en deels de meeuwen zijn afhankelijk van vis en garnalen die in de zomer tot ver oost het bekken optrekken.

Zoogdieren
Twee soorten zeezoogdieren zijn relevant voor de Westerschelde, de Gewone zeehond (*Phoca vitulina*) en de Bruinvis (*Phocoena phocoena*) (Meininger et al. 2003). Daarnaast wordt de laatste jaren de Grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) ook geregeld waargenomen.

Gewone zeehond
Rond 1900 kwamen nog ongeveer 1000 gewone zeehonden voor, maar in de jaren 80 van de vorige eeuw verdween de soort nagenoeg uit de Westerschelde. Vanaf de jaren 90 is herstel opgetreden en tegenwoordig bedraagt het aantal ca. 50 exemplaren. Favoriete ligplaatsen bevinden zich op de platen van Valkenisse, waar sinds 1994 ook jongen worden geworpen. De Gewone zeehond maakt tijdens laagwater vooral gebruik van zandplaten die grenzen aan diep water. (meer details: soortbeschrijving)

Bruinvis
De Bruinvis komt tegenwoordig sporadisch voor maar het aantal waarnemingen neemt sinds 1994 wel toe. In de Westerschelde komen de meeste waarnemingen uit de monding.

4.2.2 Habitattype éénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten

1310 Habitattype: éénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten

Beschrijving
Dit habitattype omvat pionierbegroeiingen van periodiek door zout water geïnundeerde slikken en zandvlakten aan de kust en in estuarien gebied. Het omvat twee verbonden van pioniergemeenschappen die veelal in eenzelfde gebied voorkomen maar een sterk verschillende ecologie kennen.

Ecologie
Het ene verbond is het Zeekraal-verbond (Thero-Salicornion) en komt voor op hooggelegen slikken, lage schorren en kwelders, langs kreken, op zilte strandvlaktes en in inlagen. Typische soorten van dit relatief soortenarme verbond zijn Langarige zeekraal (*Salicornia procumbens*), Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*) en Schorrenkruid (*Suaeda maritima*) (Schaminée et al. 1998).

Het andere verbond van Zeevetmuur (Saginion maritimae) komt voor op strandvlaktes en in de overgangszone tussen kwelders en duinen op plaatsen die nog net door de hoogste waterstanden bereikt worden. Kenmerkende soorten van dit verbond zijn o.a. Deens lepelblad (*Cochlearia danica*), Zeevetmuur (*Sagina maritima*), Dunstaart (*Parapholis strigosa*), Hertshoornweegbree (*Plantago coronopus*), Zilt kleimos (*Pottia heimii*), Laksteeltje (*Desmazeria maritima*), Strandduizendguldenkruid (*Centaurium littorale*) (Schaminée et al. 1998). Dit habitattype komt wijd verspreid voor langs de Europese kusten, echter in kleine oppervlakten. De oppervlakte van dit habitattype in Nederland is daarom van relatief groot belang. Het wordt aangetroffen in alle luwe kustzones van de Zeeuwse Delta.

Locaties en ontwikkeling in de Westerschelde

Hieronder is een overzicht van vegetatieopnames, waarnemingen en schattingen van na 1975. Kaartjes in Tombeur et al. (2005). Dit habitattype neemt in de Westerschelde slechts 1.8 % van het schoroppervlak in.

Het *Thero-Salicornion* verbond is niet zeldzaam in Nederland maar de associatie van Langarige zeekraal vertoont wel een dalende trend (Weeda et al. 2003). De afname van Salicorniagemeenschappen is voor een deel terug te voeren op de toename van Engels slijkgras (*Spartina townsendii*).

- Associatie van Langarige zeekraal (*Salicornietum dolichostachyae*):
  Rammekenshoek, het schor bij Hoofdplaat, Paulinaschor, Baalhoek, het schor bij Bath, Verdronken Land van Saeftinghe, Sieperdaschor en ten westen van Ellewoutsdijk
- Associatie van Kortarige zeekraal (*Salicornietum brachystachyae*):
  Sieperdaschor, Paulinaschor, Rammekenshoek, de Kaloot en ten westen van Ellewoutsdijk
- Schorrenkruid-associatie (*Suaedetum maritieme*):
  Baalhoek, op het Schor van Baarland, de Zuidgors.

Het *Saginion* maritieme verbond is vrij zeldzaam in Nederland maar is tussen 1975 en 1999 ongeveer gelijk gebleven. Een relatief grote oppervlakte wordt aangetroffen in de Grevelingen op drooggevallen, voormalige zandplaten. De associatie van Strandduizendguldenkruid en Krielparnassia is niet zeldzaam en gaat na 1975 zelfs vooruit.

- Associatie van Zeevetmuur en Deens Lepelblad (*Sagino maritimae-Cochlearietum danicae*):
  In de Westerschelde alleen in de omgeving van Breskens.

4.2.3 Habitattype Schorren met slijkgrasvegetatie

1320 Habitattype: Schorren met slijkgrasvegetatie (Spartinon martimae)

Beschrijving
Dit habitattype omvat pionierbegroeiingen van periodiek met zout water overspoelde slikken waarin Slijkgrassen (*Spartina*) domineren. Slijkgrasgemeenschappen komen meestal voor in open, polvormige structuren, maar kunnen ook aaneengesloten vlakten vormen.

Ecologie
In Nederland is de kenmerkende, inheemse soort Klein slijkgras (*Spartina maritima*) vrijwel verdwenen. De soort kwam vroeger voor in het estuariene gebied maar is daar verdwenen dan wel verdrongen door Engels slijkgras (*Spartina townsendii*). Deze laatste is ontstaan uit een kruising van Klein zeegras met de exoot Spartina alterniflora uit Noord-Amerika. Engels slijkgras is in de jaren 1930 op veel plaatsen in Europa aangeplant om erosie van slikplaten te voorkomen. De soort heeft zich vervolgens enorm uitgebreid ten koste van andere zoutplanten, waaronder Klein slijkgras, wat haar de bijnaam 'slikpest' opleverde. Als gevolg van deze verdringing van de oorspronkelijke soort komt het habitattype alleen nog voor in sterk gedegradeerde vorm (dus met Engels slijkgras in plaats van Klein slijkgras). Het type wordt in ons land aangetroffen op slibrijke platen in de kustzone van de Waddenzee en (vooral) het Deltagebied.

Schaminée et al. (1998) onderscheiden binnen het slijkgrasverbond (*Spartinion*) twee associaties, namelijk de associatie van Klein slijkgras (*Spartinetum maritimae*) en de associatie van Engels slijkgras (*Spartinetum townsendii*). Door het invasieve karakter van het tweede lijkt het eerste ten dode opgeschreven. Klein slijkgras groeit in een smalle gordel net onder de gemiddelde hoogwaterlijn (20- 30 cm). Engels slijkgras vormt vegetaties in bredere zone van 1 m onder gemiddeld hoogwater tot 15 cm erboven waardoor ook de associatie van Langarige zeekraal (*Salicornietum dolichostachyae*) verdrongen wordt.

Locaties en ontwikkeling langs de Westerschelde
Slijkgrasvegetaties kennen lang de Westerschelde een algemene, maar versnipperde verspreiding. Langs de noordoever wordt meer slijkgras gevonden dan langs de zuidoever. Het Spartinetum townsendi is niet zeldzaam in Nederland (Weeda et al. 2003) en kent zelfs een positieve trend. Het *Spartinetum maritimae* is verdwenen uit Nederland.

4.2.4 Habitattype Atlantische schorren met kweldergrasvegetaties

1330 Habitattype: Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

Beschrijving
Het habitattype Atlantische schorren omvat in dit kader buitendijkse graslanden die met regelmaat door zeewater overspoeld worden. Natuurlijke schorren vertonen een patroon van steeds fijner vertakkende kreken en prielen, die worden geflankeerd door hoge oeverwallen met daarachter lager gelegen kommen. Door de grote variatie en oppervlakte van de schorren draagt Nederland een bijzondere internationale verantwoordelijkheid voor dit habitattype.

Ecologie
De orde *Glauco-Puccinellietalia maritimae* waartoe deze zilte graslanden worden gerekend, is onderverdeeld in drie verbonden:

- het *Puccinellion* maritieme op de lage delen van het schor
- het *Armerion maritimae* van de hogere schordelen en
- het *Puccinellio-Spergularion salinae*, op strandvlakten en delen van schorren die tijdelijk hoge zoutconcentraties bevatten, bijvoorbeeld als gevolg van bodemverdichting door betreding.

De eerste twee komen gezoneerd voor, het derde vaak in mozaïek met de beide andere. Kenmerkende soorten zijn Lamsoor (*Limonium vulgare*), Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*), Zulte (*Aster tripolium*), Gewone zoutmelde (*Atriplex portulacoides*), Zeealsem (*Seriphidium maritimum*) en Strandkweek (*Elytrigia atherica*).

De schorren vormen een belangrijk broed- en rustgebied voor steltlopers, meeuwen en sterns en een belangrijk voedselgebied voor diverse ganzen- en eendensoorten. Ook zijn er insecten die gespecialiseerd zijn op planten uit deze zoute gebieden, zoals de Schorviltbij (*Epeolus tarsalis* subsp. *rozenburgensis*) een ondersoort die alleen bekend is uit het Zeeuwse Deltagebied.

Beweiding heeft een grote invloed op de samenstelling van de vegetatie. Het leidt tot de ontwikkeling van een gesloten mat van grassen, waarin soorten als Gewoon kweldergras, Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Fioringras (*Agrostis stolonifera*) domineren. De lage, beweide grasmat vermindert tevens de opslibbing van het schor, doordat er minder zand en klei achterblijft in de begroeiing. Hierdoor zijn de oeverwallen en kommen vaak minder goed ontwikkeld dan op een onbeweid schor.

Locaties en ontwikkeling langs de Westerschelde

In het Deltagebied komen Atlantische schorren grootschalig en in een goed ontwikkelde vorm voor. De meest uitgestrekte schorren liggen langs de Oosterschelde en Westerschelde. Atlantische schorren nemen 83.2% van het schoroppervlak langs de Westerschelde voor hun rekening. Hier ligt bijna 2300 ha hooggelegen schor, waarvan ~250 ha beweid schor en 80 ha rietschor. De rest behoort tot de orde *Glauco-Puccinellietalia* maritimae. Het *Puccinellion maritimae* beslaat ruim 600 ha, het *Armerion maritimae* bijna 850 ha. Het overige oppervlak wordt ingenomen door rompgemeenschappen, vooral *Scirpus maritimus* (bijna 600 ha).

De verhouding tussen de verschillende types wijst erop dat de successie van het schor op de meeste plaatsen vrij ver gevorderd is. Dit blijkt ook uit het oppervlak hooggelegen schor, dat meer dan het tien maal het oppervlak laaggelegen schor (habitattype 1320) bedraagt en in totaal 85 % van het oppervlak aan slik en schor bedekt. Ook de monitoring van sedimentatie (MOVE rapportage) op de schorren geeft aan dat de wijze van aanslibbing typisch is voor een vergevorderd schortype.

Ruimtelijk is het habitattype zeer heterogeen verspreid over het estuarium. Het Verdronken Land van Saeftinghe in het oostelijke, brakke, deel van het estuarium vertegenwoordigt meer dan 95 % van het schoroppervlak.

Door de zout-brak gradiënt over het estuarium zijn er belangrijke vegetatieverschillen tussen west en oost. De associatie Halimionetum portulacoidis komt vooral in het westen voor, met Paulinaschor en Zuidgors als belangrijke groeiplaatsen. Van de associatie Plantagini-Limonietum zijn na 1975 nog opnames gemaakt aan Zuidgors, doch volgens de meest recente kartering is ze nu beperkt tot het Zwin. De verspreiding van de voornaamste vegetatietypes van de Atlantische schorren is weergegeven in Tabel 1.

Bijzondere varianten worden gevormd door slufters zoals de Verdronken Zwarte Polder bij Nieuwvliet en inlagen.

Tabel 1 Verspreiding van de voornaamste vegetatietypes van de slikken en schorren

	WEST										MIDDEN			OOST						
Habitattype Syntaxon	Zwin	Verdronken Zwarte Polder	Sloehaven	Kaloot	Hooge Platen	Hooge Springer	Hoofdplaat	Paulinapolder	Zuidgors	Schor bij Baarland	Biezelingsche Ham	Hellegatspolder	Knuitershoek	Schor bij Waarde	Schor bij Bath	Appeltzak	Baalhoek	Platen van Valkenisse	Saeftinghe	Sieperdasschor
1310	X	X	X	X	X		X	X	X			X		X	X			X	X	X
Sagino maritimae-Cochlerietum danicae juncetosum		X																		
Sagino maritimae-Cochlerietum danicae sedetosum	X	X																		
Thero-Salicornion	X	X	X	X	X		X	X	X			X		X	X			X	X	X
1320	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
Spartinion	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
1330	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X
Armerio-Festucetum	X		X	X			X	X	X	X		X		X	X				X	X
Artemisietum maritimae	X							X				X								
Atriplici-elytrigietum pungentis	X	X	X	X			X	X	X	X		X		X	X	X			X	X
Halimionetum portulacoides	X	X	X				X	X	X	X		X		X						
Juncetum gerardii	X	X		X					X										X	X
Plantagini-Limonietum	X																			
Puccinellietum maritimae	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X		X	X				X	X
RG Agrostis stolonifera-Glaux maritimus-[Asteretea tripolii]	X	X	X																X	X
RG Aster tripolium-[Puccinellion maritimae]	X			X				X							X			X	X	X
RG Juncus maritimus-[Armerion maritimae]		X																		
RG Scirpus maritimus-[Asteretea tripolii]		X	X	X					X			X		X	X	X			X	X
RG Spergularia maritima-[Puccinellion maritimae]		X																		
RG Spergularia salina-[Puccinellio-Spegularion salinae]		X																		
RG Triglochin maritima-[Asteretea tripolii]								X			X			X	X				X	

4.3 Relevante soorten

De aangemelde soorten die in het kader van dit project relevant zijn, i.e. mogelijk beïnvloed kunnen worden door bagger- en stortwerkzaamheden, worden in de volgende paragrafen beschreven.

4.3.1 Vissen

Deze paragraaf is een samenvatting van de in de Bijlage C vermelde gegevens en legt de nadruk op die delen van de ecologische beschrijving die voor het project relevant zijn.

Zeeprik (*Petromyzon marinus*)
De Zeeprik (*Petromyzon marinus*) behoort tot de Rondbekken en is een anadrome trekvis met een vergelijkbare levenscyclus als de Rivierprik. Na een parasitaire levensfase van anderhalf tot tweeënhalf jaar op zee, waarbij de soort zich verder op zee begeeft dan de Rivierprik, vindt van februari tot juni een migratie naar de rivieren plaats met een piek in april/mei. De Zeeprik paait in de midden- en bovenloop van rivier, vervolgens sterven de meeste ouderdieren. De larven leiden zeker drie, mogelijk tot acht jaar, een ingegraven levenswijze en filteren voedseldeeltjes uit het water. Daarna maakt de soort een metamorfose door en trekt weer naar zee. Volwassen prikken parasiteren door bloed te zuigen en stukjes vlees te eten van onder andere Fint, Haring, Zalm en Kabeljauw. Tijdens de stroomopwaartse migratie wordt niet gegeten.

De Zeeprik paait niet binnen de Nederlandse grenzen en gebruikt de Westerschelde alleen als doortrekgebied. De soort kan dus overal in het gebied worden aangetroffen, zij het sporadisch, maar frequenter in het westelijk deel, waar de zuurstofhuishouding beter is en waar wellicht ook meer individuen het volwassen stadium doorbrengen.

Door habitatachteruitgang is het aantal waargenomen zeeprikken in Nederland in de laatste zestig jaar met een factor tien tot honderd afgenomen, maar sinds het midden van de jaren 1980 neemt het aantal vangsten in de benedenrivieren weer licht toe en inmiddels is de soort is niet meer bedreigd. Wel is het lastig om de populatiegrootte in te schatten.

De Zeeprik is nooit algemeen geweest in de bovenloop van de Schelde. Geschikte paaigronden zijn er wellicht nooit geweest. Sinds de jaren 1920 is de soort er door kanalisatie, watervervuiling en biotoopvernietiging verdwenen. Als de Zeeprik in het voorjaar en vroege zomer de rivieren optrekt heerst er in de Schelde al een grote zuurstofdeficiëntie. Daardoor wordt zij voorbij de grens nauwelijks gevangen, maar heel recent is de Zeeprik toch gesignaleerd in de Beneden-Zeeschelde. De Rivierprik trekt de rivier op in de herfst en winter, wanneer zuurstof veel minder limiterend is, en wordt dan ook veel meer gevangen.

Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*)
De Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) behoort tot de rondbekken is een anadrome soort met een vergelijkbare levenscyclus als de Zeeprik.

Na een parasitaire levensfase van anderhalf jaar op zee, vooral in ondiepe kustwateren en estuaria (Cl <12 g/l), vindt vanaf de late zomer tot in het voorjaar een stroomopwaartse

migratie naar de rivieren plaats, vooral 's nachts en tijdens springtij. De Rivierprik paait in de midden- en bovenloop van rivieren en binnen een week sterven vrijwel alle ouderdieren. De larven verblijven gedurende zeker drie jaar in de rivieren en aangetakte wateren waar ze een ingegraven levenswijze kennen. De metamorfose vindt plaats in juli-augustus bij een lengte van zo'n 10 cm. Daarna trekt de Rivierprik naar zee.

De larven filteren voedseldeeltjes uit het water. Volwassen prikken parasiteren door bloed te zuigen en stukjes vlees te eten van Haring, Sprot, kabeljauwachtigen, Makreel, Zalm en Bot. Tijdens de stroomopwaartse migratie wordt niet gegeten.

De Rivierprik gebruikt de Westerschelde vooral als doortrekroute naar de paaigebieden hogerop de rivier en kan dus in het hele gebied aangetroffen worden. Een recente toename van vangsten in de bovenloop van de Schelde indiceert dat de Westerschelde goed functioneert als doortrekgebied. In het westelijk deel leeft wellicht ook een deel van de volwassen populatie.

De Rivierprik was voor 1945 zeer algemeen in de Westerschelde. Na 1970 is de soort sterk afgenomen maar is nooit echt weggeweest. Sinds 1987 neemt het aantal waarnemingen van doortrekkende exemplaren weer toe. Tegenwoordig worden tijdens de trek weer honderden exemplaren geteld en in de paaigebieden zijn tientallen jonge of paairijpe exemplaren waargenomen. De Rivierprik vormt tegenwoordig een belangrijk aandeel van de visgemeenschap in de bovenloop van het Schelde-estuarium, hetgeen erop wijst dat de omstandigheden om door de Westerschelde te trekken ook goed moeten zijn.

Fint (*Alosa fallax*)

De Fint (*Alosa fallax*) behoort tot de haringachtigen (*Clupeidae*) en is een anadrome soort. De Fint trekt in april/mei vanuit zee de rivier op om te paaien. Op de paaiplaatsen is het effect van het getij nog merkbaar, maar het water vrijwel zoet. Ook het opgroeigebied van jonge finten ligt in het zoetwatergetijdengebied. Zodra de temperatuur onder de 19° zakt, soms al eerder, trekt de Fint weer richting zee. De trek komt in oktober-november tot stilstand in het brakke deel van het stroomgebied. Tijdens opkomend water zoeken de jonge vissen hun voedsel relatief hoog in de waterkolom, maar bij eb - wanneer de stroomsnelheid hoger is - blijven ze dicht bij de bodem, zodat ze niet naar zee worden gespoeld. Naarmate de vis groter wordt, trekt zij geleidelijk verder de zee op. De Fint volbrengt in haar leven meerdere paaitrekken.

Jonge Fint eet grof plankton zoals copepoden en mysiden. Oudere Fint voedt zich tevens met vislarven (Haring, Sprot en grondels) en Euphausiide garnalen. In brak water vond men ook slijkgarnalen (*Corophium*) in de maag, hetgeen wijst op foerageren bij de bodem. Volwassen Fint blijft eten tijdens de paaitrek.

De Fint is in de jaren dertig van de 20e eeuw uit de Schelde verdwenen maar sinds de jaren negentig worden er wel weer Finten in de Westerschelde gevangen, tot Antwerpen. Eenjarige Fint die sinds 2003 in de Schelde gevangen wordt is afkomstig van paaiplaatsen in de Thames. De Fint wordt van mei tot september in de Westerschelde aangetroffen, meer in het westelijk dan in het oostelijk deel van het gebied. Hogerop de Schelde zijn de zuurstofconcentraties te laag en de paaiplaatsen niet bereikbaar.

Blokkades in de vorm van dammen en stuwen maken een goed herstel onmogelijk. Mogelijk spelen ook het wegvallen van getijdenwerking, verhoogde turbiditeit en overbevissing een rol. Indien deze belemmeringen worden weggenomen is herstel denkbaar.

4.3.2 Vogels

Deze paragraaf is een samenvatting van de in de Bijlage B (zie ook de bijgevoegde CD-rom) vermelde gegevens en legt de nadruk op die delen van de ecologische beschrijving die voor het project relevant zijn. Dit impliceert dat per vogelsoort de samenvatting sterk kan verschillen. Bovendien zijn in dit hoofdstuk enkele hypothesen opgenomen die de waargenomen fenomenen kunnen verklaren.

4.3.2.1 Niet-broedvogels

Grauwe Gans
De Grauwe Gans is planteneter die vooral in het oosten (Verdronken Land van Saeftinge) overwintert. De soort is sterk toenemend. Dit is vermoedelijk het gevolg van het ophogen en verzoeten van het Verdronken land van Saeftinge en een verloren gaan van habitat in zuid Spanje. De randvoorwaarde voor significantie (oftewel de grens waarbij een bagger- en stortactiviteit daadwerkelijk negatief effect heeft) wordt bepaald door de voedselbeschikbaarheid van Saeftinge en omstreken. Rust is een belangrijke voorwaarde. In het kader van dit project is van belang dat Saeftinge niet in belangrijke mate zal worden opgehoogd, waardoor het minder geschikt wordt voor biezen, m.n. Zeebies.

Bergeend
Het belang voor de Bergeend is vooral de geschiktheid als ruigebied. De soort is toenemend, maar de oorzaken zijn onbekend. Hoge aantallen worden bereikt van mei-september. Bij het maximaal voorkomen is de verdeling van de aantallen globaal 5000 individuen in west, 4000 individuen in centraal en 3000 individuen in oost. Het hoofdvoedsel is *Hydrobia ulvae* in mariene delen en diatomeen in brakke delen. Foerageert vooral op de hogere delen van het getijdengebied met lage stroomsnelheden.

Scholekster
De Scholekster is het gehele jaar in belangrijke aantallen aanwezig. De soort neemt recent sterk af. Er zijn concrete aanwijzingen dat de draagkracht voor deze soort is verminderd, waarbij ook de kokkelvisserij een rol speelt (Rappolt & Ens 2005). Het belangrijkste voedsel in de Westerschelde is de Cerastoderma edulis (kokkel). De Scholekster komt vooral in het westen voor, maar recent ook in het centrale deel. De verspreiding reflecteert de verspreiding van de kokkel. Een significante afname van de Scholekster door dit project zou optreden wanneer de kokkelpopulatie wordt aangetast, dit kan zijn door oppervlakteverlies of door visserij.

Kluut
De Kluut eet vooral wormen, met name de zager *Nereis diversicolor*. De soort is toenemend. De belangrijkste aantallen komen voor in het centrale en oostelijk gebied. Het niveau van significantie wordt bereikt wanneer de populatie van Nereis ernstig wordt aangetast.

Bontbekplevier
De Bontbekplevier is een wormeneter waarvan de aantallen stabiel zijn. Deze soort is flexibel in het terreingebruik en gebruikt met name ook de laaggelegen delen.

Zilverplevier
De Zilverplevier vertoont een aantalsverloop met een najaars- en voorjaarstrekpiek, maar ook belangrijke aantallen overwinterend. Het aantalsverloop in de winter is afnemend, gedurende de trekpieken is het min of meer stabiel. In de winter is het westelijk deel en in mindere mate het centrale deel van belang. Significantie wordt bereikt wanneer het leefgebied van de belangrijkste prooidieren, t.w. *Nereis* en *Corophium* wordt aangetast.

Kanoetstrandloper
De aantallen van de Kanoetstrandloper vertonen een afnemende tendens. Vooral de overwinterende populatie is rond 2000 ingestort. Deze soort eet ook schelpdieren maar dan de kleine soorten of jonge exemplaren. De ontwikkelingen in de aantallen geven aanleiding tot de hypothese dat de voedselvoorraad in de winter uitgeput raakt.

Drieteenstrandloper
De Drieteenstrandloper neemt sterk toe. Deze soort is gespecialiseerd op de prooien die leven in meer zandige biotopen. Dit biotooptype lijkt zich sterk uit te breiden.

Bonte Strandloper
De aantallen van de Bonte Strandloper zijn stabiel. Uit de verspreiding blijkt dat de soort bij lage totaalaantallen vooral in de zone west voorkomt, maar zich bij grotere aantallen over het bekken verspreidt.

Rosse Grutto
De Rosse Grutto vertoont een aantalsverloop met een najaars- en voorjaarstrekpiek, maar ook belangrijke aantallen overwinterend. Het aantalsverloop in de winter en tijdens de trekpieken is stabiel. Het grootste deel van de populatie verblijft in het westen, een klein deel centraal. Het voedsel beslaat een wijd scala aan soorten namelijk verschillende wormen, maar ook schelpdieren. Significantie wordt bereikt wanneer het leefgebied van de belangrijkste prooidieren, t.w. *Nereis* en *Corophium* wordt aangetast.

Wulp
De Wulp vertoont een stabiel voorkomen, waarbij de aantallen hoog zijn in de nazomer en langzaam gedurende het seizoen afnemen. De verdeling over de zones is vrijwel gelijk.
De aantallen van de Tureluur nemen toe, maar dit is vrijwel uitsluitend het geval in de maand juli in de zones centraal en oost.

Hieronder zijn in Tabel 2 de belangrijkste gegevens van de beschreven niet-broedvogels samengevat.

Tabel 2 Overzicht van de organismen die van belang zijn als voedsel voor niet-broedvogels.

In kolom 'Trend' is een interpretatie gegeven van de huidige trends in aantallen (zie CD-rom), waarbij ++ een sterke toename is, O een stabiel voorkomen en -- een sterke afname.

In de kolommen 'Voorkomen' is een globale procentuele verdeling gegeven van de aantallen in de tijd dat de soort algemeen is over de sectoren west, centraal en oost.

In de kolommen 'Voedsel' is, generaliserend en relatief, de voedselkeuze van de soorten aangegeven.

		Voorkomen			Voedsel						
Litoraal		**west**	**centraal**	**oost**	**planten**	**grote schelpdieren**	**kleine schelpdieren**	**grote wormen**	**kleine wormen**	**grote crustacea**	**kleine crustacea**
Westerschelde	**Trend**										
Grauwe Gans	++			100	XXX						
Bergeend	++	45	35	20	X		XXX				
Scholekster	--	70	25	5		XXX		X			
Kluut	+	15	50	35				XXX			
Bontbekplevier	O	70	15	15				XX	XX		XX
Zilverplevier	O	65	30	5				XX			X
Kanoet	-	80	20				XXX				
Drieteenstrandloper	++	20	80						XXX		
Bonte Strandloper	O	35	50	15			X		XX		X
Rosse Grutto	O	60	30	10		X		XX			
Wulp	O	35	35	30		X		X		XX	
Tureluur	O	50	30	20				XX	XX		X

4.3.2.2 Broedvogels

Voor het project relevant is slechts de ecologische eisen die de soorten aan hun foerageergebieden stellen en de afstand tussen deze foerageergebieden en de geschikte broedgebieden. Extra troebelheid is voor deze soorten alleen relevant in de zomer.

Grote Stern

De Grote Stern is een echte voedselspecialist en eet voornamelijk haringachtigen (Sprot, Zandspiering). Deze soorten zijn alleen vangbaar wanneer het water voldoende helder is. Gezien de ecologie van de prooien blijft het belangrijkste voedselgebied toch op zee of de riviermonding liggen. Significantie wordt bereikt wanneer de vertroebeling een invloed heeft op het mondingsgebied buiten de Vlakte van de Raan tot de Oosterscheldemonding.

Visdief
De voedselsituatie voor de Visdief is minder duidelijk. Het voedsel bestaat uit kleine aan de oppervlakte levende vissen en garnalen. De correlatie met de troebelheid van het water is onduidelijk. Wanneer het water te troebel is neemt de Visdief de soort niet waar. Wanneer het water te helder is, nemen de vissen de Visdief waar. Optimaal is een doorzicht van enkele decimeters. Significantie wordt bereikt wanneer grote delen van de Westerschelde zodanig troebel worden dat het zicht onder de 0.4 m Secchiidiepte daalt.

Dwergstern
De Dwergstern prefereert als voedselgebied helder ondiep water. Veelal worden bodemvissen als grondels gevangen. De soort broedt op de Hooge Platen maar foerageert meest in het kustgebied. Significantie wordt bereikt wanneer grote delen van de Westerscheldemonding/Vlaamse kust zodanig troebel worden dat het zicht onder de 0.4 m doorzicht (Sechii) daalt.

De ondergrens van 0.4 m zichtdiepte, gemeten met een Sechiischijf, is afgeleid van Brenninkmeijer (2002), Brenninkmeijer & Stienen (1992), van Essen (1998) en Eriksson (1985).

De andere soorten van Bijlage I waarvoor het gebied van betekenis is, zoals Zwartkopmeeuw (broedvogels) en Kleine Zilverreiger, Lepelaar, Slechtvalk, Goudplevier (niet-broedvogels) worden hier niet verder beschreven. De potentiële effecten op deze soorten worden verder in Hoofdstuk 5.3.2 verder beschreven.

4.3.3 Zoogdieren

Gewone zeehond (*Phoca vitulina*)

Deze paragraaf is een samenvatting van de in de Bijlage D vermelde gegevens en legt de nadruk op die delen van de ecologische beschrijving die voor het project relevant zijn.

De Gewone zeehond (*Phoca vitulina*) blijft doorgaans dichter bij de kust dan de Grijze zeehond. Desondanks trekken ze soms meer dan 100 km op zee om te foerageren. Een enkele keer begeven ze zich in riviermondingen en binnenwateren. De dieren rusten tijdens laagwater meestal op zandplaten die bij vloed onder water lopen. Ze hebben daarbij een voorkeur voor zandplaten die grenzen aan diep water. Tussen eind mei en begin juli wordt één jong geboren, dat vrijwel direct kan zwemmen. Het jong wordt bijna een maand gezoogd. De zandplaten worden ook gebruikt om te verharen. Tegen het einde van de zoogtijd paren de volwassen zeehonden in zee.

De soort voedt zich met vis, zoals Bot (*Platichthys flesus*), Tong (*Solea solea*), Haring (*Clupea harengus*), Kabeljauw (*Gadus morhua*), Wijting (*Merlangius merlangus*) en Zandspiering (Ammodytidae). Jonge zeehonden eten ook garnalen.

In de jaren negentig werd tweederde van alle getelde individuen in de Westerschelde aangetroffen op de Platen van Valkenisse / Zimmermangeul. Ander belangrijke locaties waren de Rug van Baarland, de Lage Springer, de Plaat van Ossenisse, de Hooge Platen, de Hooge Springer en de Middelplaat. De dieren vertonen daar een voorkeur voor rustige plaatsen langs nevengeulen. Een kleine groep foerageert tijdens hoogwater regelmatig aan

de rand van Saeftinghe. Rond 1900 kwamen er in de Westerschelde nog ongeveer 1000 gewone zeehonden voor maar in de jaren 80 verdween de soort nagenoeg uit het gebied. Vanaf de jaren 90 trad een toename op en anno 2002 waren er weer ca. 50 Gewone zeehonden in de Westerschelde. Een deel betreft uitzettingen door SeaLife België. Sinds 1994 wordt jaarlijks een klein aantal jongen geworpen, vrijwel uitsluitend op de Platen van Valkenisse (Zimmermangeul) en op de Molenplaat. Door een gebrek aan geboortes blijft de Gewone zeehond in het Deltagebied afhankelijk van migrerende dieren uit omliggende gebieden, met name de Waddenzee.

4.4 Ecotopen

Ecotopenkaarten brengen de leefgebieden (de ecotopen) voor verschillende levensgemeenschappen (samenhangende verzamelingen dieren en planten) in kaart en geven inzicht in de ruimtelijke verspreiding van die ecotopen. Ecotopenkaarten zijn gebaseerd op omgevingsfactoren zoals bijvoorbeeld de diepte en bodemsamenstelling, die voor een belangrijk deel bepalend zijn voor het voorkomen van de levensgemeenschappen (Geurts van Kessel et al. 2004).

Om een inzicht te krijgen van de ontwikkeling van de huidige situatie van de habitattypen in de Westerschelde, vooral gericht op het voorkomen van vogels, zijn de veranderingen in arealen van ecotopen bepaald aan de hand van ecotopenkaarten. De ecotopenkaarten werden aangeleverd door de Meetadviesdienst van Rijkswaterstaat Zeeland. De kaarten betreffen nog niet geverifieerde data en zijn uitsluitend ter beschikking gesteld voor dit project.

Het doel van de ecotopenkaarten analyse is het vaststellen van de voor de vogels meest belangrijke leefgebieden (ecotopen) en het bepalen of deze gebieden in oppervlakte de laatste jaren zijn toe- of afgenomen. Mogelijke toekomstige veranderingen in deze arealen als gevolg van bagger- en stortactiviteiten kunnen door middel van expert judgement worden bepaald.

De ecotopenkaarten worden gepresenteerd in Bijlage A.

De ecotopenkaarten gegevens zijn bewerkt tot een tabel met arealen van de verschillende ecotopen. Dit levert een matrix met de oppervlakte van de verschillende ecotopen als functie van de geschiedenis (drie kaarten voor 1996, 2001 en 2004) en als functie van de huidige verspreiding in de Westerschelde (west, centraal, oost).

Bij de beschrijving en analyse van de ecotopenkaarten voor de Westerschelde worden definities en functies van ecotopen gehanteerd (zie de tekst in kader).

De ecotopenkaarten bevatten veel gegevens die visueel moeilijk zijn te onderscheiden. De veelheid aan gegevens is een resultaat van de indelingen. Een herindeling en sommering was vereist om enig inzicht te verkrijgen. Er zijn drie jaren gehanteerd; 1996, 2001 en 2004. Ter vereenvoudiging is voor de analyse meestal slechts gebruik gemaakt van de eerste en derde kaart en is slechts gecontroleerd of de tweede kaart een tussenwaarde vertoont. Wanneer dit het geval is dan is gemakshalve aangenomen dat sprake is van een trend.

Alle gegevens zijn gesplitst in zout en brakwater. Deze categorieën zijn verder niet in de beschouwing betrokken, mede omdat deze grens arbitrair is en zomers oostelijker ligt dan winters. In de plaats daarvan is via de GIS bewerking een onderscheid aangebracht naar de zones west-centraal-oost, zoals ze ook voor de vogels zijn onderscheiden.

Definitie hoogte / diepte ecotopen volgens Bouma et al. (2005)

Sublitoraal:	onder de gemiddelde laagwaterlijn bij springtij (GLWS) *Geul en geulbodem:* transport van water met fyto- en zoöplankton, vissen, zeezoogdieren, nutriënten, zwevende stof; foerageerplaats voor zeezoogdieren. *Ondiep water en plaatranden (sublitoraal):* leefgebied van bodemdieren en groeiplaats van bodemplanten; foerageerplaats voor jonge vis en hyperbenthos; voedselgebied voor vogels.
Litoraal:	tussen GLWS en de gemiddelde hoog waterlijn bij doodtij (GHWD) *Hoog- en laagdynamische platen en slikken:* verblijfplaats van bodemdieren en –planten; rui-, rust- en foerageerplaats voor vogels; foerageerplaats voor jonge vis en hyperbenthos (kinderkamer); rust- en zoogplaats voor zeezoogdieren. De slibrijke laagdynamische gebieden zijn het rijkst aan bodemdieren (stapelvoedsel voor vele soorten vissen en watervogels).
Supralitoraal:	boven gemiddelde hoog waterlijn bij doodtij (GHWD)

Voor de vogels is alleen een analyse gemaakt van het litoraal. Dit wordt onderscheiden in hoogdynamisch en laagdynamisch. Binnen het laagdynamisch gebied wordt onderscheid gemaakt in de volgende categorieën; zand-slibrijk, laag-middelhoog-hoog en brak-zout. Dit alles bij elkaar geeft een reeks van mogelijke matrices. In Bijlage A worden de resultaten van de ecotopenkaarten gepresenteerd en besproken; in de volgende paragrafen volgt een samenvatting van de resultaten.

4.4.1 Resultaten ecotopenkaarten-analyse

De belangrijkste resultaten uit de ecotopenkaarten analyse zijn:

Veranderingen areaal Totaal litoraal:

- Het totaal oppervlak litoraal van ruim 7000 ha is in de periode 1996 tot 2004 afgenomen met 176 ha (-2,4 %). Dit is de som van een afname van 96 ha (-2,9 %) in het hoogdynamisch gebied en 80 ha (-2 %) in het laagdynamisch gebied. Voor de meeste vogels is het laagdynamisch van groter belang dan het hoogdynamisch gebied.
- Qua hoogteligging is de middenzone het belangrijkste voor de vogels. De lage zone ligt kort droog, de hoge zone bevat minder prooidieren.

Verandering areaal Laagdynamisch

- Er blijkt een verschuiving te zijn opgetreden van slib- naar zandrijk. Dit verlies van ruim 600 ha slibrijk litoraal is voor de vogels qua functie aanzienlijk en weegt niet op tegen de winst van een 600 ha zandig gebied.
- De veranderingen in areaal qua hoogteligging zijn fors. Het laag gelegen, laagdynamisch, slibkrijk gebied is toegenomen met 27 ha (+11 %), het middelhoog

gelegen is afgenomen met 529 ha (-28 %) en het hoog gelegen is afgenomen met 141 ha (-54 %).

Verandering per zone in de Westerschelde

- In de zone west is sprake van een afname van de totale oppervlakte litoraal met 225 ha (-8,6 %). De grootste verandering heeft zich voorgedaan binnen het laagdynamisch gebied; in grote lijnen lijkt hier het slibrijke gebied te worden vervangen door zandig gebied.
- In de zone centraal is ook sprake van een afname van de totale oppervlakte litoraal met 50 ha (-2,0 %). De grootste verandering heeft zich ook voorgedaan binnen het laagdynamisch gebied waar het slibrijke gebied lijkt te worden vervangen door zandig gebied.
- In de zone oost is sprake van een toename van de totale oppervlakte litoraal met 100 ha (+4,4 %) en binnen het laagdynamisch gebied is de oppervlakte zand toegenomen met 165 ha (24 %) en is de oppervlakte slibrijk afgenomen met 28 ha (-4,8 %).

Relatie ecotopen en voorkomen bodemdieren

De hoogteligging, die overeenkomt met een overspoelingsduur begrenst het voorkomen van veel bodemdieren. De hogere delen van het litoraal bevatten daardoor mindere dichtheden aan bodemdieren. Het slib- of lutumgehalte van de bodem is de andere bepalende factor voor het voorkomen van bodemdieren. Zoals uit Figuur 3 (Hoofdstuk 5) is af te leiden heeft vrijwel elke soort een optimum, maar komen de meeste soorten (en de grootste aantallen) in slibrijke bodems. Hieruit valt te concluderen dat de oppervlakte van het middelhoog slibrijk litoraal het belangrijkste gebied is voor de vogels.

4.4.2 Conclusies ecotopenkaarten-analyse t.a.v. vogels.

De steltlopers van de Westerschelde zijn afhankelijk van het litoraal. Een afname van de oppervlakte van het litoraal zal invloed hebben op de vogels. Deze afname van oppervlakte van **totaal litoraal** heeft zich al voorgedaan met aan afname van 176 ha (-2,4 %) tussen 1996 - 2004.

Veel belangrijker is een toe- of afname van het meest geschikte litoraal. In grote lijnen zijn de hoogste delen minder interessant vanwege de geringe hoeveelheid bodemdieren en zijn de laagste delen minder interessant omdat ze slechts kort droogvallen. Het gros van de vogels foerageert in het middelhoog litoraal.

De zone met de meeste bodemdieren is die van de slibrijke gebieden en niet de hoge delen omdat daar minder benthos voorkomt. Ook de brakke zone bevat minder benthos. Zowel het aantal soorten als de dichtheid is hier veel minder dan in de zoute delen.

Het voorkomen van het **middelhoog slibrijk litoraal** in het westelijk deel van het bekken is van het grootste belang voor de vogels. Juist dit habitat (biotoop) is het meest in oppervlakte achteruitgegaan, namelijk met c. 500 ha op een totaal van 1500 ha, ofwel grofweg eenderde. In grote lijnen lijkt hier het slibrijke gebied te worden vervangen door zandig gebied.

Door het doortrekverloop van de vogels is vaak niet direct een effect meetbaar. Een doortrekpiek verblijft slechts kort in een gebied en put niet op korte termijn de voedselvoorraad uit. De invloed op de aantallen vogels (draagkracht) is over het algemeen

alleen merkbaar voor de overwinterende vogels in de maanden januari-maart, wanneer de voedselsituatie qua dichtheid en volume laag is.

5 Bepaling abiotische randvoorwaarden van bagger- en stortactiviteiten

In dit hoofdstuk worden mogelijke effecten van baggeren en storten geïdentificeerd. Voor elk van de habitattypen en soorten wordt bepaald of er een mogelijke ecologische gevoeligheid bestaat voor de geïdentificeerde effecten die kunnen ontstaan door baggeren en dumpen.

De vastgestelde ecologische gevoeligheid wordt zo goed mogelijk gekwantificeerd in termen die toetsbaar zijn, bijvoorbeeld effecten van doorzicht, bedekking, ontgraving, verstoring, morfologische veranderingen en effecten zoals veranderingen in de voedselketen, etc. Dit geeft uiteindelijke 'harde cijfers' waarmee de abiotische effectbepaling wordt behandeld.

In dit hoofdstuk wordt een onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte effecten van baggeren en storten in het kader van havenonderhoud op de soorten en habitats. Directe effecten zijn bijvoorbeeld verstoring en vertroebeling en worden in de paragrafen § 5.2 en § 5.3 voor de soorten en habitattypen beschreven. Indirecte effecten zijn effecten die ontstaan door verplaatsing van het gestorte materiaal, bijvoorbeeld ophoging van schorren of verandering in bodemsamenstelling van platen, en worden in § 5.4 beschreven.

5.1 Mogelijke effecten van baggeren en storten

In de volgende paragrafen worden in het kort mogelijke effecten van baggeren en storten beschreven waarmee een inperking van de problematiek wordt gegeven. Later in het rapport zullen de effecten uitgebreider worden beschreven in relatie tot de instandhoudingsdoelstellingen.

5.1.1 Niet relevante effecten

Havens baggeren

Het baggeren van de havens en kanalen zal geen effecten kunnen opleveren voor de instandhoudingsdoelstellingen. Geen van de instandhoudingsdoelstellingen vertoont een relatie met de diepte van havens en kanalen, noch met de bodemsamenstelling van de havens en kanalen. Ook is er geen instandhoudingsdoel dat afhankelijk is van de rust in de havens. Het verstoringsaspect als gevolg van de extra werkzaamheden is maar een klein deel van de reguliere werkzaamheden.

Zuurstofgehalte

Bij het storten komt naast anorganisch slib ook organisch materiaal vrij. Afbraak van dit organisch materiaal verlaagt de zuurstofconcentratie in de stortvakken. De stortvakken

bevinden zich voor het overgrote deel in de geulen waarin door de hoge getijdynamiek de zuurstofconcentratie nagenoeg de verzadigingswaarde heeft. Zuurstofloosheid treedt vooral op in stagnant water of in een sterk gestratificeerd systeem. In de Westerschelde komt geen van beide situaties voor. De extra zuurstofvraag als gevolg van organisch materiaal dat bij stortactviteiten vrijkomt, zal door de snelle verversing in de geulen slechts in zeer beperkte mate de zuurstofconcentratie verlagen.

Het effect van storten op de zuurstofconcentratie in de Westerschelde wordt dan ook als niet significant beschouwd.

5.1.2 Potentiële effecten

Overige effecten van bagger- en stortactiviteiten zijn:

- **Bedekking van de bodem**: op de stortplaatsen kan een bodemdierbevolking leven. Afhankelijk van de precieze locatie kunnen deze bodemdieren bedolven raken onder een dikke of dunne laag zand en slib. Het effect is soortafhankelijk, maar ook van de dikte en aard van de laag, alsm,ede van het tempo waarin gestort wordt.
- **Wegspoelen van de bodem**: Direct op de stortlocatie zal door de dichtheidsstroom het oppervlakkige deel van de bodem met de daarin aanwezige organismen wegspoelen (zie § 7.1.3.1). Een deel van deze organismen kan zich weer ingraven, een deel gaat verloren door predatie of door bedeklking met baggerslib.
- **Vertroebeling van het water**: direct tot enige tijd na het dumpen is er sprake van een vertroebeling van het water doordat nog deeltjes in suspensie zijn. Dit kan van belang zijn voor soorten die in het water leven en voor soorten die daar voor hun voedsel van afhankelijk zijn zoals zichtjagende vogels.
- **Verstoring Westerschelde**: de dumpplaatsen kunnen in gebieden liggen waar geen sprake is van regulier scheepvaartverkeer. Er is dan sprake van extra verstoring door de scheepvaartbewegingen en de overige werkzaamheden. De zeehonden en de vissen kunnen door dit aspect worden beïnvloed.
- **Veranderingen bodemsamenstelling**: het storten van baggerslib heeft met name een effect op het slibgehalte en korrelgrootte van de bodem, dat bepalend kan zijn voor het voorkomen van benthos (dierlijke organismen die in en op het sediment leven). Benthos is van belang als voedsel voor vogels. Bij een afname in de kwaliteit van het slib als leefgebied voor benthos heeft een effect op voedselbeschikbaarheid en dus op het voorkomen van vogels. In § 5.4.2 wordt hier verder op ingegaan.
- **Morfologische veranderingen**: in een dynamisch bekken als de Westerschelde kan het dumpen van materiaal een verandering tot gevolg hebben in o.a. het meergeulensysteem. Belangrijk voor de instandhoudingsdoelstellingen onder de vogels is met name de oppervlakte en de verhoudingen in hoogteligging van het sublitoraal. NB: effecten op de morfologie kunnen directe (op de dumplocatie) en indirecte effecten (elders) zijn. De mogelijke effecten van bagger- en stortactiviteiten worden nader toegelicht in Hoofdstuk 6 en 7.

In Tabel 3 is aangegeven op welke instandhoudingsdoelstelling welke van de mogelijke effecten kunnen optreden. Dit zijn niet algemene effecten, maar gericht op de relevante aspecten van bagger- en stortactiviteiten. In de kolom 'verstoring Westerschelde' zijn alleen de extra effecten van de baggerschepen bedoeld, onder 'bedekking van de bodem' worden alleen effecten op de stortplaats zelf verstaan. Vertroebeling spreekt voor zich. 'Verandering

in bodemsamenstelling'en 'morfologische veranderingen' zijn effecten op wat langere termijn op de getijdengebieden.

Tabel 3 Overzicht mogelijke effecten

	Verstoring Westerschelde	Bedekking van de bodem	Vertroebeling van het water	Veranderingen bodemsamenstelling	Morfologische veranderingen
Grauwe Gans					■
Bergeend	■			■	■
Scholekster				■	■
Kluut				■	■
Bontbekplevier				■	■
Zilverplevier				■	■
Kanoet				■	■
Drieteenstrandloper				■	■
Bonte Strandloper				■	■
Rosse Grutto				■	■
Wulp				■	■
Tureluur				■	■
Grote Stern			■		
Visdief			■		
Dwergstern			■		
1130 Estuaria		■	■	■	■
1310 Eenjarige pioniervegetaties					■
1320 Schorren met slijkgras					■
1330 Atlantische schorren					■
1095 Zeeprik	■	■	■		
1099 Rivierprik	■	■	■		
1103 Fint	■	■	■		
1365 Zeehond	■				

5.2 Ecologische gevoeligheid van habitattypen

5.2.1 Habitattype Estuaria (1130)

De mogelijke invloed op dit veel omvattend habitattype is van brede aard. Het gaat hier om relevante invloeden die het ecologisch functioneren van het estuarium, dan wel een van de kenmerkende factoren beïnvloeden. Een uitgangspunt is dat het dumpen van havenslib een bestaande activiteit is die al geruime tijd bestaat en mede heeft bijgedragen aan het

estuarium in de huidige staat. Dit vormde een reden het gebied als habitatrichtlijngebied aan te melden. Zonder de onderhavige activiteit zouden sommige veranderingen mogelijk niet zijn opgetreden, dan wel waren sommige vormen van herstel mogelijk sneller verlopen. Te denken valt bijvoorbeeld aan een sneller herstel van de stand van de Fint. Een en ander krijgt daarmee wel een speculatief karakter. Vooralsnog wordt als randvoorwaarde gesteld dat de omvang van dit werk niet tot gevolg mag hebben dat kenmerkende processen in het bekken er schade van ondervinden.

De schorren in de Westerschelde staan onder druk, de veerkracht is laag. De verandering betreft vooral de oppervlakte en de oorzaken liggen vooral in het tekort aan opbouwende krachten en het teveel aan afbrekende krachten. Er is langs de Westerschelde onvoldoende ruimte voor het ontstaan van nieuwe schorren. Verkleinen van de schorren door erosie wordt door menselijke maatregelen tegengehouden. Later in het rapport wordt nader bekeken of het baggeren en dumpen van havenslib hieraan een bijdrage levert. Voorts is er een kwaliteitsaspect. Wanneer de bestaande schorren te veel ophogen treedt weer verarming op. Het optimum ligt op een bepaalde overspoelingsfrequentie. Deze mag door de maatregelen dus niet in significante mate wijzigen. In Hoofdstuk 7 worden de effecten van baggeren en storten op de morfologie uitgebreider beschreven.

5.2.2 Schorhabitattypen (1310, 1320 en 1330)

Het ophogen van de bodem door het invangen van sediment hoort bij schorren. Zand zet zich vooral af op kreekranden (oeverwallen), het slib bezinkt er achter in rustige gebieden. In dit dynamische proces vestigen zich achtereenvolgens de habitattypen 1310, 1320 en 1330. Het Zeekraalhabitattype (1310) ligt het laagst en wordt geregeld overspoeld. Het Atlantische schor/kweldergrastype (1330) ligt het hoogst en wordt alleen incidenteel overspoeld. De aanvoer van sediment bestaat enerzijds uit het slib in de waterkolom dat ter plekke bezinkt, daarnaast is er ook aanvoer van zand vanuit het voorland van het schor door golven en eventueel vanuit schorkliffen. Hoeveel de verhoging uiteindelijk bedraagt hangt ook af van de inklinking van het sediment (ongeveer 25%). Een complicatie is de zeespiegelrijzing (2-8,5 mm /jaar) waarbij de hoogwaterstanden gemiddeld 0,5 mm/jaar harder stijgen. Indien dat tempo niet wordt bijgehouden verdrinkt het schor uiteindelijk, zeker als er door bedijking geen mogelijkheden zijn voor een landwaartse uitbreiding. Als de ophoging vergelijkbaar is aan de zeespiegelrijzing blijft het schor in beginsel op zijn plaats, is de sedimentatie groter dan breidt het schor zich uit richting de geul. In de Westerschelde is dat op veel plaatsen een probleem aangezien de verdieping geen ruimte biedt voor de ontwikkeling van nieuwe schorren. Voor het behoud van de verschillende schortypen is het van belang dat de vestiging en successie van schorren in stand blijft.

5.2.2.1 Habitattype éénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten (1310)

In de Westerschelde treedt momenteel al een sedimentatie van 5-20 mm per jaar op (MOVE monitoring). Achter in de Westerschelde komt dit overeen met de verhoging van de hoogwaterstand in de laatste twee decennia (10-20 mm/jr). Er is dus geen netto effect (Tombeur et al. 2005) waardoor de overstromingsfrequentie gelijk blijft. De grootste verhoging van het slibgehalte in de omgeving van een schor ligt meer westelijk bij het Paulinaschor.

5.2.2.2 Habitattype Schorren met slijkgrasvegetatie (1320)

In de Westerschelde treedt momenteel al een sedimentatie van 5-20 mm per jaar op (MOVE monitoring). Achter in de Westerschelde komt dit overeen met de verhoging van de hoogwaterstand in de laatste twee decennia (10-20 mm/jr). Er is dus geen netto effect (Tombeur et al. 2005). De grootste verhoging door baggeren van het slibgehalte in de omgeving van een schor ligt meer westelijk bij het Paulinaschor.

5.2.2.3 Habitattype Atlantische schorren met kweldergrasvegetaties (1330)

Een landwaartse verschuiving van de schorren wordt aan de landzijde onmogelijk gemaakt door de aanwezigheid van dijken. Achterin de Westerschelde valt het optreden van zo'n verschuiving momenteel niet te verwachten omdat de jaarlijkse sedimentatie (5-20 mm) overeenkomt met de verhoging van de hoogwaterstand. Tombeur et al. (2005) beschrijven echter dat in het schorrengebied Zuidgors in kommen de sedimentatie dusdanig hoog is dat er een versnelling plaatsvindt in de natuurlijke successie van het Slijkgras habitattype 1320 naar 1330. De grootste verhoging van het slibgehalte in de omgeving van een schor is bij het Paulinaschor.

5.3 Ecologische gevoeligheid soorten

5.3.1 Vissen

Vissen zijn voldoende mobiel om een gebied met een frequente zware verstoring te mijden. Meer van belang is derhalve de oppervlakte van het gebied waarin een zodanig hoog (extra) slibgehalte optreedt dat de soorten er hinder van ondervinden.

In de Zeeuwse delta is de Westerschelde van belang voor de relevante trekvissen Fint, Rivierprik en Zeeprik. Voor het Rijnstroomgebied is met name het Haringvliet belangrijk en speelt de Zeeuwse Delta dus een ondergeschikte rol.

Het effect van stortactiviteiten op vissen werkt via verstoring van het kieuwfilter (voedsel en ademhaling) en verlaging van het zuurstofgehalte. Bij de prikken geldt het voedselaspect niet tijdens de intrek omdat dan niet wordt gegeten. Een probleem is dat voor een soort vrijwel nooit bekend is welke slibgehalten getolereerd worden. Voor trekvissen in de Westerschelde geldt dat ze de turbiditeitsmaxima bij Zeebrugge en/of achterin het estuarium tolereren. Zolang de stortingen van baggerspecie niet leiden tot hogere slibgehalten dan die ter hoogte van de bovengenoemde maxima kan verondersteld worden dat dat de trek niet belemmert. Het feit dat bij alle relevante trekvissen (Fint, Rivierprik en Zeeprik) de laatste jaren tekenen van herstel zijn te bespeuren duidt erop dat het storten van baggerspecie in het verleden deze ontwikkeling niet in de weg heeft gestaan en dat het storten van baggerslib niet de oorzaak was van de afname. In de tijd zijn de soorten waarschijnlijk het meest kwetsbaar tijdens perioden waarin een geconcentreerde intrek plaatsvindt. Om nadere uitspraken te kunnen doen is gedetailleerde monitoring zeer wenselijk.

5.3.2 Vogels

Grauwe Gans
Negatieve beïnvloeding kan optreden wanneer het belangrijkste gebied voor deze soort, het Verdronken land van Saeftinge minder geschikt wordt voor deze soort. Een secundaire oorzaak-gevolg relatie is dat door een vergrote aanslibbing het biotoop uiteindelijk weer minder geschikt wordt voor de soort. De soort is recent in belangrijke mate toegenomen, de veerkracht is daardoor groot. Dit komt mede door de hogere ligging en grotere geschiktheid van Saeftinge als voedselgebied.

Bergeend
Op de Westerschelde ruien ook Bergeenden. In deze tijd kunnen ze niet vliegen en zijn bijzonder gevoelig voor verstoring. De Bergeend eet vooral kleine mollusken (Hydrobia) en diatomeeën. Beide leven op het laagdynamisch slik en zijn van gevoelig voor bedekking. De oppervlakte van het laagdynamisch slik is recent met 600 ha afgenomen. De Bergeend vertoont desondanks een toenemende trend. Toch moet worden gesteld dat de veerkracht van de populatie niet hoog is. Randvoorwaarde is vooral een niet verder aantasten van het voedselbiotoop.

Steltlopers
De steltlopers zijn afhankelijk van het litoraal, waarin het voedsel dat per soort verschilt leeft. Het belangrijkste is een voldoende oppervlakte van geschikt biotoop. Voor de meeste soorten is dit slibrijk laagdynamisch slik. Vele soorten hebben het zwaartepunt in het westelijke deel, het mariene deel van het bekken. De oppervlakte van het litoraal als geheel neemt af en er vinden verschuivingen plaats van laagdynamisch naar hoogdynamisch en van slibrijk naar zandig. Vooral dit laatste aspect treft de steltlopers in belangrijke mate. In zijn algemeenheid staat de veerkracht van de steltlopers hierdoor onder druk. Van twee soorten Scholekster en Kanoet, beide mollusken-eters, gaan de aantallen momenteel achteruit. De randvoorwaarden is vooral dat de oppervlak laagdynamisch slibrijk litoraal niet verder achteruitgaat, met name niet in het mariene deel.

Sterns
De sterns zijn vooral viseters en eten in mindere mate garnalen. Effecten kunnen rechtstreeks optreden door verminderde helderheid van het water en indirect doordat het aanbod van voedsel door het dumpen verandert (Brenninkmeijer 1992, Brenninkmeijer et al. 2002, van Essen 1998, Eriksson 1985). De Westerschelde vertoont al zeer lange tijd en deels van nature water met een sterk wisselend doorzicht. De Grote Stern broedt wel in het bekken, maar foerageert vooral op zee. Beide andere soorten Visdief en Dwergstern foerageren wel in belangrijke mate op het bekken, de Dwergstern uitsluitend in het westelijk deel. Het doorzicht om vissen vanuit de lucht te kunnen vangen moet niet te groot zijn maar ook niet te klein. Op basis van literatuur (Brenninkmeijer 1992, Brenninkmeijer et al. 2002, van Essen 1998, Eriksson 1985) wordt een minimaal doorzicht van 0.4 m (Sechii-diepte) vereist.

Overige relevante soorten
- De Zwartkopmeeuw broedt plaatselijk en in wisselende aantallen. De soort foerageert tot ver in het binnenland.
- De Kleine Zilverreiger en Lepelaar foerageren ook buitendijks op de intergetijdengebieden. het habitatgebruik is vergelijkbaar met die van de steltlopers.

- De Slechtvalk als vogeleter kan geen effecten ondervinden van de maatregel.
- De Goudplevier foerageert vooral binnendijks en slechts marginaal buitendijks.
- De Fuut en de Middelste Zaagbek zijn soorten die vissen onder water achtervolgen. Zij hebben een minimale zichtafstand nodig van 40 cm.
- De eendensoorten Krakeend, Wilde Eend, Pijlstaart en Slobeend zeven hun voedsel uit het ondiepe water of het slik. Ze zijn ook gebaat bij slibrijk intergetijdengebied, waarbij het habitatgebruik vergelijkbaar is met de steltlopers. Krakeend en Wilde Eend benutten ook wieren etc. op harde substraten.

5.3.3 Gewone Zeehond

Effecten van baggeren op de Gewone zeehond zijn op verschillende manieren voorstelbaar: direct via vertroebeling en verstoring alsmede indirect (zie § 5.4.4) via de morfologie en bodemsamenstelling.

Vertroebeling
De Gewone zeehond kan bodemvissen opsporen en vangen met zijn gevoelige snorharen (Kastelein 1998; Dehnhardt et al. 1998). Dit betekent dat de soort gemakkelijk prooien vangt in troebel kustwater. Er zijn dan ook geen aanwijzingen dat een toename van de troebelheid het foerageersucces van de zeehond nadelig beïnvloedt.

Verstoring
De verstorende effecten van beroepsscheepvaart op Gewone Zeehonden die op zandplaten rusten kunnen inwerken tot op een afstand van 200 tot 300 m (Meininger et al. 2003). Kleine boten met een geringe diepgang en met zichtbare personen aan boord worden eerder als verstorend ervaren dan grote schepen. De sterkste verstoring gaat uit van recreatievaartuigen die tijdens laagwater op een plaat worden gezet en van waaruit mensen zich op de plaat begeven. Een verstoringsafstand van 1200 m is dan mogelijk.

De effecten van het passeren van een baggervaartuig worden gering geacht, omdat geluid en beweging al regelmatig voorkomen, zodat Gewone zeehonden gewenning vertonen. Bovendien zien de zeehonden een groot schip al van grote afstand aankomen zodat geen sprake is van plotselinge schrikreacties zoals bij kano's. Het storten zelf verstoort waarschijnlijk meer omdat in dat geval het schip ter plekke tot stilstand komt of andere onverwachte manoeuvres uitvoert.

Het aantal scheepsbewegingen ten behoeve van baggerstort is zeer gering (3500 per jaar, zie § 6.4) ten opzichte van het totale aantal scheepsbewegingen in de Westerschelde: zee- en binnenscheepvaart elk 50.000 vaarbewegingen per jaar; 72.500 bewegingen van veerboten en dienst- en werkvaartuigen; 25.000 vaarbewegingen van de recreatievaart (Withagen 2000). Daarnaast speelt mee dat de beroepsvaart beperkt blijft tot de diepe hoofdvaargeul en enkele nevenvaargeulen. De verstoring door recreatievaart is veel groter.

Voor het passeren van baggerschepen wordt voorgesteld een verstoringsafstand van 300 m aan te houden en voor het storten zelf een verdubbeling van deze afstand, i.e. 600 m.

5.4 Ecologische gevoeligheid van vogels en zoogdieren via de voedselketen (indirecte effecten)

Om na te gaan in hoeverre vogels worden beïnvloed door het storten van baggerslib dient naast directe effecten zoals verstoring ook het indirecte effect via de voedselketen bekend te zijn. Dit hoofdstuk concentreert zich op het effect van het storten van baggerslib op de aanwezigheid en ontwikkeling van planten, macrobenthos en vissen die bekend staan als vogelvoedsel.

Tabel 4 geeft voor de niet-broedvogels een overzicht van de organismen die van belang zijn als vogelvoedsel. Voor een aantal soorten is een nadere explicatie mogelijk:

Tabel 4 Overzicht organismen van belang als voedsel voor niet-broedvogel

Soort	Voedsel
Grauwe gans	Knollen van zouttolerante gewassen als Zeebies en grazige vegetaties
Bergeend	Benthos, met name *Hydrobia ulvae* in mariene delen en diatomeeën in brakke delen
Scholekster	Mollusca, met name *Cerastoderma edulis*
Kluut	Grote wormen, m.n. *Nereis diversicolor*
Bontbekplevier	Wormen, o.a. *Scoloplos*
Zilverplevier	Wormen *Nereis* & kleine crustacea *Corophium*
Rosse grutto	Grote wormen (*Nereis*) & *Corophium* en mollusca

Voor de broedvogels geldt het volgende voedsel:

Tabel 5 Overzicht organismen van belang als voedsel voor broedvogels

Soort	Voedsel
Grote Stern	Haringachtigen als Sprot, Zandspiering
Dwergstern	Bodemvissen als grondels, crustacea
Visdief	Kleine aan de oppervlakte levende vissen en garnalen

In de volgende paragrafen volgt een nadere uitwerking van de voedselcategorieën:

5.4.1 Plantaardig materiaal

Planten
Grazers maken gebruik van tal van soorten. Bij de bovengenoemde vogels is de categorie alleen van belang voor Grauwe gans en dan alleen tijdens de winterpiek. In het getijdengebied vormen vooral de knollen van zilte gewassen het belangrijkste voedsel voor de ganzen.

Diatomeeën
Een andere plantaardige categorie wordt gevormd door benthische diatomeeën (kiezelwieren). Deze leven aan het oppervlak van intergetijdeplaten en stabiliseren daar het

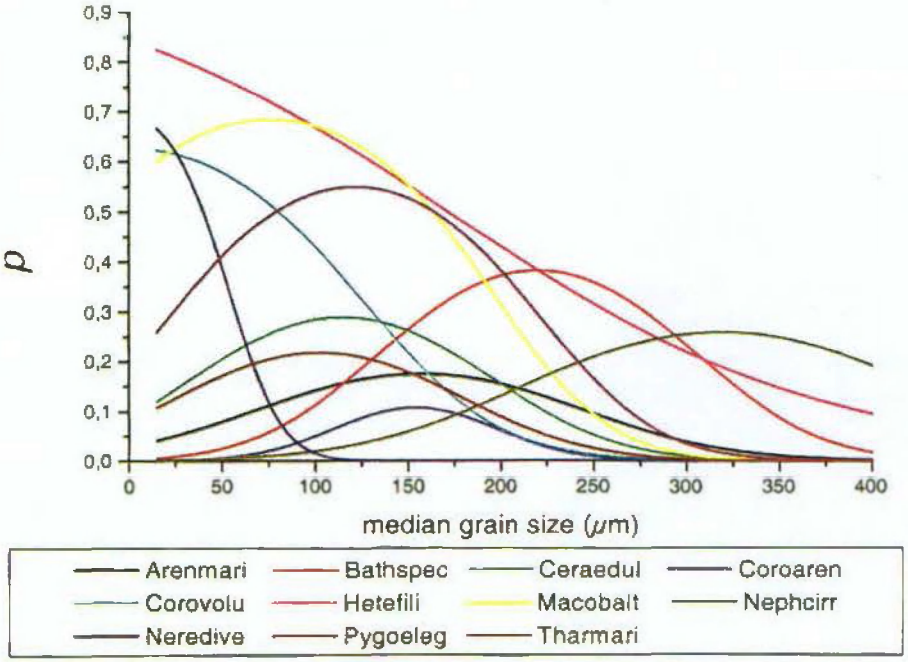
sediment door het uitscheiden van polysacchariden. Indien het tempo waarmee een dergelijk diatomeeëntapijt bedekt raakt met slib beperkt blijft kunnen zij mee omhoog migreren en blijft de biomassa beschikbaar voor vogels (in dit geval Bergeend). Een te dikke sliblaag mist de stabiliserende werking van diatomeeën en erodeert makkelijk. Uiteindelijk zal zich op de uiteindelijk ontstane laag weer een diatomeeënlaag vormen. De piekaantallen van de Bergeend liggen in de periode met een hoge diatomeeënproductie.

5.4.2 Macrozoöbenthos

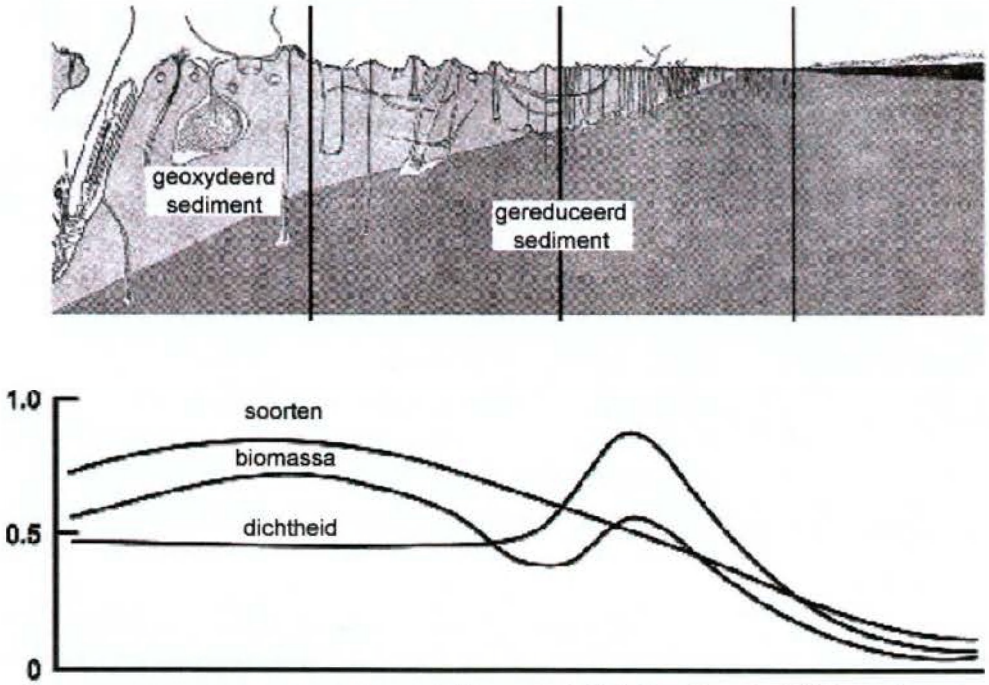
Hier wordt met benthos bedoeld: dierlijke organismen die in en op het sediment leven en een grootte hebben van minimaal 1 mm,. Dit wordt in het veld bepaald door deze organismen met een 1 mm zeef te scheiden van hun zand- of slibrijke milieu. Een meer correcte naam is dan ook macrozoöbenthos. In het litoraal, de getijdenzone, bestaat het macrozoöbenthos voornamelijk uit borstelwormen (Polychaeta), kreeftachtigen (Crustacea) en weekdieren (Mollusca). Al deze groepen bevatten soorten die van belang zijn als voedsel voor vogels. Dieper, in het sublitoraal vinden we dezelfde groepen maar kunnen ook stekelhuidigen (Echinodermata) een belangrijk deel uitmaken van het macrozoöbenthos.
Benthos en het abiotisch milieu

Ysebaert et al. (2002) gingen voor een groot aantal (>3000) macrobenthos monsters uit de Westerschelde, zowel het litoraal als het sublitoraal, na hoe het voorkomen van soorten gerelateerd was aan abiotische factoren. Gezien de grote range in hoogte/diepte en het feit dat droogvalduur sterk met deze gradiënt samenhangt is het niet verwonderlijk dat deze factor de belangrijkste bleek te zijn. De tweede belangrijke factor die het voorkomen van soorten verklaarde was het zoutgehalte. In een estuarium als de Westerschelde met een duidelijke gradiënt van brak naar marien is ook dat niet verwonderlijk. Bodemsamenstelling kwam als verklarende factor op de derde plaats, waarbij aangetekend dient te worden dat er ook een belangrijke relatie was met de factor diepte: ondiep accumuleert slib op laagdynamische locaties, diep overheersen getijdenstromen waardoor het sediment een veel grover karakter heeft. De aanwezigheid van soorten vertoont echter ook onafhankelijk van de diepte een relatie met het sediment hetgeen ook blijkt uit de aanwezigheid van hoog- en laagdynamische gebieden binnen diepte/hoogtezones.

Benthos en slibgehalte
Het voorkomen van benthos in estuaria is, in volgorde van afnemend belang, afhankelijk van diepte/hoogte (droogvalduur), saliniteit en bodemsamenstelling. Een nadere uitleg staat in bijgaande box. In relatie tot het storten van baggerslib speelt met name het effect van belang van slib en korrelgrootte. Zoals uit Figuur 3 is af te leiden heeft vrijwel elke soort een optimum, maar komen de meeste soorten (en de grootste aantallen) in slibrijke bodems. De reactie van macrozoöbenthos op veranderingen in slibgehalte kan worden begrepen aan de hand van Figuur 4. Dit is een doorsnede van een bodem die illustreert dat de diepte waarop benthos kan leven afneemt naarmate de waterbeweging afneemt.



Figuur 3 Waarschijnlijkheid van voorkomen van tien soorten macrozoöbenthos in relatie tot mediane korrelgrootte in het Schelde estuarium (Fig. 10 uit Ysebaert & Meire 1999). Betekenis der afkortingen: Arenmari: Arenicola marina (Wadpier); Bathspec Bathyporeia spp. (kniksprietkreeftje); Ceraedul: Cerastoderma edule (Kokkel); Coroaren Corophium arenarium (slijkgarnaal); Corovolu Corophium volutator (slijkgarnaal); Hetefili: Heteromastus filiformis (Draadpier); Macobalth: Macoma balthica (Nonnetje); Nephcirr: Nephtys cirrosa (zandzager); Neredive: Nereis diversicolor (Veelkleurige zeeduizendpoot); Pygoeleg: Pygospio elegans



(Zandkokerwormpje); Tharmari (Tharyx (= Aphelochaeta) marioni (kleine polychaet).

Figuur 4 Benthos in een gradiënt van geen waterbeweging en overmaat aan organisch materiaal (rechts) naar veel waterbeweging en weinig organisch materiaal (links). Bij extreme waterbeweging (niet in deze figuur) nemen de biologische parameters weer af. Uit Ysebaert & Herman (2003)

In milieus met weinig stroom en/of een grote aanvoer van slib overheerst fijn en slibrijk sediment. Dit is compact en verhindert een goede uitwisseling tussen de waterfase en de bodem waardoor op geringe diepte onder het sedimentoppervlak zuurstofarme omstandigheden heersen. Dit wordt nog versterkt als slib uit organisch materiaal bestaat - hetgeen vaak het geval is - en zuurstof vraagt. Benthos kan daar minder diep leven, of moet goed bestand zijn tegen zuurstofarme condities of een goede ventilatie met het oppervlak onderhouden. Een dergelijk laagdynamisch milieu bevindt zich bijvoorbeeld in hooggelegen gebieden bij dijken. Dit is een relatief gunstig milieu voor depositfeeders, dieren die hun voedsel van en uit de bodem opnemen. Als er voldoende aanvoer is van voedsel in de vorm van fytoplankton is deze zone ook van groot belang voor de vestiging van schelpdieren.

Bij sterkere waterbeweging is het sediment grover, relatief arm aan slib en fijn organisch materiaal. Dieren kunnen relatief diep graven zonder dat er problemen ontstaan met de zuurstofvoorziening. Een laag gehalte aan organische stof in het sediment betekent dat de voedselvoorziening voor depositfeeders minder gunstig is. Suspensionfeeders, dieren die hun voedsel uit het water filteren, daarentegen profiteren; voor hen is van belang hoeveel voedsel er per tijdseenheid passeert en er is minder plaatsconcurrentie met depositfeeders.

Extreem hoge of lage slibgehaltes

In zeer slibrijke locaties kunnen soorten die in woonbuizen leven geen contact meer onderhouden met het oppervlak omdat die buizen onvoldoende stevig zijn. Dit verklaart waarom de Wadpier (Arenicola marina) niet meer in slib voorkomt (Dankers & Beukema 1981). Gravende soorten ondervinden te weinig weerstand en coherentie van het sediment om zich nog te kunnen verplaatsen (Bijkerk 1988). De enige soorten die zich onder deze omstandigheden weten te handhaven zijn spionide borstelwormen zoals Marenzelleria viridis en Pygospio elegans die goed bestand zijn tegen lage zuurstofgehalten (Kube & Powilleit, 1997).

Hoge getijdenplaten zijn ook extreme milieus voor het benthos. Tijdens laagwater is de milieuvariatie door zon, wind, regen en vorst hier maximaal en tijdens hoog water geldt het maximale effect van de golven. In de winter kan de bodem nog eens verstoord worden door ijsgang. De bodemfauna heeft bovendien alleen gedurende een korte periode van de getijdencyclus de gelegenheid te foerageren. Hierdoor daalt de kwaliteit en de hoeveelheid voedsel voor vogels hoger op de plaat.

Kwaliteit slib

Slib wordt gedefinieerd als een sedimentfractie met een maximale diameter van 63 µm. Dit zegt niets over de kwaliteit van het slib als voedsel voor macrobenthos. Slechts het organische deel zoals (afgestorven) plankton, fytobenthos (zoals diatomeeën) en bepaalde detritusdeeltjes zijn bruikbaar. Het storten van baggerslib uit havens draagt wel bij aan het afnemen van de zuurstofuitwisseling zoals geïllustreerd in Figuur 4 maar hoeft kwalitatief geen verrijking te betekenen voor depositfeeders. Omdat de efficiëntie van filtermechanismen vermindert ligt afname van suspensionfeeders wel voor de hand maar of er een navenante toename is van depositfeeders is onzeker.

Saliniteit

Het zoutgehalte in de Westerschelde is in de winter lager dan in de zomer. Dit impliceert dat de grens van het voorkomen van mariene soorten in de zomer naar het oosten verschuift.

Men ziet daarbij pionierstadia van dieren die een vaste verblijfplaats hebben en trek van de meer mobiele soorten. In de winter schuift de grens weer op naar het westen.

Het westelijk deel van het bekken is permanent marien. Het brakke water komt soms tot in het centrale deel. Gemiddeld genomen komen hier wel mariene organismen voor, maar zijn de dichtheden lager door het gemiddelde lagere zoutgehalte. Het oostelijk deel kampt met grote schommelingen in het zoutgehalte en kent daardoor een relatief arme fauna aan benthossoorten. Wel kunnen dan één of meer soorten massaal voorkomen en daarmee voor de vogels interessant zijn.

Reacties van benthos op soortniveau

Het storten van baggerslib heeft dus met name negatieve effecten op suspensionfeeders. Van de bij de vogels genoemde 'bulk'organismen zijn dit met name de Kokkel (Cerastoderma edule) en kleine kreeftachtigen zoals de slijk- (Corophium spp.) en kniksprietgarnalen (Bathyporeia spp.). Deze soorten vormen een belangrijk bestanddeel van de bij het vogelvoedsel genoemde categorie "kleine crustacea". Het nonnetje (Macoma balthica) is minder kwetsbaar want deze soort kan zich zowel voeden als suspensionfeeder als door deposito feeding.

Of depositfeeders profiteren is onzeker. Dit betreft de Wapenworm (Scoloplos armiger), Draadworm (Heteromastus filiformis) en diverse Spionide wormen (Pygospio elegans, Marenzelleria viridis, Spio spp., Polydora). Deze soorten vormen een belangrijk bestanddeel van de bij het vogelvoedsel genoemde categorie "kleine wormen".
De Veelkleurige zeeduizendpoot (Nereis diversicolor) is een opportunistische omnivoor die zich zowel als predator, suspension als depositfeeder kan gedragen. Deze soort weet altijd wel op een bepaalde manier te profiteren van de afname van andere soorten.

Grazende soorten zijn er relatief weinig. Het Wadslakje (Hydrobia ulvae) graast op diatomeeën maar is minder kwetsbaar dan haar vastzittende voedselbron: indien het milieu ongeschikt is kan de soort zich drijvend naar andere locaties begeven.
In grote lijnen valt dus te verwachten dat bij een toename van het slibgehaltes het accent verschuift richting polychaete wormen.

Ysebaert et al. (2002) brachten de relatie tussen habitatparameters en het voorkomen van verschillende soorten in beeld door middel van waarschijnlijkheidscurven (Figuur 3). Als maat voor het sediment wordt de mediane korrelgrootte gegeven. Deze vertoont in het algemeen een omgekeerde reactie met het slibgehalte: een hoog slibgehalte leidt tot een kleine mediane korrelgrootte. Uit de figuur valt te concluderen dat een toename van het slibgehalte de kans op de Draadpier (Heteromastus filiformis) en de Veelkleurige duizendpoot (Nereis diversicolor) verhoogt. De kans op de zandzager Nephtys cirrosa (een predator) en het kniksprietkreeftje (Bathyporeia) daarentegen neemt af, met andere woorden een verschuiving van de levensgemeenschappen 1 en 2 naar 3 en 4 (zie § 4.2.1). Andere soorten nemen een meer intermediaire positie in. Hun reactie hangt af van de sedimentologische uitgangspositie. Bij een kleine mediane korrelgrootte doet Corophium volutator het beter dan Corophium arenarium.

Overigens zou een verhoging van het slibgehalte tegengesteld werken aan de trend sinds 1996 dat het slibrijke deel wordt vervangen door een meer zandiger deel.

5.4.3 Vissen en Garnalen

Vissen en Garnalen zijn boven genoemd als voedsel van broedvogels.

De Gewone garnaal (Crangon crangon) is in de zomer en herfst massaal aanwezig. In de winter trekken ze naar dieper water. Behalve voor het Visdiefje is de garnaal van groot belang als voedsel voor vissen.

Een indicatie van de aantallen blijkt uit de schatting van 17 miljoen exemplaren die ter hoogte van Doel (Zeeschelde) met elk getij heen en weer zwemt (Maes 1997). Overigens geeft deze auteur voor een andere soort, de steurgarnaal, een nog groter aantal op (ruim 20 miljoen).

Haringachtigen: Haring en Sprot
Haring (Clupea harengus) en Sprot (Sprattus sprattus) behoren tot de algemeenste vissen in de Westerschelde. Met name eenjarige domineren de visgemeenschap in de winter. Het zijn pelagische soorten. In het troebele water van de Westerschelde ontlopen ze predatie door kabeljauwachtigen.

Maes (1997) schat het aantal dat ter hoogte van Doel (Zeeschelde) heen en weer zwemt op ruim 35 miljoen voor Sprot en 24 miljoen voor Haring.
Mogelijk zijn andere kleine aan de oppervlakte levende vissen zoals de Koornaarvis ook van belang als vogelvoedsel.

Zandspiering
De zandspiering (Ammodytes tobianus) is een demersale vis die zich 's nachts in de zeebodem ingraaft.

Grondels
Dikkopje (Pomatoschistus minutus) en Brakwatergrondel (Pomatoschistus microps) behoren tot de algemeenste soorten in de Westerschelde. Ze paaien voor de kust of in de diepere delen van de Westerschelde en de jongen gebruiken het estuarium in de zomer en herfst als kinderkamer. Garnalen vormen een belangrijke voedselbron. Maes (1997) schat het aantal dat ter hoogte van Doel (Zeeschelde) heen en weer zwemt op 28,6 miljoen voor de Brakwatergrondel en 9,35 miljoen voor het Dikkopje.

Een vergelijking van de habitatkaarten van 1996 en 2004 laat een afname van laagdynamisch gebied van 2% zien. De potentie van de kinderkamerfunctie (het areaal geschikte ecotopen voor garnaal en vis) lijkt dan ook af te nemen. Geschikte monitoringsgegevens over de bestandsgrootte garnaal en/of jonge vis ontbreken echter zodat dit niet kan worden getoetst.

5.4.4 Zoogdieren

Sedimentologie
Het is niet bekend of de sedimentkwaliteit rechtstreeks van belang is voor de activiteiten van de zeehond op de platen. Wellicht drogen zeehonden beter op zandige platen en biedt dat een energetisch voordeel. Een voorkeur voor zand boven slib ligt sowieso voor de hand omdat zandige gebieden vaker bij steile geulranden worden gevonden. Wel kan er een

indirect effect zijn via de voedselketen: in het intergetijdengebied zijn slibrijke delen potentieel het rijkst aan bodemdieren en deze worden gegeten door vissen die op hun beurt een prooi vormen voor zeehonden. Het oppervlak aan slibrijke gebieden is sinds 1935 echter afgenomen van 2390 ha tot 1100 ha in 1990 (Huijs 1995) en deze afname zet nog altijd door getuige de analyse van de ecotopenkaarten (§ 4.4.1). Ook het oppervlak ondiep water, opgroeigebied voor jonge vissen en garnalen, is sterk afgenomen. Deze veranderingen in arealen van specifieke habitats kunnen een negatief effect hebben (gehad) op het voedselaanbod voor de zeehond. Door de variatie in prooikeuze en foerageerafstanden (Reijnders et al. 2000) is een relatie vispopulaties echter niet goed aan te tonen.

Morfologie
Gewone zeehonden zijn sterk afhankelijk van zandbanken met steile randen grenzend aan diepe geulen. Het plaatareaal is sinds 1930 toegenomen, terwijl plaatranden op veel plaatsen steiler zijn geworden. Aan de andere kant is de oeverlengte van de plaatranden afgenomen door het verdwijnen van kortsluitgeulen. Al met al is het aanbod aan geschikte ligplaatsen is sinds 1930 toegenomen. Als er al morfologische effecten zijn van de storting van baggerslib wordt aangenomen dat dit deze toename niet teniet doet.

5.5 Samenvatting

Tabel 6 geeft een samenvatting van de beschreven effecten en randvoorwaarden voor behoud van de instandhoudingsdoelen. De randvoorwaarden worden later in hoofdstuk 8 getoetst. Tussen haakjes worden de paragrafen vermeld waarin detailgegevens worden gegeven.

Tabel 6 Samenvatting effecten en randvoorwaarden voor behoud van instandhoudingsdoelen in de Westerschelde

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	**Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten ***
1130 Estuarium	• bedekking bodem: zeer lokaal effect • vertroebeling • verandering bodemsamenstelling • morfologische verandering (§ 4.2.1)	• vestiging en successie van schorren in stand houden • geen aantasting overspoelingsfrequentie schorren Voorwaarde: tempo van verhoging / inklinking van sediment niet sneller dan zeespiegelrijzing (§ 5.2.1)
1310 Eénjarige pioniervegetaties slik- en zandgebieden	Geen netto effect. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden. (§ 4.2.2)	
1320 Schorren slijkgrasvegetatie	Geen netto effect. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden. (§ 4.2.3)	

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	**Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten ***
1330 Atlantische schorren	Geen effect. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden. (§ 4.2.4)	
1103 Fint	• Lokale vertroebeling tijdens stort: geen effect door mobiliteit • verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • verlaging zuurstofgehalte (§ 4.3.1)	Slibgehalte in waterkolom (probleem: gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (Probleem: paaiplaatsen zijn niet bekend) (§ 5.3.1)
1099 Rivierprik	• Lokale vertroebeling tijdens stort: geen effect door mobiliteit • Verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • Verlaging zuurstofgehalte • (§ 4.3.1)	Slibgehalte in waterkolom (probleem gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (Periode en lokatie is variërend. Larvestadium duurt 3 – 6 jaar. Probleem: over paaiplaatsen is weinig bekend) (§ 5.3.1)
1095 Zeeprik	• Lokale vertroebeling tijdens stort: geen effect door mobiliteit • Verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • Verlaging zuurstofgehalte • (§ 4.3.1)	Slibgehalte in waterkolom (probleem: gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (lokatie en periode is sterk variërend) / Geen storting tijdens geconcentreerde intrek (april – mei) (§ 5.3.1)
Grauwe gans	Aanslibbing biotoop (Verdronken land van Saeftinge). Baggerstort mogelijk positief effect op areaal (§ 4.3.2.1)	Geen verdere toename aanslibbing biotoop. (§ 5.3.2)
Bergeend	Verstoring tijdens vleugelrui. Bedekking laagdynamisch slik (indirect effect op voedsel: *Hydrobia* en diatomeeën)	Verstoring: effecten door scheepvaart beperken door afstand van 200 tot 300 m aan te houden Geen verdere verhoging in aanslibbing biotoop
Steltlopers	Verkleining oppervlakte biotoop (slibrijk laagdynamisch slik, voornamelijk in het westen) (§ 4.3.2.1)	Instandhouding oppervlakte van geschikt biotoop: • Voorkoming verschuiving laagdynamisch naar hoogdynamisch • Voorkoming verschuiving slibrijk naar zandig (§ 5.3.2)

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	**Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten ***
Sterns	• Verhoging vertroebeling • Vermindering aanbod voedsel door bedekking (benthos) (§ 4.3.2.2)	Geen verhoging vertroebeling: min. doorzicht van 0.4 m. (§ 5.3.2)
1365 Zeehond	• Vertroebeling: geen aanwijzingen dat toename troebelheid foerageersucces negatieve beïnvloedt • Verstoring: beroepsvaart blijft beperkt tot hoofdvaargeul en enkele nevenvaargeulen. Effecten zijn gering. • Verandering in areaal biotoop. Baggerstort mogelijk positief effect op areaal. • Bodemsamenstelling (voedselketen): mogelijke afname voedsel • Morfologische ontwikkeling: sterk afhankelijk van steile randen grenzend aan diepe geulen. Aanbod is toegenomen sinds 1930. (§ 4.3.3)	Verstoring: effecten door scheepvaart beperken door afstand van 300 m (passeren van schepen) en 600 m. (storten) aan te houden Bodemsamenstelling. Probleem: ontbreken van wetenschappelijke feiten voor kwantificering. Mogelijk indirect, positief effect via de voedselketen. (§ 5.4.4)

* De randvoorwaarden zijn voornamelijk op basis van expert judgement op basis van de huidige wetenschappelijke inzichten. In het geval van concrete, door de literatuur te onderbouwen, kwantitatieve waarden van randvoorwaarden voor behoud, worden deze in de tabel genoemd. In de andere gevallen worden kwalitatieve onderbouwing gegeven in de tekst.

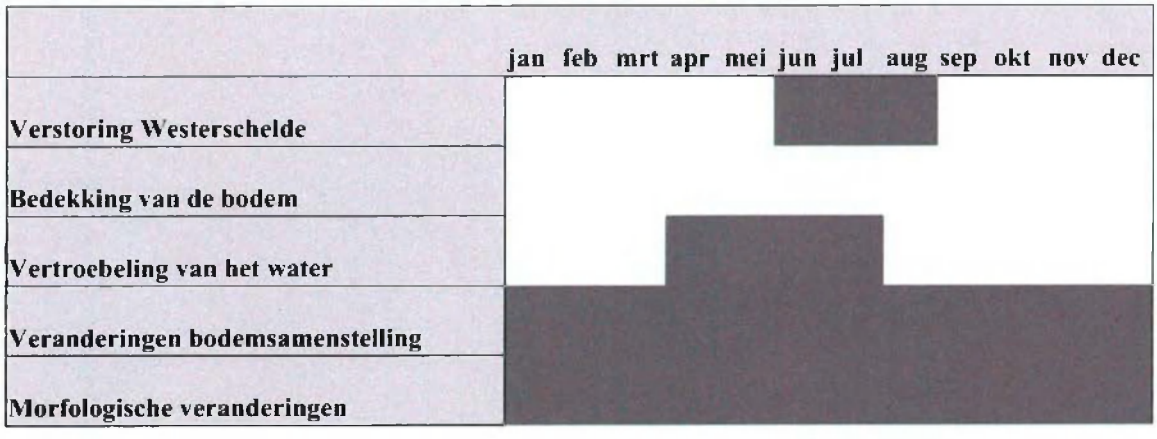
In Tabel 7 wordt een 'ecologische kalender' gepresenteerd, met de voor de soorten (vissen, vogels en zoogdieren) meest kwetsbare periodes. Deze 'kwetsbare' periodes betreffen:

- Intrek Fint in april – mei;
- Trek naar zee van de Fint in augustus – september;
- Intrek, met name 's nachts tijdens springtij van de Rivierprik in late zomer tot voorjaar;
- Intrek van de Zeeprik in april – mei.

Tabel 7 Periodes in het jaar waarin baggeren en storten mogelijk meest effect hebben op de soorten (kleur = kwetsbare perioden). Het aspect verstoring richt zich speciaal op de ruiende Bergeenden en de zogende en ruiende zeehonden. Het is lokaal van aard.

Het aspect vertroebeling richt zich op het broedseizoen van de sterns en het in belangrijke mate doortrekken van de vissen. Het aspect vertroebeling voor sterns richt zich speciaal op de zone west.

De veranderingen in bodemsamenstellingen en de morfologische veranderingen spelen op langere termijn.



6 Gegevens van de fysica

Dit hoofdstuk geeft eerst een overzicht van een aantal basisgegevens van het fysische systeem op basis waarvan de verspreidingsberekeningen van de baggerslib zijn aangestuurd en op basis waarvan de berekende slibverspreiding ten gevolge van stort in perspectief kan worden geplaatst ten opzichte van de natuurlijke achtergrond. Achtereenvolgens komen aan bod:

- de achtergrondconcentratie zwevend stof;
- de relatie tussen zwevendstofconcentratie en doorzicht;
- bodemsamenstelling;
- stortgegevens zoals volume, samenstelling, locatie, periode en methodiek.

Om de effecten van de bagger- en stortwerkzaamheden te kunnen bepalen en beoordelen moeten ook de effecten op lange termijn worden beschreven. Met de langetermijneffecten worden bedoeld de ontwikkelingen ten gevolge van de morfologische veranderingen door baggeren en storten. Het gaat dan om cumulatieve effecten van baggeren en storten op alle locaties over lange tijd. In het tweede deel van dit hoofdstuk (§ 6.6 en verder) worden de morfologische kenmerken van de Westerschelde beschreven zoals het meergeulensysteem, trendmatige ontwikkelingen in de zandbalans als gevolg van ingrepen en natuurlijke processen voor zowel grote delen van de Westerschelde (macrocellen) als individuele geulen, ontwikkelingen van de intergetijdengebieden en areaalveranderingen van slikken en schorren.

6.1 Achtergrondsconcentratie

Figuur 5 en Tabel 8 tonen de langjarig gemiddelde zwevendstofconcentratie in de Westerschelde op een aantal meetlocaties. De gemiddelde achtergrondconcentratie bedraagt circa 50 mg/l, maar de variatie rond het gemiddelde is groot. De standaardafwijking is ongeveer even groot als het gemiddelde (Tabel 8). Omdat tijdens de meetperiode ook bagger- en stortactiviteiten hebben plaatsgevonden, zal in de meetwaarden ook een zekere bijdrage van deze activiteiten aan de (achtergrond)concentratie gevonden worden. Toch nemen wij in dit rapport aan dat de meetwaarden een representatief beeld van de achtergrondconcentratie geven.

Naar het oosten toe richting Belgische grens is de concentratie met gemiddeld circa 70 mg/l hoger dan de gemiddelde achtergrondconcentratie. Ook in zuidwestelijke richting is de concentratie hoger vanwege het turbiditeitsmaximum nabij Zeebrugge. Zo bedraagt de gemiddelde concentratie in de Appelzak-raai meer dan 100 mg/l. Deze zone met hoge turbiditeit bevindt zich weliswaar buiten het Westerschelde-estuarium, maar kan bij specifieke meteorologische omstandigheden wel voor extra aanvoer van slib zorgen.

Figuur 5 Langjarig gemiddelde gemeten zwevendstofconcentraties (in mg/l) in de Westerschelde. Bron: DONAR-meetreeks. W = Wielingen; H = Honte; D = Schaar van Ouden Doel

Tabel 8 Gemiddelde gemeten* zwevendstofconcentratie en doorzicht met standaardafwijking in een aantal DONAR-stations in de Westerschelde voor de periode 1975-2004. Geordend van west naar oost

	zwevendstofconcentratie (mg.l^{-1})				doorzicht (dm)			
	gemiddelde			standaard-afwijking	gemiddelde			standaard-afwijking
	winter	zomer	jaar	jaar	winter	zomer	jaar	jaar
Appelzak 4 km uit de kust	110	42	67	72	3	4	4	1,3
Appelzak 2 km uit de kust	199	76	121	133	2	3	3	1,0
Appelzak 1 km uit de kust	244	111	160	143	2	3	3	1,2
Wielingen	54	28	42	36	4	8	6	3,4
Breskens badstrand	64	106	105	119	5	5	4	2,3
Cadzand badstrand	181	69	77	67	5	4	5	2,3
Vlissingen boei SSVH	68	35	48	41	4	9	7	4,5
Honte	51	24	36	34	4	10	8	5,5
Borssele noordnol	81	25	49	47	3	9	7	5,1
Terneuzen boei 20	68	45	56	41	4	8	7	4,1
Hoedekenskerke boei 4	67	47	55	43	4	6	5	2,8
Hansweert geul	55	35	45	44	4	6	5	2,4
Zuidergat boei 44	79	44	59	33	3	6	5	2,1
Lamswaarde boei 59	69	41	54	30	3	5	5	1,7
Bath boei 71	107	52	76	54	3	4	4	1,5
Schaar van Ouden Doel	91	57	71	57	2	3	3	1,4

* De gemiddelde van de gemeten zwevendstofconcentraties zijn mogelijk niet gelijk is aan de gemiddelde concentratie vanwege niet-random steekproef (steeds bepaalde fase van het getij). De monsters zijn oppervlakte-concentraties (1 m onder waterspiegel).

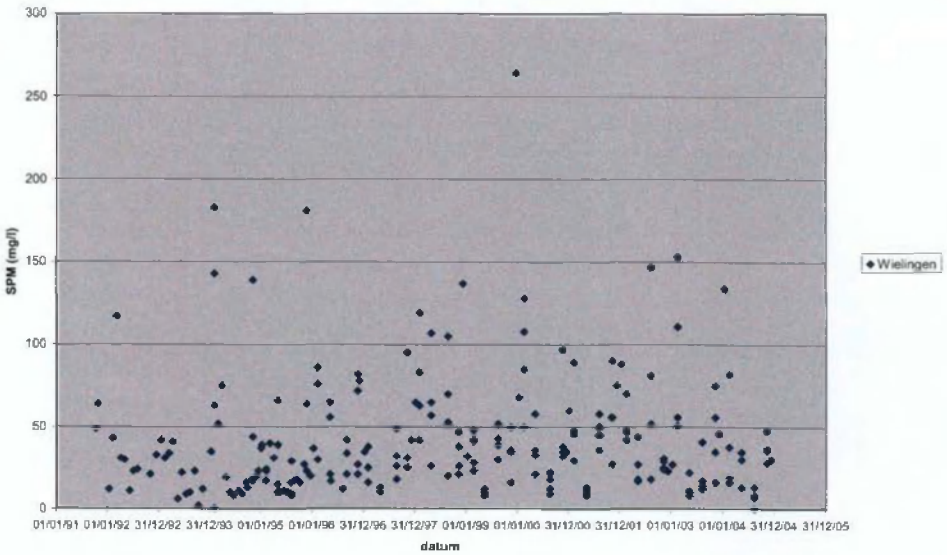
Figuur 6 illustreert dat er een sterke seizoensdynamiek is in het Westerschelde-estuarium, met name in het westelijke deel (zie ook Tabel 8). Op locatie H (Honte) ligt de zomerconcentratie lager dan 20 mg/l, terwijl de winterconcentratie tussen 50 en 100 mg/l

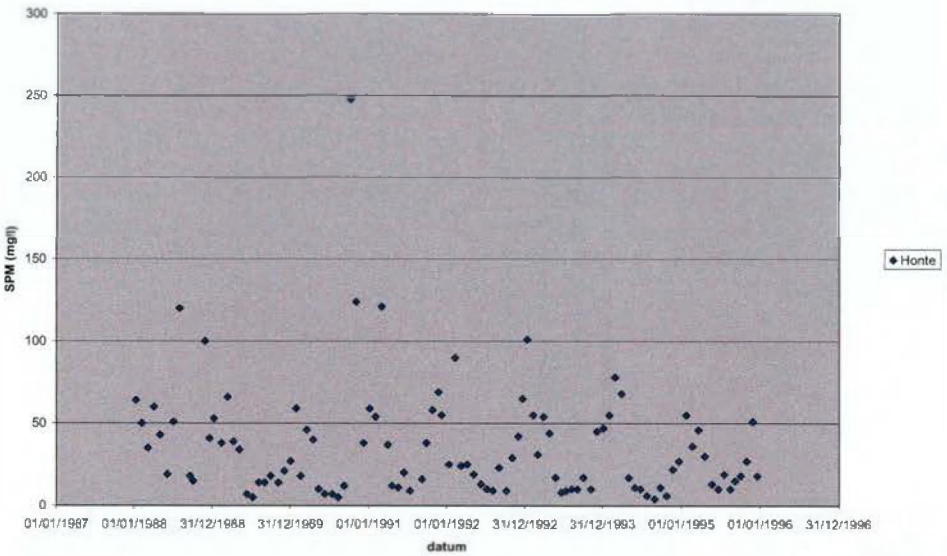
ligt. Aan de Belgische grens (locatie D, Schaar van Ouden Doel) springt de seizoensdynamiek niet direct in het oog, maar deze is wel degelijk aanwezig.

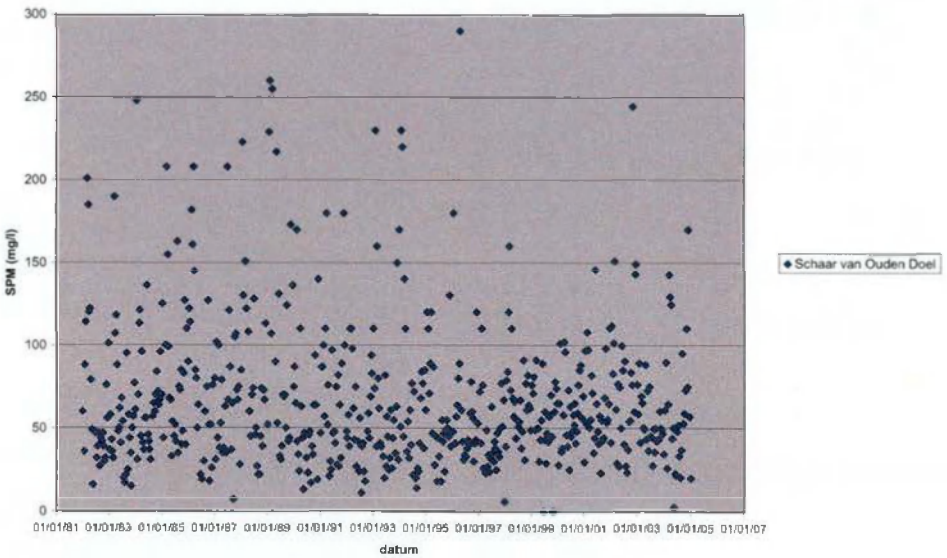
De seizoensdynamiek wordt duidelijker geïllustreerd in Figuur 7. Hiervoor zijn voor de locaties Honte (locatie 'H') en Schaar van Ouden Doel (locatie 'D') alle beschikbare concentratiedata gebruikt om maandgemiddelden te bepalen. Tevens is de standaardafwijking per maand getoond. Bij Honte is de gemiddelde concentratie in de zomer laag (15 mg/l) met weinig fluctuaties; in de winter is de gemiddelde concentratie hoog (> 50 mg/l) met een sterke fluctuatie. Bij de Schaar van Ouden Doel is de gemiddelde concentratie in de zomer circa 50 mg/l en in de winter circa 100 mg/l.

Uitgaande van een even grote baggerstortslib is de relatieve bijdrage van baggerslib aan de achtergrondconcentratie in de periode april – september groter dan in de periode oktober – maart.

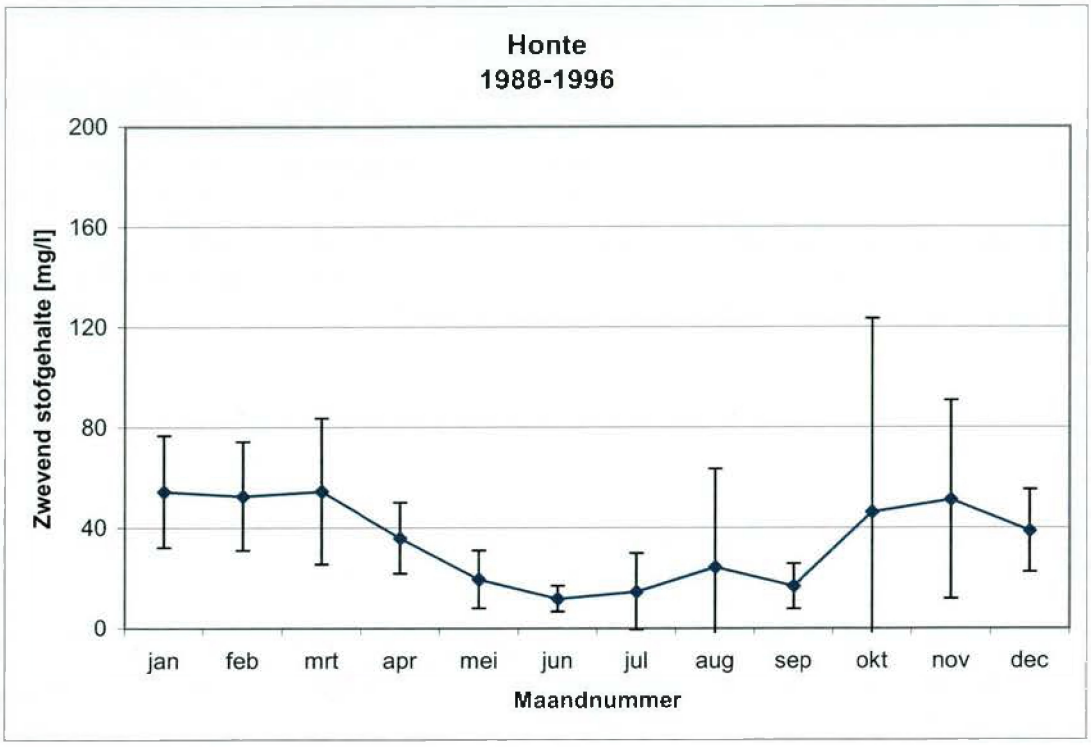
De lagere achtergrondconcentratie in de zomermaanden wordt behalve door een lager aanbod vanaf zee mede bepaald door lokale processen zoals een lagere resuspensie door biologische stabilisatie van slib op platen, gemiddeld lagere golven en mogelijk een hogere valsnelheid door een sterkere flocculatie. Deze processen doen hun invloed ook gelden op baggerslib, zodat verder weg van de stortlocatie de absolute effecten in de zomer kleiner kunnen zijn dan in de winter.

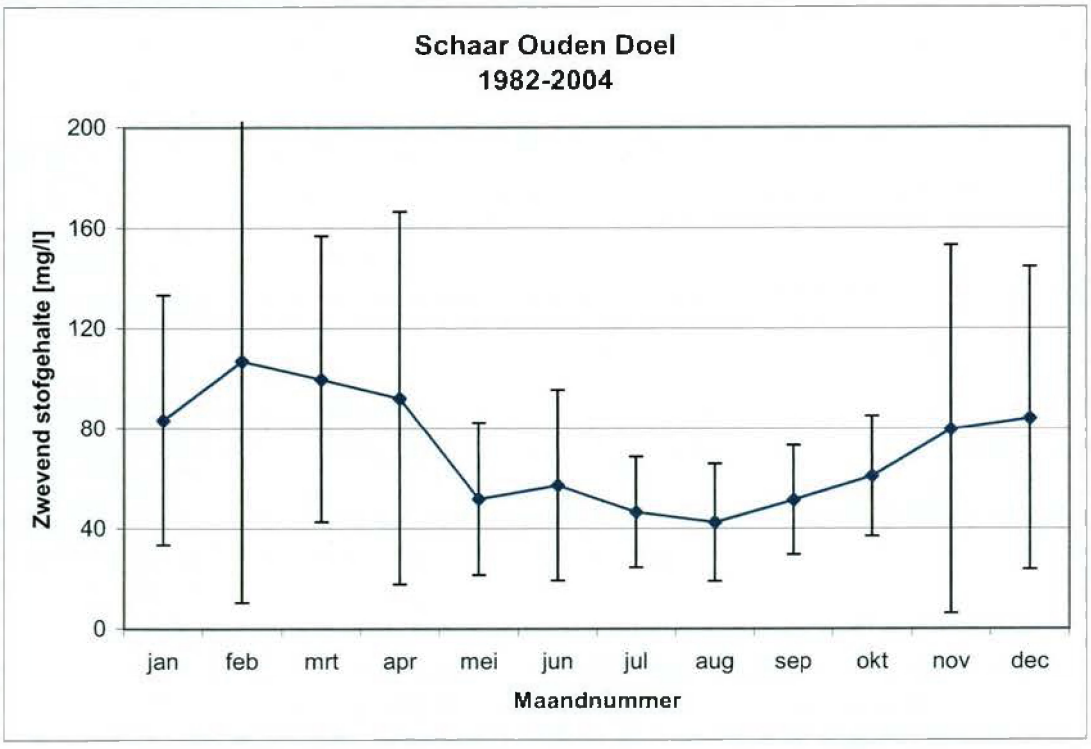






Figuur 6 Gemeten zwevendstofconcentraties op locaties W, H en D.





Figuur 7 Maandgemiddelde slibconcentratie en standaardafwijking hiervan op de locaties Honte (circa 8 waarnemingen per maand) en Schaar van Ouden Doel (circa 50 waarnemingen per maand). Berekend op basis van DONAR gegevensreeks.

6.2 Relatie zwevend stof – doorzicht

Het doorzicht hangt af van een aantal variabelen waarvan de zwevendstofconcentratie er slechts een is. De korrelgrootteverdeling van het zwevend stof is belangrijk, omdat kleinere (slib)deeltjes een veel grotere bijdrage aan de lichtextinctie dan grotere (zand)deeltjes. Naast het anorganisch zwevend stof leveren vooral het opgelost organisch material (DOC) en het particulair organisch materiaal (POC) een belangrijke bijdrage. In estuaria is de hoeveelheid DOC over het algemeen omgekeerd evenredig met het zoutgehalte, omdat zoet rivierwater een aanzienlijk hogere DOC concentratie heeft dan zeewater.

Er bestaan veel empirische relaties die het doorzicht relateren aan een of meerdere fracties in de waterkolom. Er bestaat derhalve geen relatie die universeel toepasbaar is. Zelfs een empirische relatie die specifiek voor een watersysteem is afgeleid, geeft meestal geen perfect voorspellende waarde. Dergelijke relaties zijn toch nuttig omdat zij de complexe werkelijkheid die leidt tot het voorkomende doorzicht, terugbrengt tot een hanteerbaar begrip met een zekere voorspellende waarde.

Figuur 8 toont een relatie tussen de zwevendstofconcentratie en het doorzicht. De relatie is uitsluitend gebaseerd op de anorganisch zwevendstofconcentratie en een gelumpte achtergrondextinctie. Bijdragen van DOC (of zoutgehalte) en POC zijn dus niet meegenomen. Uit Tabel 8 blijkt dat deze aanname kan leiden tot een onderschatting van het doorzicht. Terwijl de jaargemiddelde zwevendstofconcentratie in Vlissingen in Hansweert ongeveer gelijk zijn (respectievelijk 48 en 41 mg/l), is het gemiddelde doorzicht in Vlissingen aanzienlijk hoger dan in Hansweert (respectievelijk 7 en 5 dm). Hansweert is minder zout dan Vlissingen en daardoor is de bijdrage van DOC waarschijnlijk hoger. We hebben niet onderzocht of dit het verschil volledig kan verklaren.

De getoonde relatie beschrijft de afname van het doorzicht bij hogere slibconcentraties. Echter, het is ook duidelijk dat er een relatief grote spreiding om de "best-fit" wordt gemeten.

Een doorzicht van 0,4 m geldt als ondergrens voor zichtjagende vogels (zie paragraaf 5.4). In paragraaf 5.4 is tevens uitgewerkt dat het doorzicht in de zomerperiode van belang is.

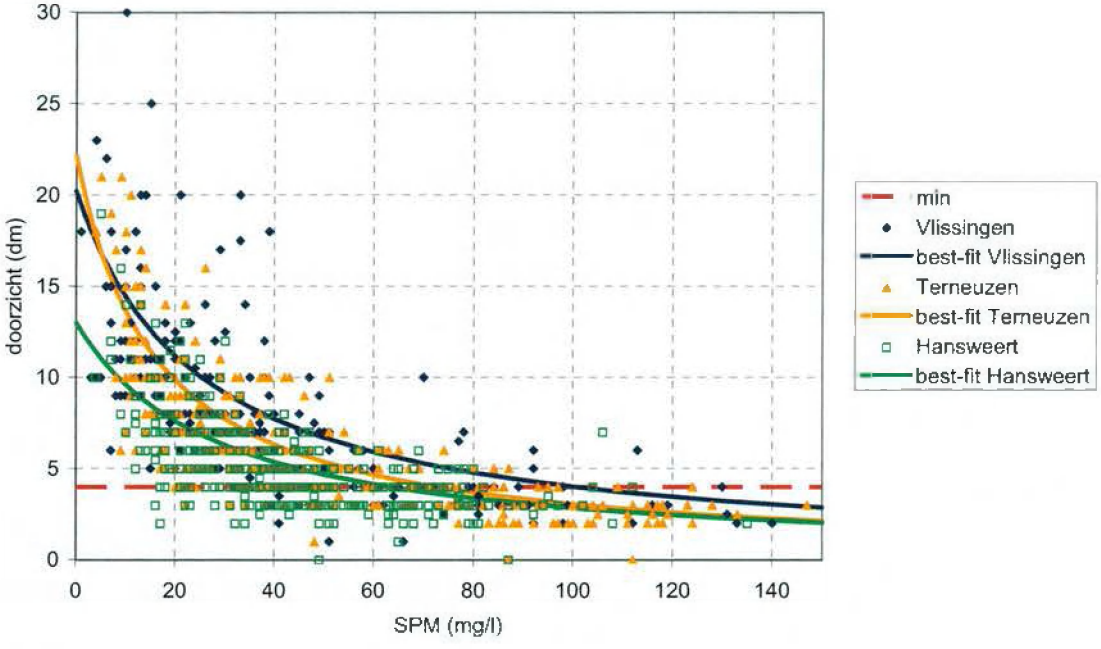
Uit Figuur 8 blijkt dat het doorzicht regelmatig minder is dan 0,4 m. Volgens de best-fit komt een doorzicht van 0,4 m overeen met een zwevendstofconcentratie van circa 90, 70 en 60 mg/l voor respectievelijk Vlissingen, Terneuzen en Hansweert. Om rekening te houden met de spreiding rondom de best-fit hanteren wij voor de verdere analyse een onzekerheidsmarge van 50%. Voor respectievelijk Vlissingen, Terneuzen en Hansweert komt dit derhalve neer op een toegestane zwevendstofconcentratie van 45, 35 en 30 mg/l voor een doorzicht van 0,4 m. Als we de zomergemiddelde zwevendstofconcentratie vergelijken met het zomergemiddelde doorzicht (Tabel 8), concluderen we dat deze criteria zeer conservatief zijn. De zomergemiddelde zwevendstofcoenentratie in Vlissingen is bijvoorbeeld 35 mg/l en het doorzicht 9 dm. Het is zeer onwaarschijnlijk dat 10 mg/l extra zwevend stof (i.e. 45 mg/l) het doorzicht met 0,5 m verlaagd tot 0,4 m.

Wij benadrukken dat nader onderzoek kan uitwijzen dat deze concentraties een te conservatieve aanname zijn.

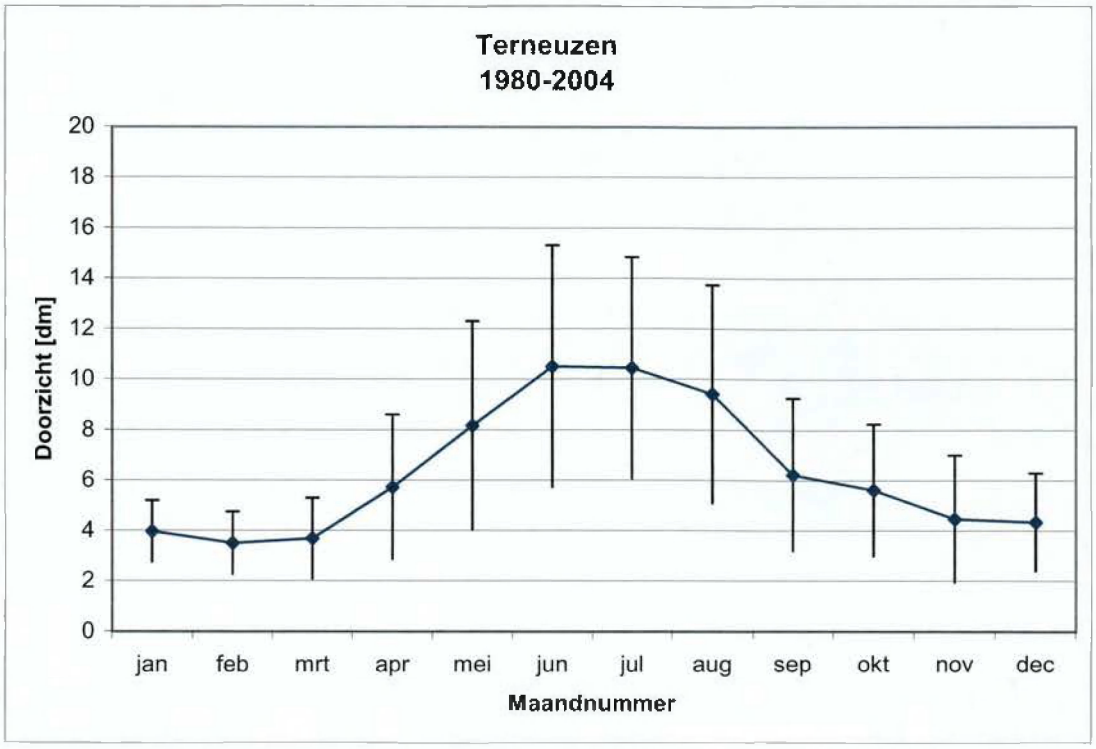
De sterke seizoensdynamiek in de slibconcentratie en het doorzicht leidt tot het volgende dilemma:

- slibstort in de winter heeft in potentie een relatief klein effect, maar omdat de achtergrondconcentratie hoog is, neemt de kans toe dat voor bepaalde soorten de ondergrens voor doorzicht wordt bereikt.
- slibstort in de zomer heeft in potentie een relatief groot effect, maar omdat de achtergrondconcentratie laag is, neemt de kans af dat de ondergrens voor doorzicht wordt bereikt.

Het is dus niet op voorhand duidelijk welk seizoen vanuit ecologisch perspectief het gunstigste is voor baggerslibstort.



Figuur 8 Relatie tussen zwevendstofconcentratie en doorzicht in de Westerschelde. Op basis van DONAR gegevensreeks. De rode gestreepte lijn duidt het minimumniveau aan van 0.4 m doorzicht. De zwarte getrokken lijn is een kleinste kwadraten fit volgens de wet van Lambert-Beer.



Figuur 9 Seizoenaal verloop van het doorzicht bij Terneuzen. Aantal metingen circa 30 per maand.

6.3 Bodemsamenstelling

De bodemsamenstelling van de Westerschelde is bepaald in het kader van het McLaren-onderzoek (1993). Figuur 1 (Bijlage F) toont het slibpercentage in de bodem. Hieruit blijkt dat het slibpercentage in de hoofdgeulen laag is (0–2%). Ook op de hoogdynamische platen is het slibpercentage laag (2–5%). Alleen in gebieden met een voldoende lage gemiddelde bodemschuifspanning en met een voldoende slibaanbod zijn hoge slibpercentages te verwachten.

Het is illustratief om Figuur 1 (Bijlage F) te vergelijken met Figuur 2 (Bijlage F), waarin de gemiddelde en maximale bodemschuifspanning over een doodtij-springtijcyclus wordt getoond. De gebieden met een lage bodemschuifspanning vertonen een duidelijke overlap met gebieden met een hoog slibpercentage. Deze gebieden zijn met name te vinden langs de oevers van de Westerschelde en op laagdynamische platen.

De baggerslib wordt weliswaar in geulen gestort, maar de slibfractie hiervan zal geleidelijk eroderen ten gevolge van de hoge gemiddelde bodemschuifspanning in de geulen. De slibfractie zal zich uiteindelijk afzetten in laagdynamische zones.

6.4 Stortgegevens

De figuren A1 en A2 (zie Bijlage F) geven een overzicht van de stortlocaties van baggerslib in de Westerschelde, onderverdeeld in west en oost. Merk op dat de stortvolumes in de Westerschelde veel groter zijn dan in de andere Zeeuwse wateren. Dit wordt in Tabel 9 geïllustreerd.

Tabel 9 Gemiddelde jaarlijkse stort van baggerslib in Zeeuwse wateren over de periode 1993 – 2004 (in 10^3 m^3/jaar in situ).

waterlichaam	stortvolume (10^3 m^3)
Westerschelde	4200
Oosterschelde	88
Veerse Meer	1.3
Grevelingen	10

In tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de totale jaarlijkse hoeveelheden in de Westerschelde gestort baggerslib per stortvak, gebaseerd op de aantallen stortingen, conform de huidige stortvergunningen. Tabel 10 toont ook de percentages slib (< 63 μm) en zand (> 63 μm) in de gestorte slib. Op basis hiervan is per vak de massa zand en fijn materiaal te bepalen dat jaarlijks wordt gestort. Van het jaarlijkse stortvolume van 5300 * 10^3 m^3 is circa 2700 * 10^3 m^3 zand en 2600 * 10^3 m^3 fijn materiaal. Merk op dat voor de meeste jaren de stortvergunningen iets ruimer zijn dan het daadwerkelijk gestorte volume. In sommige jaren wordt de vergunningsruimte echter volledig benut. In de effectberekeningen is daarom uitgegaan van de vergunningen, namelijk 5300 * 10^3 m^3/jaar.

De ingezette baggerschepen in de Westerschelde zijn in het algemeen sleephopperzuigers met een beperkt beunvolume van zo'n 2500 m^3. Uitgaande van een conversiefactor tussen beunladingvolume (in m^3) en in-situ volume (in m^3) van 0.6, bedraagt het effectieve stortvolume circa 1500 m^3 per scheepsbeweging. Jaarlijks zijn dus zo'n 3500 bewegingen noodzakelijk om een volume van 5300 * 10^3 m^3/jaar te realiseren. Deze bewegingen zijn niet evenredig verdeeld over het jaar: in sommige maanden wordt niet of nauwelijks gebaggerd, in andere maanden tot wel 30% van het jaarvolume. Deze analyse is gebaseerd op Vlissingen Oost (2002), dat met een stortvolume van 2200 * 10 m^3 m^3 (cijfer 2002) verantwoordelijk is voor ongeveer de helft van de totale havenslib-stortvolume in de Westerschelde

De op basis van deze conversiefactor berekende gestorte volumes en massa zand en slib geven echter slechts een ruwe schatting van het werkelijk gestorte volume of massa bodemmateriaal en de hoeveelheden vrijkomend fijn slib. De conversiefactor wordt namelijk bepaald door vele processen. Bij het zuigen zal de dichtheid van het gebaggerde bodemmateriaal afnemen, maar in het beun zal door bezinking en overvloeien de dichtheid van het baggerslib weer toenemen evenals het percentage zand. Een deel van met name de fijne fracties zal al tijdens het baggeren overboord gaan. In hoeverre het beschikbare beunvolume van een baggerschip beladen kan worden hangt af van het draagvermogen of tonnage (pay load) van het schip. Alleen indien de werkelijke ladingdichtheid overeenkomt met de ontwerpdichtheid kan het volledige beunvolume daadwerkelijk gevuld worden, zie ook paragraaf 7.1.4. Tenslotte zal de dichtheid van de baggerspecie bij het stortproces weer afnemen. Aanbevolen wordt om de gemeten aantallen stortingen per type schip (zoals Vlissingen Oost, 2002) nader te analyseren en de jaarlijkse stortvolumes en hoeveelheden vrijkomend fijn slib nauwkeuriger te bepalen.

De totale massa (droge stof) fijn materiaal S dat jaarlijks wordt geloosd bedraagt

$$S = \rho_s \chi c V$$

met c de volumefractie droge stof, χ het percentage slib, V het totale volume en ρ_s de sedimentdichtheid.

Met c = 0.4, χ = 0.49, V = 5300 * 10^3 m^3 fijn materiaal en ρ_s = 2600 kg/m^3 bedraagt S circa 2.7 Mton per jaar fijn materiaal < 63 µm dat bij het storten vrijkomt. Een volumeconcentratie c van 0.4 impliceert een in-situ dichtheid van ca. 1600 kg/m^3, voor havenslib is dit een vrij hoge waarde.

Tabel 10 Jaarlijkse stort van baggerslib in de Westerschelde per stortvake (in 10^3 m^3/jaar). Aantal stortingen gebaseerd op een beunvolume van 2500 m^3 = 1500 m^3 in situ.

vak no.	locale diepte (m)	stortvolume ($\times 10^3$ m^3/jaar)	n stort (–)	perc. slib (%)	perc. zand (%)
1	15	2.5	2	16	84
2	18	2.5	2	16	84
3	18	300	200	64	36
4	11	300	200	64	36
5	12	225	150	52	48
6	16	225	150	52	48
7	30	297.5	198	40	60
8	16	297.5	198	40	60
9	19	150	100	58	42
10	24	150	100	58	42
11	25	725	483	41	59
12	50	725	483	41	59
14	3	43	29	54	46
15	13	1500	1000	52	48
17	21	140	93	52	48
18	11	75	50	49	51
19		7.5	5	50	50
20	2	22.5	15	42	58
21	53	22.5	15	42	58
22	3	15	10	50	50
24	8	65	43	56	44
29	30	20	13	50	50
TOT		5310	3540	49	51

6.5 Samenvatting fysische kenmerken

- De gemiddelde achtergrondconcentratie, afgeleid uit veldmetingen, bedraagt circa 50 mg/l. De variatie rond het gemiddelde is groot; de standaardafwijking is vergelijkbaar met het gemiddelde. Naar het oosten toe, richting Belgische grens, neemt de gemiddelde concentratie geleidelijk toe tot meer dan circa 70 mg/l.
- Er is een sterke seizoensdynamiek in de Westerschelde met lage concentraties in de zomer (20 mg/l op locatie Honte) en hoge concentraties in de winter (100 mg/l op locatie Schaar den Ouden Doel) .
- In het algemeen is de relatieve bijdrage van baggerslibstort aan de achtergrondconcentratie is in de periode april – september potentieel groter dan in de periode oktober – maart.
- De kritische ondergrens in doorzicht van 0,4m voor zichtjagende vogels wordt regelmatig onderschreden. Voor respectievelijk Vlissingen, Terneuzen en Hansweert is een toegestane zwevendstofconcentratie afgeleid van 45, 35 en 30 mg/l, waarbij een doorzicht van 0,4m gewaarborgd is. In deze toegestane waarde is rekening gehouden met de onzekerheid als gevolg van de grote variatie. Met nader onderzoek is deze waarde aan te scherpen en zal waarschijnlijk een minder conservatieve waarde gehanteerd kunnen worden.
- Uit metingen blijkt dat het slibpercentage in de hoofdgeulen laag is (0–2%). Ook op de hoogdynamische platen is het slibpercentage laag (2–5%). Baggerslib wordt weliswaar in geulen gestort maar de slibfractie zal geleidelijk eroderen ten gevolge van de hoge gemiddelde bodemschuifspanning in de geulen en zal zich uiteindelijk afzetten in laag
- Jaarlijks zijn ca. 3500 baggerscheepsbewegingen noodzakelijk om een stortvolume van 5300 10^3 m^3/jaar te realiseren. Het verdient aanbeveling de relatie tussen het aantal baggerscheepsbewegingen en het totale volume vrijkomend fijn slib bij baggeren en storten nader te analyseren. Door de gemaakte aannamen is een afwijking van meer dan 50% heel goed mogelijk.

6.6 Morfologie en morfologische veranderingen van de Westerschelde

Om de effecten van de bagger- en stortwerkzaamheden te kunnen bepalen en beoordelen moeten ook de effecten op lange-termijn worden beschreven. Met de lange-termijn effecten worden bedoeld de ontwikkelingen ten gevolge van de morfologische veranderingen door baggeren en storten. Het gaat dan om cumulatieve effecten van baggeren en storten op alle locaties over lange tijd. Hieronder komen de volgende onderwerpen aan bod die de huidige staat van de morfologie in de Westerschelde beschrijven:

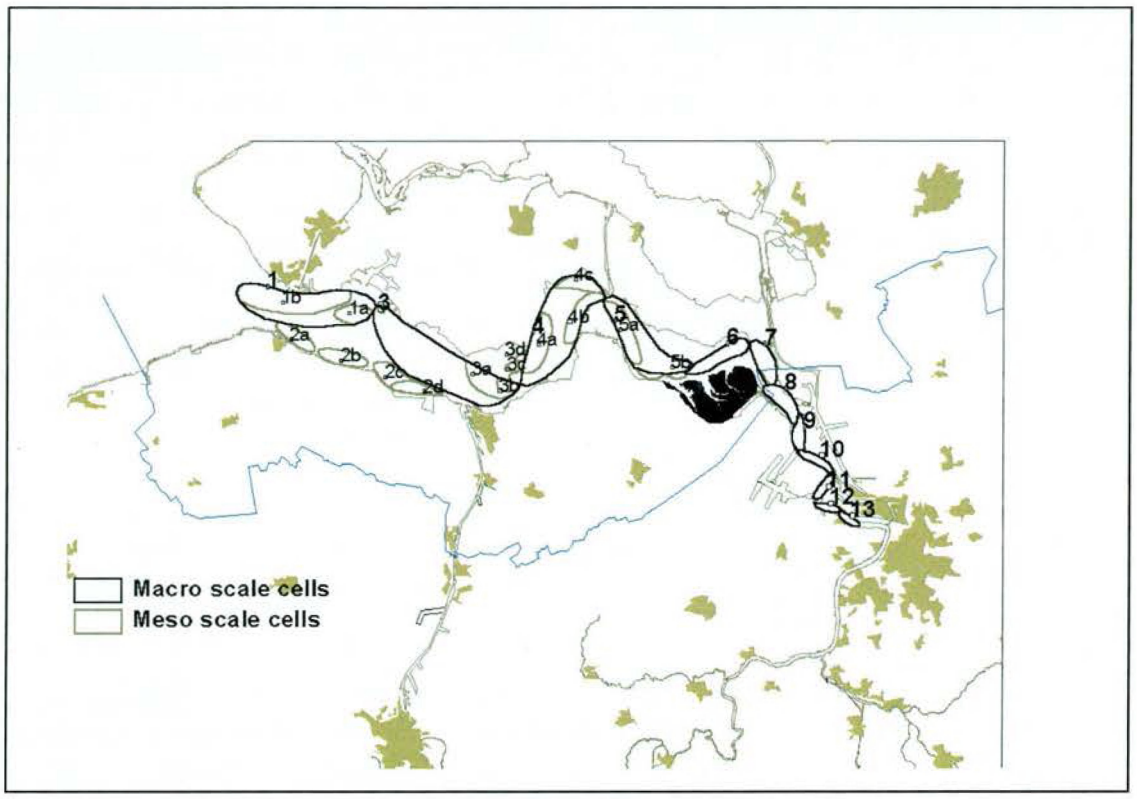
- Het meergeulensysteem;
- Trendmatige ontwikkelingen in het zandbalans als gevolg van ingrepen en natuurlijke processen, op schaalniveaus van grote delen van de Westerschelde (macrocellen) en grote individuele geulen;
- Verandering van morfologische structuur van een waterlichaam zoals het meergeulensysteem en de verhouding van arealen van verschillende soorten gebieden (schorren, intergetijdengebieden, ondiepwatergebieden, diepe geulen, etc.);
- Ontwikkelingen van de intergetijdengebieden;
- Areaalveranderingen van slikken en schorren.

6.6.1 Schematisatie van het morfologische systeem

De Westerschelde wordt gekenmerkt door een mooi regelmatige patroon van geulen en platen. Morfologisch gezien, kunnen deze geulen worden verdeeld in eb- en vloedgeulen. Het onderscheid tussen eb- en vloedgeulen is gebaseerd op de ligging van de drempel (ondiepte) in de geulen: vloedgeulen hebben landwaarts een drempel, ebgeulen hebben zeewaarts een drempel (Van Veen, 1950). Daarnaast kunnen de geulen, in deelgebieden van de Westerschelde worden onderverdeeld in grote hoofdgeulen en kleinere kortsluitgeulen. De hoofdgeulen en kortsluitgeulen vormen samen een regelmatig repeterend patroon dat wordt aangeduid als estuariene sectie of bochtgroep (Jeuken, 2000). Een estuariene sectie bestaat uit een grote gekromde ebgeul met daarnaast een rechte vloedgeul. De geulen worden meestal gescheiden door langgerekte plaatgebieden en met elkaar verbonden door de kleinere kortsluitgeulen. Ieder sectie wordt gekenmerkt door een eigen gedrag. Dit betekent dat de bochtgroep als een aparte morfologische eenheid kan worden beschouwd.

Het schematiseren van het systeem van geulen en platen is in het kader van de LTV-studie verder uitgewerkt (Winterwerp e.a., 2000). Op basis van het onderscheid tussen grote en kleine eb- en vloedgeulen is het systeem van geulen geschematiseerd als een ketting van morfologische cellen (Figuur 10). Iedere cel bestaat uit een ebgedomineerde (eb)geul, een vloedgedomineerde (vloed)geul met daartussen een plaat. De grote geulen (hoofdgeulen) vormen de macrocellen. De meso-cellen zijn geassocieerd met de kleinere geulen of inscharingen. Een aantal van deze meso-cellen vallen samen met de eerder genoemde kortsluitgeulen. Een belangrijke achtergrond van dit cellen-concept is dat het handhaven van het meergeulensysteem een belangrijke voorwaarde is voor het behoud van de natuurlijkheid van het estuarium. Mogelijke effecten als gevolg van bagger- en stortactiviteiten op de handhaving van het meergeulensysteem moeten dus ook worden beschouwd bij eventuele vergunningverlening.

De intergetijdegebieden langs beide zijde van het estuarium, dus grenzende aan land, worden slikken genoemd. Vergeleken met de platen (intergetijdegebieden die eilanden worden tijdens laagwater) zijn de slikken vaak slibrijker. Op een aantal plaatsen zijn er schorren naast de slikken, hoger gelegen en begroeide gebieden die alleen tijdens hoogwater bij springtij worden overstroomd. Verre weg de grootste schor is het Land van Saeftinge. Andere schorren langs de Westerschelde zijn Pauline Schor, Schor van Waarde, Schor van Bath en Zuidgors.



Figuur 10 Verdeling van het estuarium in macrocellen / bochtgroepen

6.6.2 Morfologische veranderingen

De paragrafen hieronder zijn een samenvatting van Bijlage G. De verwijzingen in de tekst betreffen ook de figuren in Bijlage G.

Veranderingen van macrocellen en zandbalans

Figuur G-2 toont de gemeten tendensen van cumulatieve erosie en sedimentatie in de zes bochtgroepen van de Westerschelde. Het gaat hierbij om de totale erosie dan wel sedimentatie die het gevolg is van ingrepen en 'natuurlijke' processen (volumeveranderingen geïnduceerd door de waterbeweging). Enkele geconstateerde, trendmatige ontwikkelingen zijn:

- De bochtgroepen 1 en 3 in het westelijk deel van de Westerschelde eroderen min of meer van nature gedurende de periode 1970/1975-1996.
- De bochtgroep nabij Hansweert (4) wordt (vanaf 1960) tot 1986 gekenmerkt door een natuurlijke sedimentatie. Tussen 1986 en 1990 slaat die tendens tot sedimentatie om in erosie.
- De lange-termijn ontwikkeling van de gebieden 5, 6 en 7 in het oostelijk deel van de Westerschelde wordt sinds 1970 gekenmerkt door erosie. Deze erosie wordt grotendeels veroorzaakt door het netto baggeren in dit deel van het estuarium, dat veroorzaakt is door zandwinning en doordat er sinds de tweede verruiming het gebaggerde materiaal voornamelijk in het westen wordt gestort. Vooral de variërende erosiesnelheid van het plaat-geul-systeem in macrocel 5 vertoont een opvallende overeenkomst met het netto baggeren.

- De algemene trend afgeleid door Nederbragt en Liek (2004) uit de zandbalans op basis van velddata is dat er aan het eind van de jaren tachtig vorige eeuw de import is omgeslagen naar export (zie Figuur G-3).

Individuele geulen

Figuur G-4 en Figuur G-5 tonen de ontwikkeling van de grote individuele eb- en vloedgeulen in iedere macrocel. Hieruit komen enkele ontwikkelingen naar voren:

Voor de geulen in macrocel 3 nabij Terneuzen en macrocel 1 nabij Vlissingen geldt dat de ontwikkeling van het plaatgeulsysteem in belangrijke mate beïnvloed door het quasi-cyclisch gedrag van kortsluitgeulen. Het beeld van geen eenduidige erosie of sedimentatie in de vloedgeul en erosie van de ebgeul wordt sterk beïnvloed door de precieze afbakening tussen eb- en vloedgeul. Een kleine verschuiving van deze grens tussen eb- en vloedgeul kan er toe leiden dat het beeld van erosie en sedimentatie precies omgekeerd is (erosie vloedgeul, sedimentatie ebgeul, zie Jeuken et al, 2003, 2004). De gevoeligheid van de grenzen van de geulen heeft te maken dat de grensgebieden met kortsluitgeulen morfologisch het meest actief is.

In macrocel 4, nabij Hansweert, erodeert de vloedgeul (Gat van Ossenisse/Overloop van Hansweert) terwijl de ebgeul Middelgat overwegend wordt gekenmerkt door sedimentatie. Ook deze ontwikkelingstendens kent een historische relatie (uit 1951) met het gedrag van kortsluitgeulen in het drempelgebied van de vloedgeul (zie Jeuken, 2000, Jeuken et al, 2003, 2004), die heeft geleid tot een bochtafsnijding van de ebgeul. De versterking van deze ontwikkelingstendens sinds 1997 hangt samen met omvangrijke stortingen in het kader van de tweede verdieping en het onderhoud van de vaargeul sindsdien. De sedimentatie van de ebgeul Middelgat is sinds 2005 weer omgeslagen naar een lichte erosie (mond. med. Kees van Westenbrugge).

In macrocel 5, het Valkenissegebied, bestaat de lange-termijn trend (sinds ten minste 1931) uit een erosie van de ebgeul en overwegend sedimentatie in de vloedgeul(en). Dit is in beginsel vooral een natuurlijk proces geweest. De invloed van het vaargeulonderhoud op deze ontwikkelingstendens nam in de loop der tijd toe, vooral sinds 1970 door het vele baggerwerk in de ebgeul en stortingen in de vloedgeul tijdens en na de eerste verdieping. Sinds 1985 erodeert de vloedgeul. Deze erosie valt samen met een afname van de jaarlijkse netto sedimentstortingen, het (geleidelijk) kloksgewijs roteren van de geul en het ontstaan, na een periode van afwezigheid, van nieuwe kortsluitgeulen in het drempelgebied van de vloedgeul. De erosie van de ebgeul krijgt een nieuwe impuls tijdens en na de tweede verdieping van de vaargeul in 1997/1998.

Het geulsysteem in macrocel 6, nabij Bath, wordt gekenmerkt door een erosie van de ebgeul onder invloed van netto baggeren. In de vloedgeul (Schaar van de Noord) treden kortstondige perioden van sedimentatie op tussen 1970 en 1985 die samenhangen met omvangrijke netto stortingen. Sinds 1985 wordt er niet of nauwelijks meer in deze geul gestort en erodeert de geul.

In macrocel 7 erodeert de vloedgeul (ondanks de aanwezigheid van de leidam sinds 1967), mogelijk als reactie op de aanzienlijke sedimentonttrekkingen in de aangrenzende Beneden Zeeschelde (zie ook § 2.3.2). De ebgeul erodeerde alleen tijdens en vlak na de perioden van de twee vaargeulverdiepingen in 1970-1975 en sinds 1997.

Intergetijdengebied per macrocel

Figuur G-6 toont de ontwikkeling van de intergetijdengebieden in de Westerschelde op het niveau van de macrocellen (morfologische eenheden voor de zandbalans). De ontwikkelingen sinds 1970 kunnen als volgt worden samengevat:

- Een toename van het areaal intergetijdengebied nabij Vlissingen en een zeer geleidelijke toename van de gemiddelde hoogte van deze gebieden, die gemiddeld ruim boven NAP liggen.
- Een afname van het areaal intergetijdengebied in macrocel 3 en een gemiddelde hoogte die sinds 1974 niet of nauwelijks toeneemt.
- De gemiddelde hoogteligging van het intergetijdengebied nabij Hansweert neemt vooral in de periode 1970 tot 1990 fors toe, terwijl het areaal weinig verandert (= versteiling van de platen). Na 1990 verandert de hoogte weinig maar neemt het areaal af (verdere versteiling).
- De hoogte van het intergetijdengebieden in het Valkenissegebied neemt tussen 1970 en 1985 sterk toe waarna deze toename afvlakt. De veranderingen van het areaal vertonen een nog al grillig beeld. De toename tussen 1970 en 1985 hangt vermoedelijk samen met het verdwijnen van kortsluitgeulen, terwijl de kortstondige afname na 1985 waarschijnlijk wordt veroorzaakt door het opnieuw ontstaan van kortsluitgeulen in het drempelgebied van de vloedgeul.
- De intergetijdengebieden in macrocel 6 (vooral slikken en schorranden) vertonen een grillige ontwikkeling van de gemiddelde hoogteligging. De oorzaak hiervan is niet goed bekend maar kan samenhangen met laterale erosie en aangroei van slikken en mogelijke meetfouten.
- Het intergetijdengebied in macrocel 7, nabij de grens (vooral slikken en schorren), versteilt doordat de hoogte toeneemt en het areaal enigszins afneemt.

Slikken en schorren

Afgezien van inpolderingen veranderen de arealen van slikken en schorren nauwelijks sinds 1955 (Mol *et al* 1997). Er is langs de Westerschelde onvoldoende ruimte voor het ontstaan van nieuwe schorren. Verkleinen van de schorren door erosie wordt door menselijke maatregelen tegengehouden. Veel slikken liggen op onerodeerbare veenbanken, wat misschien de verklaring is waarom er ook weinig verandering in slikareaal wordt waargenomen. Tabel 11 en 12 geven een overzicht van de areaalveranderingen van respectievelijk de slikken en schorren samen (Stikvoort *et al* 2003). Uit deze tabellen blijkt dat het slikareaal een klein beetje is toegenomen terwijl het schorareaal langzaam is afgenomen sinds 1988.

Tabel 11 Areaal slik in de gebieden westelijk midden en oostelijk deel van de Westerschelde vanaf 1959 (Uit Stikvoort *et al* 2003)

Jaar	West	Midden	Oost	Totaal
1959				4260 ha
1988	1229 ha	502 ha	1890 ha	3621 ha
1996	1078 ha	504 ha	1972 ha	3554 ha
2001	1105 ha	512 ha	2083 ha	3700 ha

Tabel 12 Areaal schor in de gebieden westelijk midden en oostelijk deel van de Westerschelde vanaf 1959 (Uit Stikvoort *et al* 2003)

Jaar	West	Midden	Oost	Totaal
1959	594 ha	52 ha	2905 ha	3551 ha
1988	111 ha	17 ha	2377 ha	2505 ha
1996	107 ha	18 ha	2267 ha	2392 ha
2001	105 ha	18 ha	2237 ha	2359 ha

6.6.3 Samenvatting morfologie

Samenvattend zijn de volgende aspecten kenmerkend voor de morfologie van de Westerschelde:

- De Westerschelde wordt gekenmerkt door een regelmatig patroon van geulen en platen, waarvan de geulen kunnen worden verdeeld in eb- en vloedgeulen. Het systeem wordt geschematiseerd als ketting van morfologische cellen, met een onderscheid tussen grote en kleine eb- en vloedgeulen. Iedere cel bestaat uit een ebgedomineerde (eb)geul, een vloedgedomineerde (vloed)geul met daartussen een plaat. De grote geulen (hoofdgeulen) vormen de macrocellen. De meso-cellen zijn geassocieerd met de kleinere geulen. Een belangrijke achtergrond van dit cellen-concept is dat het handhaven van het meergeulensysteem een belangrijke voorwaarde is voor het behoud van de natuurlijkheid van het estuarium.
- De intergetijdegebieden langs beide zijde van het estuarium, grenzende aan land, worden slikken genoemd. Vergeleken met de platen (intergetijdegebieden die eilanden worden tijdens laagwater) zijn de slikken vaak slibrijker. Op een aantal plaatsen zijn er schorren naast de slikken (hoger gelegen en begroeide gebieden die alleen tijdens hoogwater bij springtij worden overstroomd). De grootste schor is het Land van Saeftinge.
- Een algemene trend afgeleid uit de zandbalans op basis van velddata is dat er aan het eind van de jaren tachtig vorige eeuw de import van zand naar de Westerschelde is omgeslagen naar export.
- Grensgebieden met kortsluitgeulen zijn morfologisch het meest actief en daardoor meest gevoelig; een kleine verschuiving van de grens tussen eb- en vloedgeul kan er toe leiden erosie en sedimentatie omkeert.
- Per macrocel worden de trends in erosie en sedimentatie van de eb of vloedgeulen beschreven. Veelal ligt er een direct verband met baggeren onder andere voor het vaargeulonderhoud.
- De ontwikkeling van de intergetijdengebieden in de Westerschelde op het niveau van de macrocellen (morfologische eenheden voor de zandbalans) sinds 1970 zijn gekenschetst. De areaal- en hoogteveranderingen verschillen per macrocel, er is geen algemeen beeld voor het hele systeem te geven.
- Er is langs de Westerschelde onvoldoende ruimte voor het ontstaan van nieuwe schorren. Verkleinen van de schorren door erosie wordt door menselijke maatregelen tegengehouden.

7 Effecten bagger- en stortactiviteiten op het fysisch systeem

In het voorgaande zijn feitelijk de vragen op het gebied van de fysica en hydromorfologie geformuleerd om relevante veranderingen in de instandhoudingsdoelstellingen te specifieren en de hiervoor geschikte indicatoren te definiëren. In dit hoofdstuk worden de relevante effecten op het fysische systeem bepaald, beschreven en gekwantificeerd, oftewel de kritische parameters die waren geïdentificeerd in Hoofdstukken 4 en 5 worden doorgerekend met gebruik van modellen en / of op basis van expert judgement beschreven en gekwantificeerd.

7.1 Verspreiding van sediment en troebelheid (korte termijn effecten)

7.1.1 Afbakening

De invloed van slibstort op de waterstand, stroomsnelheid en zoutverdeling in de Westerschelde wordt verwaarloosbaar geacht. Daarom is geen gebruik gemaakt van een hydrodynamisch modelinstrumentarium om deze invloeden te kwantificeren. Wel is een bestaand hydrodynamisch model (KUSTZUID4NEVLA) gebruikt als basis voor verspreidingsberekeningen voor fijn materiaal. Dit model is met name geschikt om de (passieve) verspreiding van baggerslib op een wat grotere tijd- en ruimteschaal te berekenen. Op de hele kleine tijd- en ruimteschaal wordt de (actieve) verspreiding mede bepaald door de dynamiek van de baggerpluim zelf. Deze dynamiek ontstaat door de initiële impuls van de pluim bij lozing en het dichtheidsverschil tussen de pluim en de waterkolom ten gevolge van de hoge sedimentconcentratie in de pluim. Op enige afstand van de lozingslocatie gaat deze eigen dynamiek verloren en wordt de verdere verspreiding volledig bepaald door de omringende waterbeweging en de sedimenteigenschappen (met name de vaksnelheid). De actieve fase van de pluim wordt apart beschouwd in § 7.1.3 en levert de randvoorwaarden voor de passieve pluimverspreiding onder invloed van de bestaande waterbeweging. In § 7.1.4 wordt nader ingegaan op de benodigde gegevens die berekend moeten worden uit de toegeleverde gegevens over de stortactiviteiten. Uiteindelijk worden in § 7.1.5 de grootschalige slibverspreidingsresultaten gepresenteerd. Allereerst wordt in § 7.1.2 de modelopzet van het grootschalig verspreidingsmodel beschreven.

7.1.2 Modelopzet

Het KUSTZUID4NEVLA-model is ontwikkeld in het kader van LTV – O&M (Kuijper et al., 2006) en is gebaseerd op een 3×3 geaggregeerde versie van het fijne SCALWEST2000 model van Rijkswaterstaat. Voor de modelbodem is de gemeten bathymetrie gebruikt: in de Westerschelde is dit de bodem van 2002, terwijl in de monding de bodem is samengesteld uit lodingen in de jaren 2001 en 2002. Vervolgens is het modelrooster aangepast en gebaseerd op de recent ontwikkelde KUSTZUID (versie 4) schematisatie van RIKZ. Dit

houdt in dat het rekenrooster in het oostelijk deel (m.n. de Beneden-Zeeschelde) is aangepast en verfijnd (rooster ontleend aan het NEVLA model). Verder zijn de zeerandvoorwaarden aangepast op basis van nieuwe berekeningen door RIKZ. Het debiet, dat wordt gebruikt t.p.v. de bovenstroomse rand nabij Schelle is ontleend aan berekeningen door Waterloopkundig Borgerhout met het NEVLA[1] model, waar de riviertakken bovenstrooms van Schelle in de modelschematisatie worden meegenomen. In beide randvoorwaarden worden de meteorologische invloeden tijdens de simulatieperioden meegenomen, d.w.z. zij representeren het actuele getij zoals dat is opgetreden tijdens de simulatieperiode. De modelbodem is opnieuw geïnterpoleerd op het rekenrooster.

Het rekenrooster en de bodemligging zijn weergegeven in Figuur 3 (Bijlage F). In het interessegebied bedraagt de roosterresolutie circa 500 m in de stroomrichting en circa 250 m dwars op de stoomrichting.

De sedimentverspreidingsberekeningen zijn gebaseerd op een volledige doodtij-springtij-cyclus met starttijd 16/09/2002 10:00u en eindtijd 01/10/2002 08:30u. Deze waterbeweging wordt telkens herhaald voor de duur van de simulatieperiode. Zo wordt de waterbeweging voor een simulatieduur van een half jaar 12× herhaald. Omdat de waterstanden aan het begin en het einde van de doodtij-springtijcyclus niet exact aansluiten, wordt een volumecorrectie toegepast op de sedimentmassa. Deze is echter zeer klein: 0.04% per 'rewind'. De sedimentberekeningen zijn uitgevoerd in 2D. Er is geen rekening gehouden met golven, hetgeen kan betekenen dat in ondiepe gebieden op bepaalde plaatsen en tijden (afhankelijke van de windsnelheid, de windrichting en de waterstand) sedimentatie wordt overschat, daarentegen wordt resuspensie van slib door golven plaatselijk mogelijk onderschat. Aangenomen wordt dat dit over een langere periode gerekend geen significante invloed heeft.

De sedimentverspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd met DELFT3D-SED. Dezelfde modelformuleringen zijn toegepast als in de recente studie ten behoeve van de Passende Beoordeling Zandwinning Maasvlakte-2. Het modelinstrumentarium is in dit kader gekalibreerd met behulp van slibconcentratiemetingen met een hoge temporele resolutie (1× per uur) bij Noordwijk en blijkt uitstekend in staat om de gemeten concentratievariaties te reproduceren. Omdat de veranderingen in de Westerschelde veel geleidelijker verlopen mag worden aangenomen dat het toegepaste model hier zeker ook voldoet. De modelformuleringen weerspiegelen de huidige stand van zaken met betrekking tot beschikbare kennis en inzichten.

De baggerpluim wordt hierin beschreven met een enkele sedimentfractie gekarakteriseerd door een valsnelheid w_s, welke de mate van uitzakking van fijn slib beschrijft, de kritische schuifspanning voor erosie τ_{crit1} en de resuspensieconstante M_1, welke het opnieuw in de getijstroming opnemen van eerder bezonken fijn slib beschrijven. Naast een relatief makkelijk erodeerbare toplaag (met de reeds genoemde en M_1) is ook een moeilijker erodeerbare bodemlaag opgenomen (gekarakteriseerd door τ_{crit2}, M_2 en dikte d), waarin verondersteld wordt dat de fijne fractie zich nestelt in de poriën van het zandpakket. Een fractie α van de sedimentatie wordt doorgesluisd naar laag 2 en een fractie $1-\alpha$ blijft achter in laag 1. Het model wordt geïllustreerd in Figuur 11. De uitdrukkingen voor de erosiefluxen vanuit laag 1 en 2 luiden (voor $\tau > \tau_{crit}$):

[1] *NEVLA: Nederlands-Vlaams model; incl. Boven-Zeeschelde en bovenrivieren*

Laag 1: $E_1 = M_1\ W\ T$
Laag 2: $E_2 = p\ M_2\ T^{1.5}$

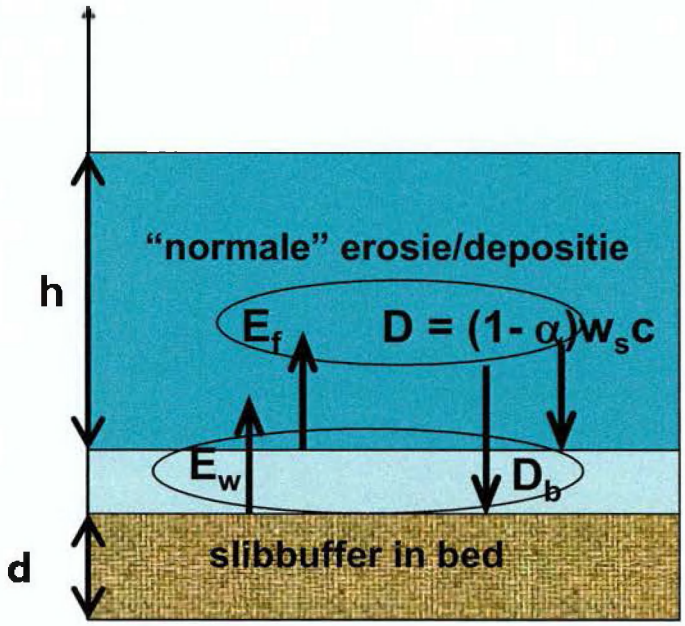
met p de slibfractie in laag 2 en W de hoeveelheid slib in laag 1 (kg/m^2) en $T = (\tau\ /\ \tau_{crit} - 1)$.

Een handige eigenschap van dit model is dat resuspensie lineair schaalt met de beschikbare hoeveelheid materiaal. Dit leidt ertoe dat de verspreiding van de baggerpluim onafhankelijk van de achtergrondsconcentratie mag worden beschouwd.

De bij de basisberekening gehanteerde parameterinstellingen worden getoond in Tabel 13. In aanvulling hierop zijn enkele gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd om de bandbreedte van het effect beter te kunnen beoordelen. De met een * gemarkeerde parameters zijn aangepast ten opzichte van de Passende Beoordeling Zandwinning Maasvlakte 2 om recht te doen aan verschillen in condities tussen de Nederlandse kustzone en de Westerschelde. Indien een nauwkeuriger kwantificering van de effecten van baggerslibstort op slibconcentratie en aanslibbing noodzakelijk wordt geacht, wordt aanbevolen om het modelinstrumentarium specifiek voor de Westerschelde te kalibreren, inclusief de natuurlijke achtergrond. Dit valt echter buiten de scoop van de huidige studie, omdat daarvoor een uitgebreide veldmeetcampagne noodzakelijk is.

Tabel 13 Basisinstellingen sedimentverspreidingsmodel. De met een * gemarkeerde parameters zijn gewijzigd t.o.v. de Passende Beoordeling Zandwinning Maasvlakte-2

Parameter	symbool	waarde	eenheid
Valsnelheid	w_s*	0.5	mm/s
Kritische schuifspanning voor erosie laag 1	τ_{crit1}	0.2	Pa
Resuspensieconstante laag 1	M_1	0.05	1/dag
Kritische schuifspanning voor erosie laag 2	τ_{crit2}	1.5	Pa
Resuspensieconstante laag 2	M_1	$1.1\ 10^{-4}$	kg/m^2/s
Laagdikte laag 2	d*	0.05	m
Fractie sedimentatie naar laag 2	α*	0.02	–



Figuur 11 Schematische presentatie van slibverspreidingsmodel met twee bodemlagen.

7.1.3 Lokale effecten van baggeren en storten

Alhoewel lokale effecten in de directe nabijheid van een baggerwerktuig mogelijk minder van belang zijn dan de grootschalige effecten, moeten deze effecten toch worden beschouwd, omdat ze mede bepalend zijn voor de hoeveelheid sediment uit de initiële baggerpluim die verder weg beschikbaar komt. Dit geldt zowel voor het overvloeien tijdens het baggeren als bij het storten.

Voor de bepaling van de verspreiding van baggerpluimen is gebruik gemaakt van expertkennis die grotendeels in rekenregels is geformaliseerd. Bij de verspreiding van een baggerpluim kan onderscheid worden gemaakt tussen lokale en grootschalige effecten. STRAAL3D beschrijft het hydrodynamisch gedrag van stralen en pluimen in een horizontaal gelaagde stationaire stroming en geeft bijvoorbeeld inzicht in het gedrag van baggerspecie in de waterverticaal tijdens storten in een getijstroming (§ 7.1.3). In § 7.1.4 wordt nader ingegaan op de specificatie van de specielozingen door door een sleephopperzuiger, met onder andere een berekening van de slibvracht en de slibgehalte, het aantal benodigde trips per jaar, etc. Deze gegevens zijn nodig om in het verspreidingsmodel te implementeren. Tevens leveren de STRAAL3D berekeningen de beginvoorwaarden voor het grootschaliger verspreidingsmodel waarvan de resultaten in § 7.1.5 worden gepresenteerd.

7.1.3.1 Verspreiding in de verticaal tijdens storten

Bij het storten wordt de vastgepakte lading direct onder het wateroppervlak gelost en zal dan als een zware dichtheidsstroom omlaagvallen. De snelheid waarmee het baggerslib naar de bodem beweegt, de invloed van de getijstroming daarop en de mate waarin het baggerslib mengt met het omgevingswater is berekend met STRAAL3D.

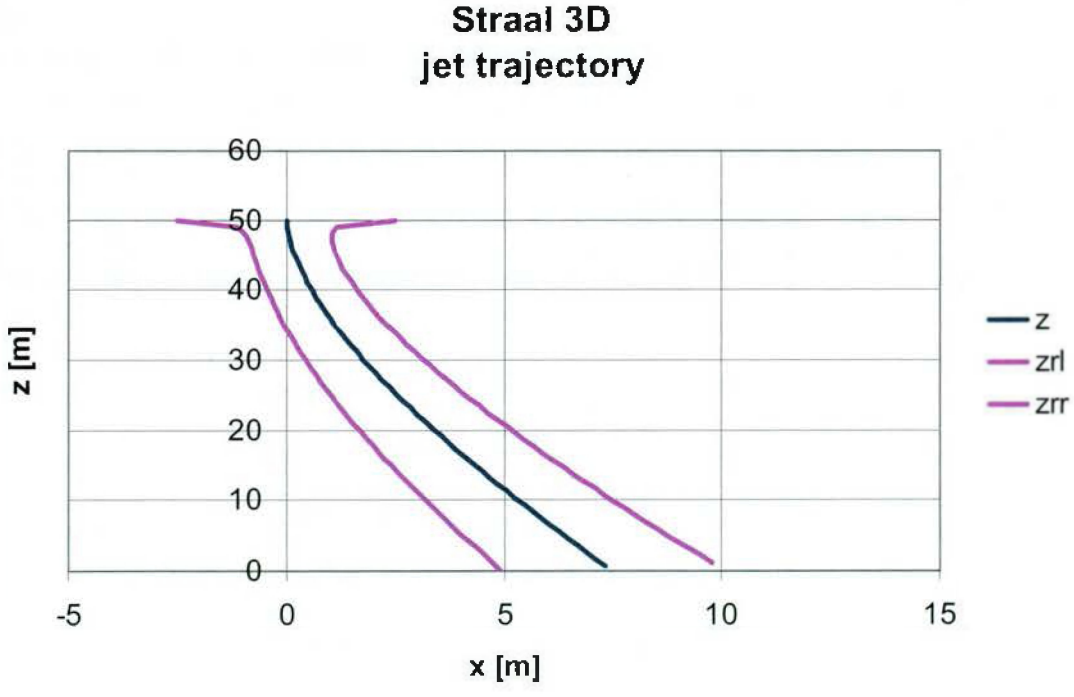
Typische condities op de stortlocaties zijn:

- waterdiepte variërend van circa 10 tot 25 m met enkele uitschieters tot 50 m;
- stroomsnelheid getij 0.5/1/1.5 m/s tijdens kentering/doodtij/springtij.

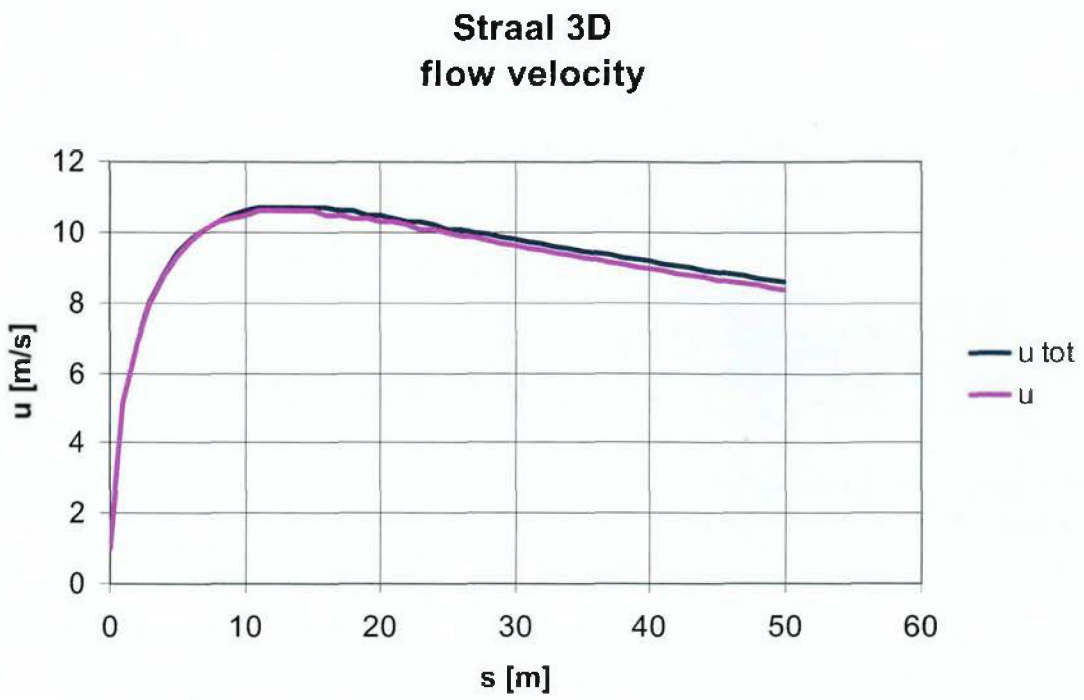
Er wordt gesteld dat de hopper een oppervlakte heeft van 40 × 12.8 m (als bijvoorbeeld de Cornelia) en dat de lading wordt gelost in circa 5 minuten door de bodemkleppen met een beginsnelheid van ongeveer 1 m/s. Bij het lossen wordt het materiaal losgespoten met fluïdisatiewater, maar dit is vrij beperkt. De volgende resultaten worden gepresenteerd:

- Zie Figuur 12: baan van het materiaal bij aanname van 1 ronde stortopening bij een getijsnelheid van 1 m/s op 50 m diepte,
- Figuur 13: de snelheid als functies van de afstand langs de baan en,
- Figuur 14: de dichtheid.

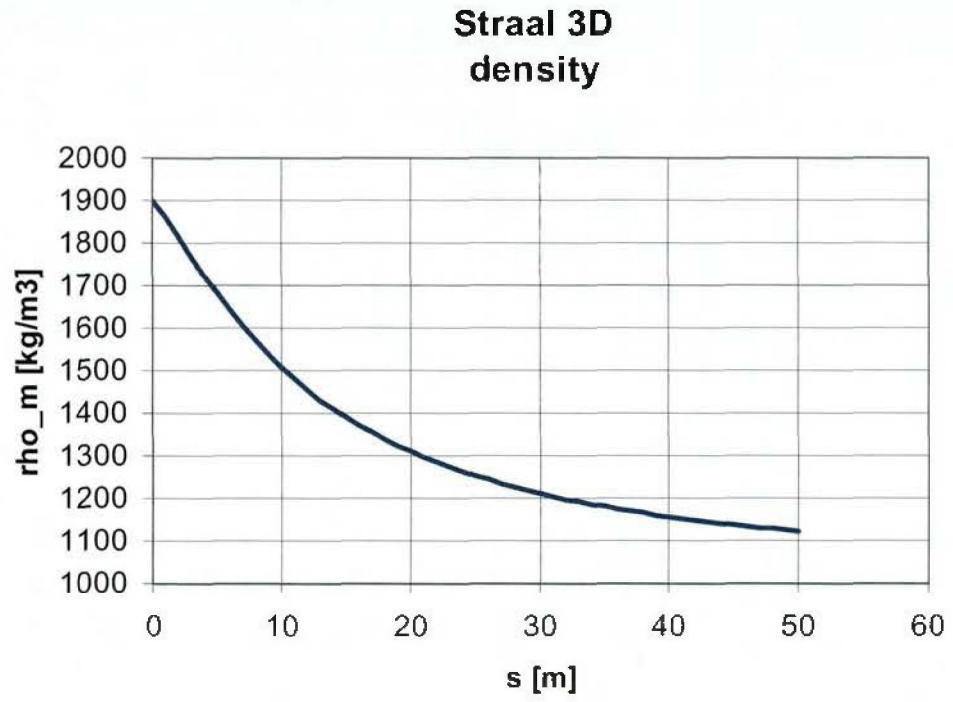
De conclusie is dat het materiaal tijdens het storten d.m.v. klappen slechts in geringe mate verspreidt en met hoge snelheid en in korte tijd op de bodem terechtkomt. Het materiaal bereikt de bodem in een gebied van ten hoogste enkele tientallen meters rondom het schip. Slechts een geringe fractie kan direct aan de waterkolom worden toegekend. Bij een kleinere waterdiepte dan 50 m is de verspreiding nog geringer. De aangehouden initiële dichtheid van 1900 kg/m^3 is typisch voor volledig zandig materiaal. Voor slibrijk materiaal met een initiële dichtheid tot 1400 kg/m^3 en voor kleinere scheepstypen is de verspreiding iets groter, maar ook dit materiaal bereikt de bodem in een gebied van slechts enkele tientallen meters rondom het schip. De figuren 12 t/m 14 zijn dus ook representatief voor meer slibrijke lading en hiervoor gelden dus dezelfde conclusies. Alleen bij langzaam storten ("gordijnklappen") met als doel het materiaal verder te verspreiden over de bodem of in de getijstroming zal de menging met het omgevingswater sterker zijn.



Figuur 12 Baan van het materiaal



Figuur 13 De snelheid als funcite van de afstand langs de baan



Figuur 14 De dichtheid van het materiaal

7.1.3.2 Verspreiding over de bodem

Als de gestorte baggerslib de bodem bereikt dan is deze inmiddels verdund tot een dichtheid van 1500 kg/m^3 of nog lager met een snelheid tot 10 m/s (Figuren 13 en 14). Daardoor zal in eerste instantie een flinke ontgrondingskuil ontstaan waar het mengsel vervolgens als dichtheidsstroom uit wegstroomt over de bodem, afhankelijk van de lokale bodemligging. Mogelijk wordt al aanwezig fijne materiaal daardoor weer in suspensie gebracht.

De zandfracties > 100 á 200 µm zullen binnen orde 100 m rondom de kuil bezinken en een zandkrater vormen. De fijnere fracties echter zullen zich over een grote gebied langs de bodem verspreiden.

Het zand zal bezinken met een poriëngehalte van ongeveer 40%. Met de zandfractie zal ook een deel van de slibfractie in de poriën meebezinken, afhankelijk van de verdunning. Aangenomen dat het oorspronkelijk materiaal in het beun bestond uit 60% zand en 40% slib dan kan het percentage in het zand bezonken slib als volgt berekend worden. Bij een stortdiepte van 10 m wordt het mengsel verdund tot 1500 kg/m^3, de concentratie neemt af en de fractie na bezinking van het zand overblijvende slib bedraagt dan ongeveer:

Oorspronkelijke slibfractie × (1-porositeit zand) × concentratie bij bodem/ concentratie in beun).

Er resteert dan nog 28% van het totaal gestorte materiaal dat als dichtheidsstroom van fijn sediment langs de bodem tot enkele honderden meters weg kan stromen of dat alsnog door de getijstroming in resuspensie wordt genomen en 12% van de slib zijn direct met het zand bezonken.

Bij een diepte van 50 m neemt de concentratie af tot 10% en resteert nog 36% van de oorspronkelijke 40% slib. Dit materiaal verspreidt zich dus dicht langs de bodem en kan van waaruit mogelijk weer door de getijstroming in de waterkolom worden ge(re-) suspendeerd.

Als beginvoorwaarden voor het grootschaliger verspreidingsmodel wordt 50% van de fijne fractie toegekend aan de waterkolom en 50% aan de bodem. Op basis van de analyse in deze en voorgaande paragraaf wordt het realistisch geacht om een gevoeligheidsberekening te maken waarin slechts 10% van de fijne fractie aan de waterkolom wordt toegekend en 90% aan de bodem.

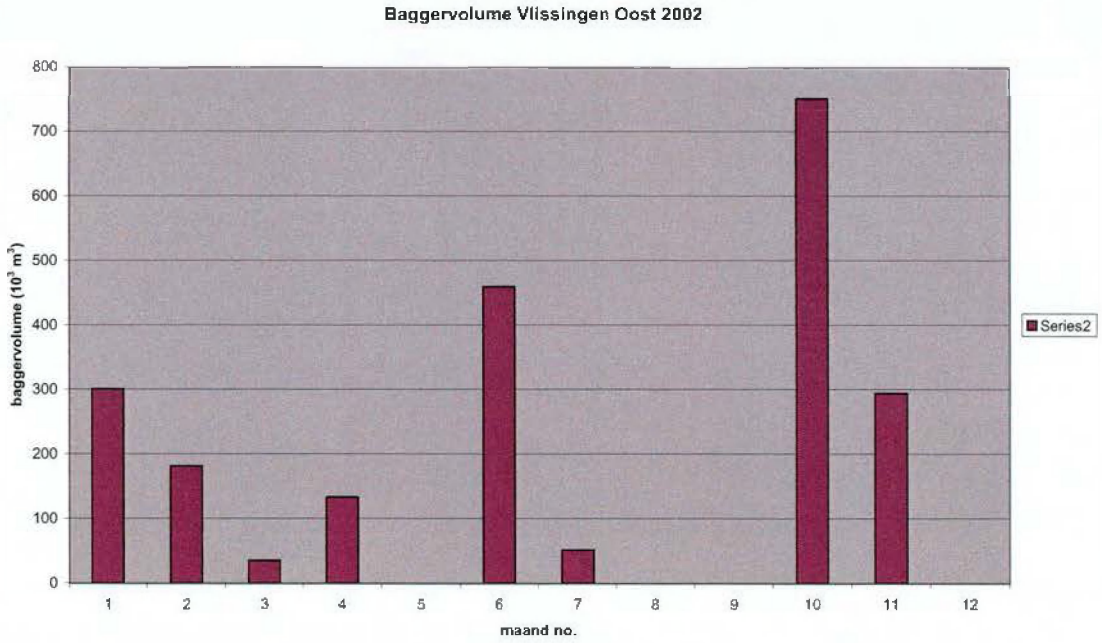
7.1.4 Specificatie van lozingen in model

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de specificatie van de sliblozingen in het verspreidingsmodel. In de Westerschelde wordt veelal gebaggerd met sleephopperzuigers van een relatief klein type, zie als voorbeeld Tabel 14 (Vlissingen Oost, 2002). Ter vergelijking zijn twee typen middelgrote sleephopperzuigers vermeld. De vaarafstand van bagger- naar stortlocatie is meestal beperkt, ongeveer 5 km of minder. Vervolgens wordt de lading gedumpt. De korte vaarafstand en korte lostijd vanwege het dumpen resulteert in korte cyclustijd ca. 2 – 3 uur. Bij volcontinu werken zijn dan ca. 50 trips per week mogelijk ofwel circa 2500 per jaar.

Tabel 14 Capaciteit van enkele typen sleephopperzuigers

Schip	Beuninhoud (m^3)	Tonnage (ton)
Scaldia	2548	
Iberia	6000	
Anglia	1202	
Atalanta	4500	
Keto	2450	
Coronaut	2548	
P.Ponton	370	
Ham 310	8225	14200
Cornelia	6388	8780

Ter illustratie: de opgegeven jaarproductie voor Vlissingen Oost bedroeg in 2002 ongeveer 2.2 miljoen m^3 gelost op het stort. Dit baggervolume is gerealiseerd met 412 trips van de Scaldia, 711 trips van de Keto, 214 van de Anglia, 233 van de Coronaut en nog 89 van de P. Ponton. De productie is niet evenredig verdeeld over het jaar. In sommige maanden wordt helemaal niet gebaggerd, terwijl in andere maanden de productie sterk wordt opgevoerd. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 15. Gezien de zeer korte vaarafstand is de cyclustijd hier beperkt tot slechts 1 uur.



Figuur 15 Verdeling van de baggerproductie voor Vlissingen Oost over het jaar 2002. Jaarvolume 2002 = 2.2 Mm^3.

Het storten of lossen met een sleephopperzuiger kan plaatsvinden door 'klappen' met bodemschuiven of kleppen. Bij ineens openen kan de lading in zeer korte tijd gelost worden (enkele minuten, zie § 7.1.3.1). Echter, de lading kan ook gelost worden door walpersen of 'rainbowen' of met een verticale pijpleiding met diffusor bij de bodem. Dit alleen voor

speciale doeleinden, waarbij de lostijd en dus de cyclustijd aanzienlijk toenemen maar de vertroebeling en verliezen gereduceerd kunnen worden.

De gebaggerde lading bestaat in het algemeen uit zand en slib. Tijdens het zuigen vindt overvloei plaats, dus een deel van de fijnste fracties (en de lading) gaat al overboord tijdens zuigen en varen.

De slibvracht kan als volgt berekend worden:

Ladingvolume:

$$V_{\text{lading}} = \frac{\text{Tonnage}}{\rho_{\text{lading}}}$$

De ladingdichtheid kan variëren afhankelijk van het gebaggerde sediment en de mate van overvloei, voor vastgepakte zandladingen geldt 1.9 tot 2 ton/m^3, voor slibladingen meestal lager bijv. 1.4 tot 1.6 ton/m^3. Het tonnage (de pay-load) van de schepen dient te worden opgegeven (Tabel 14).

Het volume percentage droge stof bedraagt:

$$c_{drogestof,lading} = \frac{\rho_{lading} - \rho_w}{\rho_s - \rho_w}$$

In § 6.4 is aangehouden een in-situ dichtheid van 1600 kg/m^3. Indien de ladingdichtheid bijvoorbeeld 1350 kg/m3 bedraagt en overeenkomt met de ontwerpladingdichtheid van het betreffende schip, dan vertegenwoordigt een beunvolume van 2500 m^3 ook een ladingvolume van 2500 m^3 en de aanname dat dit overenkomt met een in-situ volume van 1500 m^3, impliceert dan dat er 600 ton droge stof is gebaggerd waarvan 550 ton in het beun en 50 ton overvloeiverlies.

Het aantal kilogrammen fijn sediment dat per lading gestort wordt bedraagt:

$$S_{fines,lading} = \rho_s \chi_{fines} c V_{lading}$$

waarin:

V_{lading}	ladingvolume	m^3
c	volumepercentage droge stof in de beunlading	%
$c\rho_s$	gehalte droge stof van de lading	g/l
χ	fractie slib van de droge stof	%
ρ_s	dichtheid zand- en slibkorrels (ca. 2600)	kg/m^3
ρ_w	dichtheid water (ca. 1020)	kg/m^3
ρ_{lading}	natte - of bulkdichtheid van de lading	kg/m^3

Het slibgehalte (slib < 63 µm) van de lading in het beun is volgens metingen 40-60 vol% waarvan 10-20 vol% kleideeltjes < 2 µm. De rest bestaat uit zand > 63 µm.

Deze analyse is gebaseerd op de beschikbare stortcijfers en houdt geen rekening met het feit dat bij het gebruik van sleephopperzuigers een belangrijk deel van het gebaggerde materiaal tijdens het baggeren kan overvloeien en kan terechtkomen in de waterkolom, vooral de slibfractie < 63 mm. De zandfractie zal in het beun bezinken.

Bij de bepaling van de jaarlijks gestorte hoeveelheden sediment op basis van de aantallen scheepsbewegingen moet het ladingtonnage (pay load) van de betreffende baggerschepen bekend zijn, deze volgt uit het beunvolume en de ontwerpladingdichtheid. Merk op dat stortvolumes niet gelijk zijn aan baggervolumes; om de jaarlijks gebaggerde hoeveelheden te bepalen uit de stortvolumes dient gecorrigeerd te worden voor het overvloeiverlies en de dichtheidsverschillen in-situ, in het beun en na storten, die in belangrijke mate bepaald worden door de verhouding zand en slib.

Op basis van deze analyse zijn de stortactiviteiten als volgt in het verspreidingsmodel geïmplementeerd. Het jaar is onderverdeeld in 12 maanden, waarbij om-en-om een maand voorkomt met een slibstort ter grootte van 1/6 van het jaarvolume en een maand zonder slibstort. Dit doet recht aan de waargenomen variabiliteit in stortintensiteit en maakt het bovendien mogelijk om de relaxatie van het systeem te onderzoeken in een periode zonder stort.

Tabel 10 toont het jaarlijkse aantal storts per stortlocatie op basis van een beunvolume van 2500 m^3. Dit aantal moet door zes worden gedeeld om het aantal trips per stortmaand te verkrijgen. Het resulterende aantal trips is verdeeld over de maand met een maximum van 5 trips per getij. Voor vak 15 (Braakman) is met 133 trips een groot deel van de maand nodig, terwijl voor vakken met weinig trips slechts één of enkele getijden nodig zijn. In het verspreidingsmodel neemt het aantal vakken waarin wordt geloosd daarom geleidelijk af gedurende de stortmaand. De stort is geïmplementeerd als een lozing volgens een blokfunctie met een duur van 0.5h. De stort vindt plaats in de roostercel in het centrum van de stortlocatie (zie Figuren A1 en A2). Er is rekening gehouden met de getijfase: in ebvakken wordt alleen geloosd tijdens eb en in vloedvakken alleen tijdens vloed.

Merk op dat in de verspreidingsberekening alleen de fijne fractie kleiner dan 63 μm is beschouwd; het effect van de zandfractie komt apart aan bod in Hoofdstuk 7.2.

7.1.5 Resultaten effecten grootschalige slibverspreiding

In deze paragraaf worden de resultaten van de passieve verspreidingsberekening besproken. Er is één referentieberekening uitgevoerd waarvan de instellingen worden getoond in Tabel 13. Daarnaast is nog een aantal gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd om een oordeel te kunnen vellen over de bandbreedte van de effecten. De uitgevoerde berekeningen worden opgesomd in Tabel 15.

Tabel 15 Overzicht van de verspreidingsberekeningen

runID	uitleg
w06	referentieberekening
w03	w_s = 1 mm/s (iets grover materiaal)
w08	M_1 = 0.025 1/dag
w05	M_1 = 0.25 1/dag
w04	d = 0.1 m; α = 0.05 (grotere inhoud 2e laag)
w07	10% van slib in waterkolom; 90% in bodem (beter gecontroleerde stort)

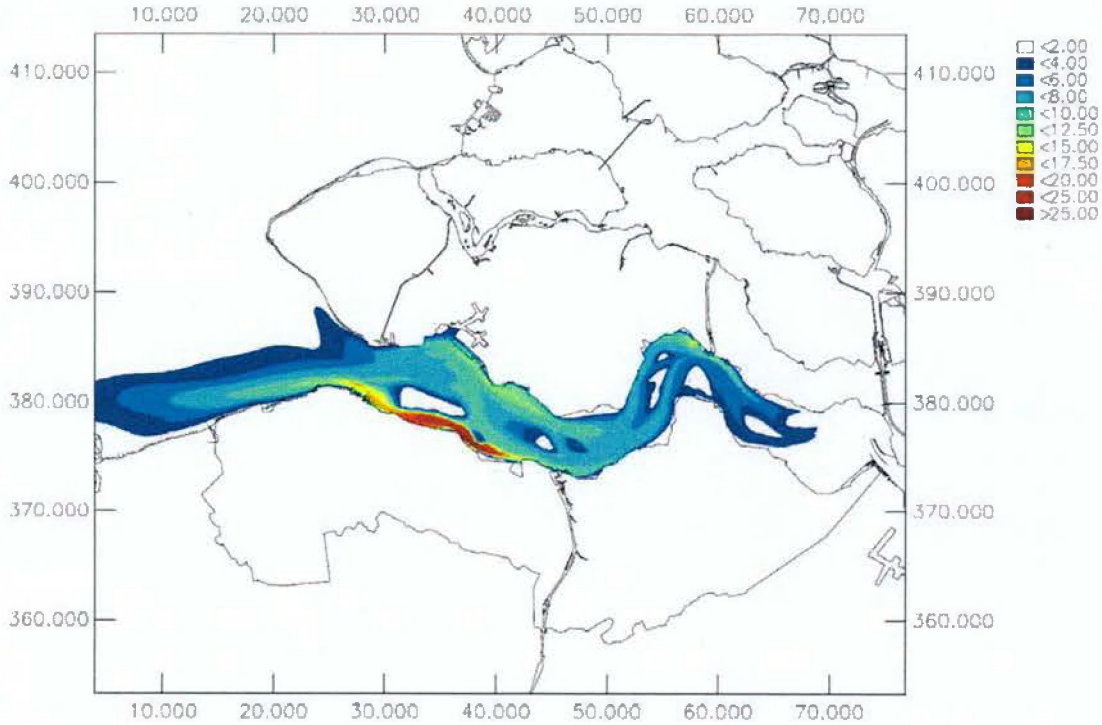
De variatie in M_1 is toegepast omdat het onzeker is hoe snel de fijne fractie van de baggerslib weer verdwijnt van de bodem van de geulen. Gezien de hoge bodemschuifspanning in de geulen (en het hierdoor zandige karakter) kan fijn materiaal zich niet lang in de geul handhaven. De referentiewaarde van M_1 = 0.05 1/dag betekent dat na 14 dagen 50% van het fijne materiaal verdwenen is van de oorspronkelijke stortlocatie indien $\tau_{gem} = 2\tau_{crit}$ en indien sedimentatie wordt verwaarloosd. Bij de lage waarde van M_1 = 0.0257 1/dag duurt dit 28 dagen en bij de extreem hoge waarde van M_1 = 0.25 1/dag slechts een kleine 3 dagen. Deze laatste waarde is niet erg realistisch, maar bakent wel de absolute bovengrens af van de mogelijk optredende concentraties.

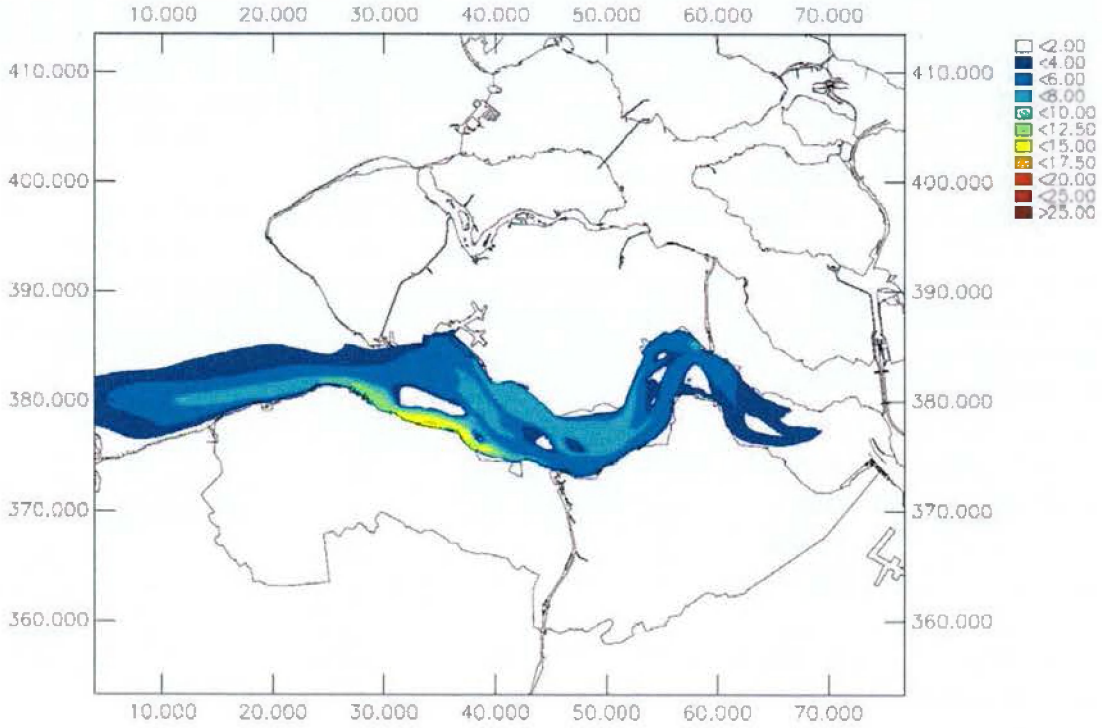
Van deze berekeningen worden de volgende figuren getoond:

1. de maandgemiddelde slibconcentratie in zowel de stortmaand als in de hierop volgende maand zonder stort.
2. de maximaal optredende slibconcentratie in zowel de stortmaand als in de hierop volgende maand zonder stort.
3. de hoeveelheid slib op de bodem (laag 1, in g/m^2) aan het einde van de stortmaand en aan het einde van de hierop volgende maand zonder stort. N.B. 10.000 g/m^2 betekent een sliblaagdikte van circa 2.5 cm.
4. de fractie slib in de bodem (laag 2, dimensieloos) aan het einde van de stortmaand en aan het einde van de hierop volgende maand zonder stort. N.B. een fractie van 5% betekent een massa van 3.9 kg/m^2 voor een ingestelde laagdikte van 5 cm en een porositeit van 0.4.

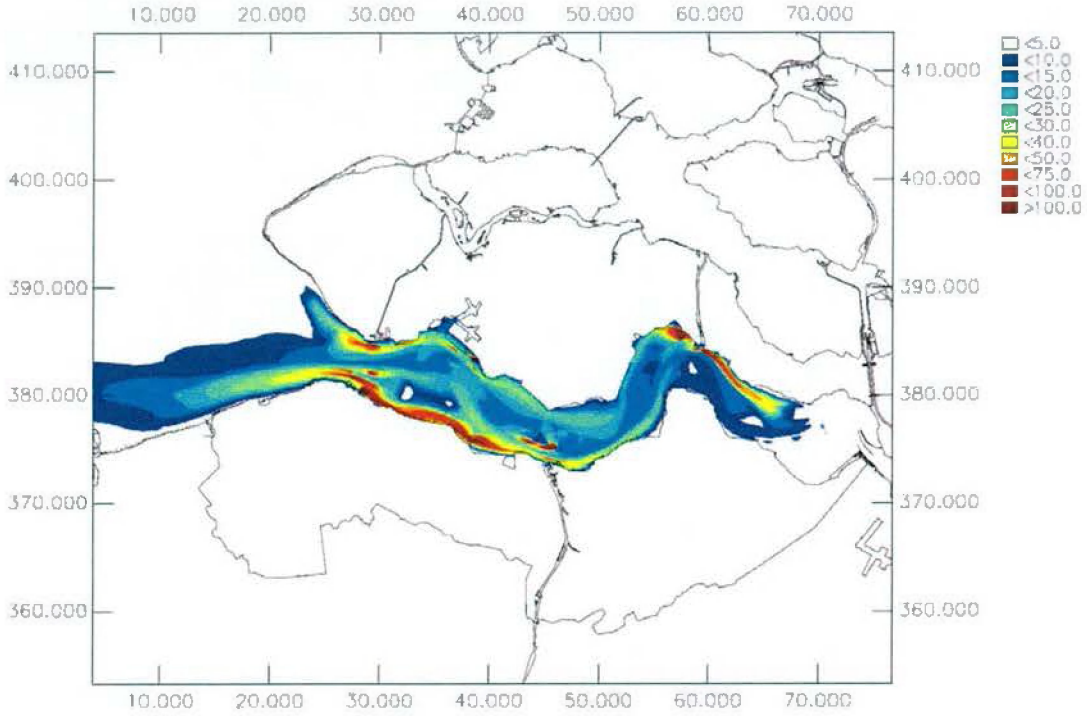
De berekeningen zijn uitgevoerd voor een periode van 2 maanden, waarvan 1 met en 1 zonder stort. Vervolgens zijn de berekeningen herstart met als beginconcentraties en – massa's de eindwaarden van de eerste 2 maanden. De derde cyclus (d.w.z. de 5e en 6e maand) komt in het interessegebied nagenoeg overeen met de tweede cyclus (d.w.z. de 3e en 4e maand), zodat kan worden geconcludeerd dat het systeem zich in een dynamisch evenwicht bevindt. Alle getoonde resultaten zijn van de derde ('c') cyclus.

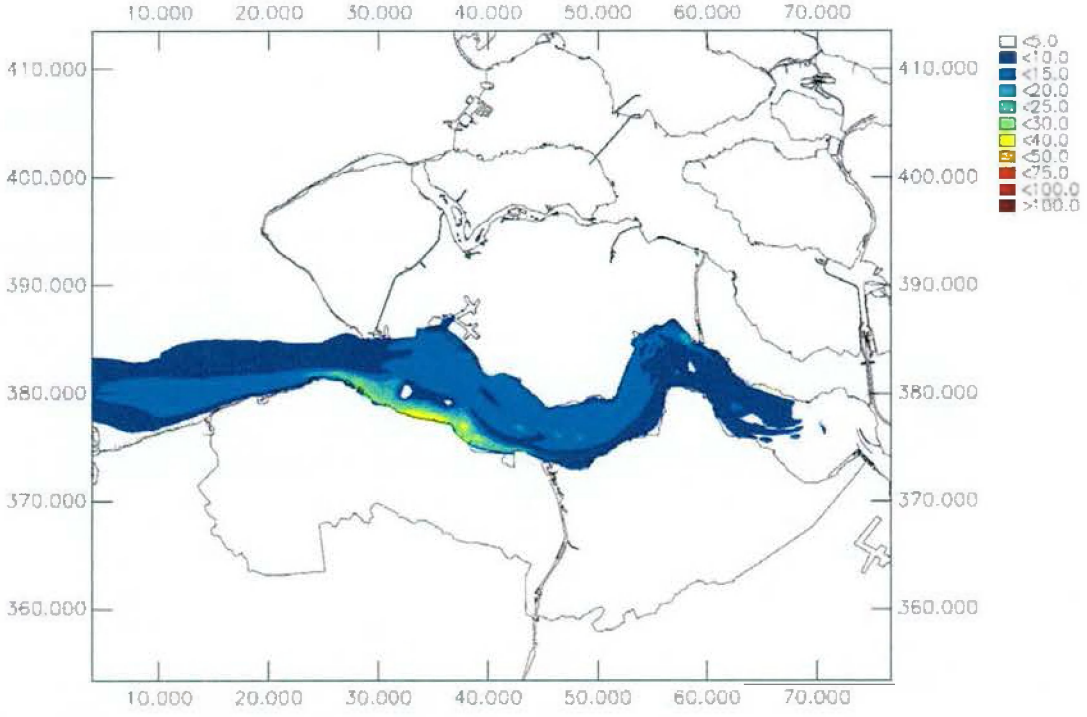
De figuren van de referentieberekening (w06) worden hieronder getoond (Fig. 16 – 19). Voor de figuren van de overige berekeningen wordt verwezen naar Appendix F.



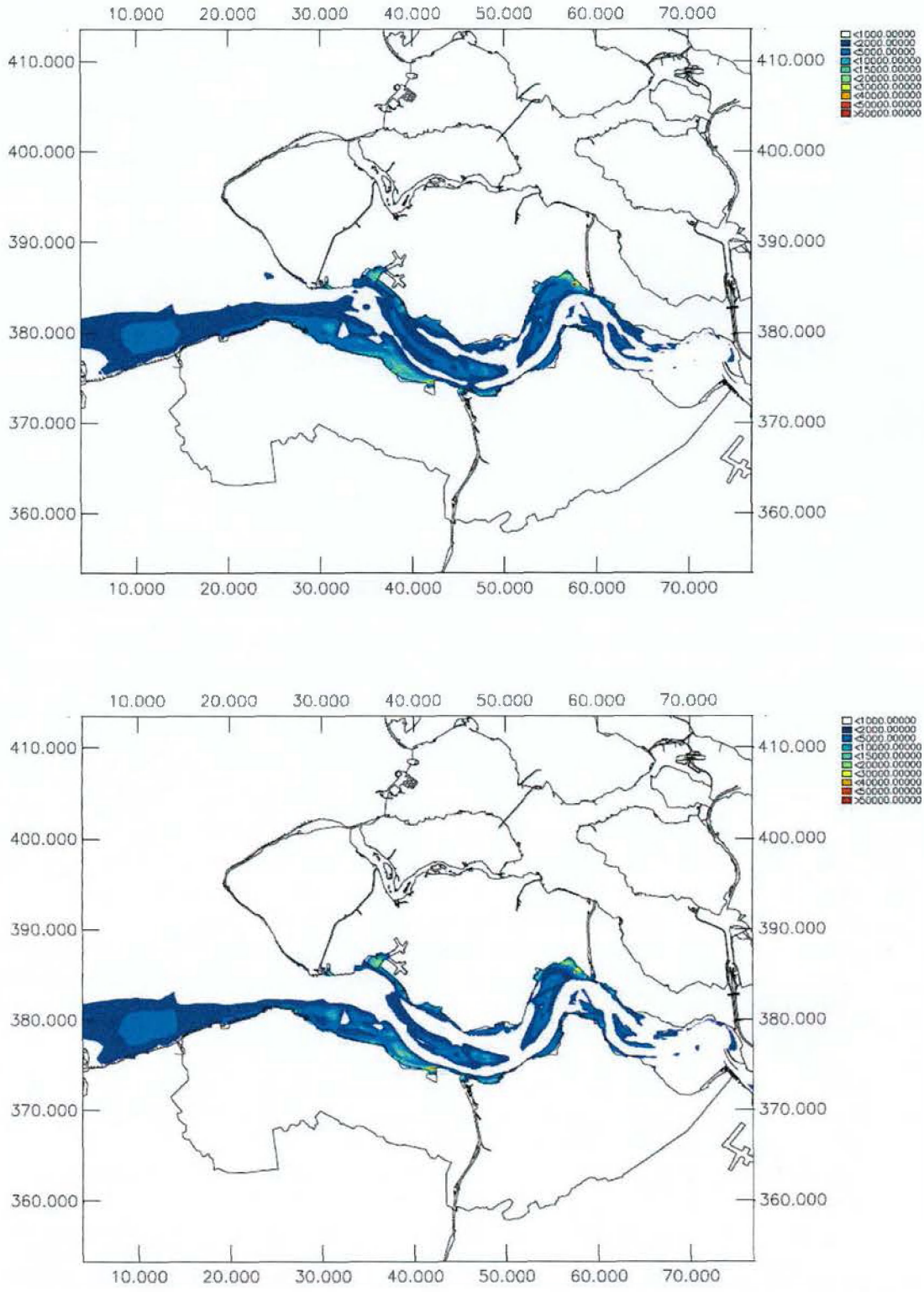


Figuur 16 Maandgemiddelde slibconcentratie (mg/l) in zowel de stortmaand als in de hierop volgende maand zonder stort.

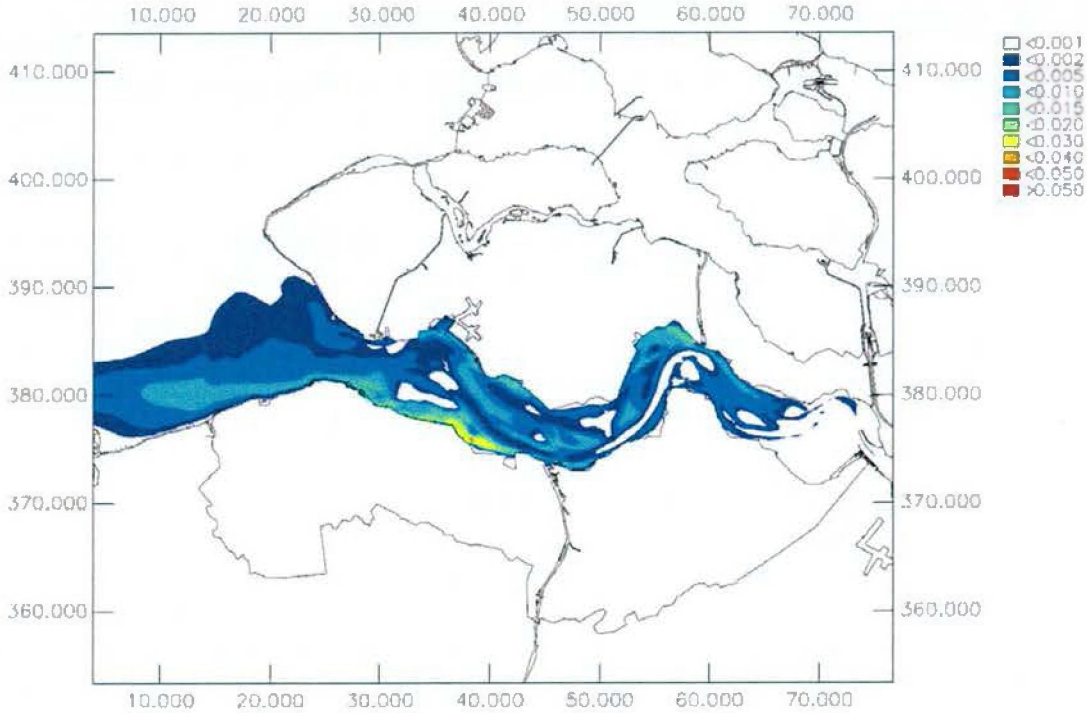


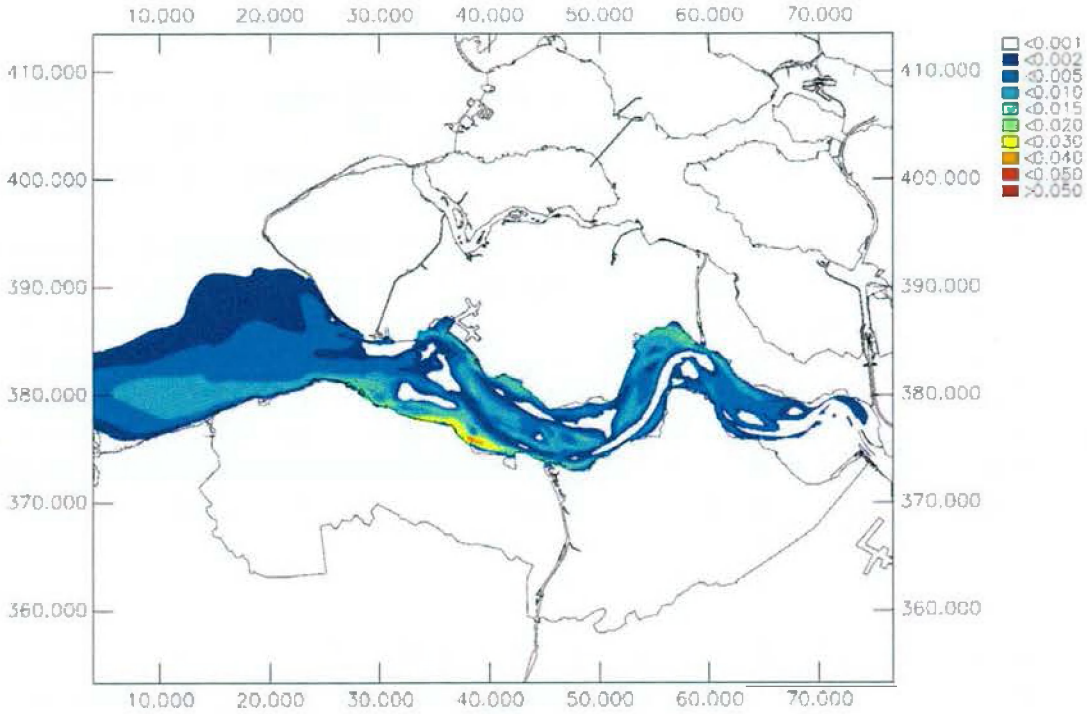


Figuur 17 De maximaal optredende slibconcentratie (mg/l) in zowel de stortmaand als in de hierop volgende maand zonder stort.



Figuur 18 De hoeveelheid slib op de bodem (laag 1, in g/m^2) aan het einde van de stortmaand en aan het einde van de hierop volgende maand zonder stort. N.B. 10.000 g/m^2 betekent een sliblaagdikte van circa 2.5 cm.





Figuur 19 De fractie slib in de bodem (laag 2, dimensieloos) aan het einde van de stortmaand en aan het einde van de hierop volgende maand zonder stort. N.B. een fractie van 5% betekent een massa van 3.9 kg/m^2 voor een ingestelde laagdikte van 5 cm en een porositeit van 0.4.

7.1.6 Conclusies berekeningsresultaten slibverspreiding:

De volgende conclusies kunnen uit de grootschalige slibverspreidingsresultaten worden afgeleid:

- Uit de figuren met de maandgemiddelde concentraties blijkt dat met name locatie W15 (Braakman) leidt tot een aanmerkelijke verhoging van de natuurlijke achtergrondconcentratie. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door het grote stortvolume, maar anderzijds door de geringe diepte en doorstroming van deze nevengeul. Bij Vlissingen, waar het stortvolume vergelijkbaar is, is het effect op de gemiddelde concentratie aanmerkelijk lager door de grote waterdiepte en doorstroming. Toch is de concentratieverhoging door baggerslibstort ook hier significant ten opzichte van de natuurlijke achtergrondswaarden. De op zichzelf significante toename van de zwevendstofconcentratie heeft echter geen significante invloed op de habitatgeschiktheid voor de relevante diersoorten.
- In de buurt van de stortlocaties is de gemiddelde concentratie in de maand zonder stort sterk verlaagd ten opzichte van de maand met stort. Op grote afstand van de stortlocaties (> 10 km) is de gemiddelde concentratie in de maand zonder stort maar in beperkte mate lager. Het instellen van een 'ecologisch tijdvenster' voor slibstort kan dus in principe zinvol zijn in kwetsbare gebieden.
- De gemiddelde concentratie neemt af bij een grotere valsnelheid, een kleinere resuspensieparameter en, op de langere termijn (in de 2e maand) ook bij een grotere buffercapaciteit van de 2e bodemlaag.
- Indien niet 50% maar 10% van het fijne materiaal bij stort in de waterkolom terechtkomt (en 90% in plaats van 50% in de bodem), wordt de maandgemiddelde concentratie maar in beperkte mate lager. Klaarblijkelijk wordt de maandgemiddelde concentratie gedomineerd door resuspensie van baggerslib vanaf de bodem en niet door de initiële pluimconcentratie. Op een langere tijdschaal (orde een maand) is de stortmethode dus niet zo belangrijk voor de gemiddelde concentratie.
- Tijdens de stort verspreidt het materiaal zich slechts in geringe mate en met hoge snelheid en komt in korte tijd op de bodem terech. Het materiaal bereikt de bodem in een gebied van ten hoogste enkele tientallen meters rondom het schip. Slechts een geringe fractie komt in de waterkolom terecht. Voor slibrijk materiaal en voor kleinere scheepstypen is de verspreiding iets groter, maar ook dit materiaal bereikt de bodem in een gebied van slechts enkele tientallen meters rondom het schip.
- Op de korte tijdschaal (tijdens stort en de eerste uren na stort) is de concentratie wel erg gevoelig voor de stortmethode. Dit blijkt uit de figuren met de maximale concentratie. De berekende maxima voor een stort waarbij 10% van de fijne fractie direct vrijkomt in de waterkolom zijn aanmerkelijk lager dan de maxima voor een stort waarbij 50% van de fijne fractie direct vrijkomt.
- Uit de figuren met de maximale concentratie blijkt tevens dat de maximale concentratie vlakbij de stort ongevoelig is voor de overige parameterinstellingen; het niveau wordt hier bepaald door de omvang van de lozing in combinatie met de lokale diepte en stroomsnelheid. De maximale concentraties treden slechts kort op tijdens stort (niet zichtbaar in de figuren). Verder weg van de stortlocaties is de gevoeligheid voor de parameter-instellingen zoals besproken bij de maandgemiddelde concentraties.
- Uit de figuren met de hoeveelheid slib op de bodem blijkt dat het fijne materiaal zich niet kan afzetten in de geulen of daaruit, indien tijdelijk lokaal afgezet door slibstort, weer verdwijnt. De meeste afzetting vindt plaats in gebieden met een lage gemiddelde

bodemschuifspanning zoals laagdynamische platen en oevergebieden. Het gebied waarin de afzetting dikker is dan 1 cm is echter zeer beperkt van omvang (groene, gele en rode zones in de figuren). Op basis van een eenvoudige massabalans is dit ook niet verwonderlijk: indien de totale storthoeveelheid van 2600 * 10^3 m^3/jaar fijn materiaal (zie § 6.4) evenredig over de hele Westerschelde (circa 400 km^2) wordt verdeeld, resulteert dit in een aanslibbing van circa 0.65 mm/jaar. Indien echter al het slib zich zou afzetten in laagdynamische slibrijke intergetijdegebieden (met een areaal van circa 1500 ha), dan zou dit kunnen leiden tot een lokale aanslibbing van 15 cm/jaar.

- Door de geringe afstand van de stortlocaties tot de havenbekkens sedimenteert een (beperkt) deel van het gestorte materiaal weer in de havens. Dit is bijvoorbeeld waarneembaar in de Braakman en in de Sloe.
- In de berekening met de lagere resuspensieparameter wordt (netto) wat meer slib afgezet in laagdynamische gebieden in de directe omgeving van de stortlocatie. Het slib blijft als het ware meer 'hangen'. Dit is gunstig voor de troebelheid, maar mogelijk ongunstig voor het littoraal (indien meer slibafzetting ecologisch ongewenst is).
- Uit de figuren met de slibfractie in de bodem blijkt dat de slibfractie lokaal met enkele procenten toeneemt, o.a. op de Spijkerplaat. De berekende toename treedt met name op plaatsen op waar ook van nature al een hoger slibpercentage wordt waargenomen, zie Figuur 5 met de gemeten slibpercentages op basis van het McLarenonderzoek. De bodem verandert daarom niet van karakter (namelijk slibrijk).
- Op plaatsen waar zich geen slib op de bodem kan afzetten, kan wel slib in de bodem infiltreren ten gevolge van de hogere kritische schuifspanning voor erosie van laag 2 ten opzichte van laag 1.
- De gemiddelde slibfractie in de bodem neemt licht toe in de maand zonder slibstort ten opzichte van de maand met slibstort. Dit lijkt opmerkelijk, maar wordt veroorzaakt door de trage responstijd van de 2e bodemlaag op concentratieveranderingen in de waterkolom. In de maand zonder stort kan de 2e laag daarom verder worden opgeladen met sediment vanuit de snel reagerende toplaag.
- Alhoewel een duidelijke correlatie waarneembaar is tussen het berekende slibpercentage en het waargenomen slibpercentage, is het berekende percentage op enkele hoge platen erg laag, terwijl McLaren een hoog slibpercentage aangeeft. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de hoogste delen van deze platen in de gebruikte doodtij-springtijperiode niet of nauwelijks overspoelen, waardoor geen aanvoer van sediment kan plaatsvinden.

Algemeen gesproken uit het effect van de baggerslibstort op het littoraal zich in:

- Een versnelde ophoging van de schorren; de snelheid van ophoging neemt lineair toe met de gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom.
- Een toename van het slibpercentage in de bodem, ook op zandige platen; de mate van toename is evenredig met de toename in gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom en met het huidige slibpercentage in de bodem. Zo kan bij een verdubbeling van de concentratie het slibpercentage op de ene plaats toenemen van 0.5 naar 1% en op de andere plaats van 5 naar 10%.

Op een korte tijdschaal (orde één getij) en kleine ruimteschaal (orde één getijweglengte) wordt de maximale concentratie voornamelijk bepaald door de stortmethode (oftewel de hoeveelheid fijn materiaal dat direct vrijkomt in de waterkolom). De maximale concentratie kan worden verlaagd door optimalisatie van de stortmethode.

Op een langere tijdschaal wordt de gemiddelde concentratie voornamelijk bepaald door de resuspensiesnelheid van baggerslib vanaf de bodem van de stortlocatie. De resuspensieflux kan worden verlaagd door een stortlocatie te kiezen met een lagere dynamiek (lagere gemiddelde bodemschuifspanning). Het baggerslib komt dan geleidelijker vrij vanuit de bodem. Een locatie met een te lage dynamiek is echter ook niet geschikt, omdat hiervandaan te weinig slib kan resuspenderen en hierdoor voortdurende lokale opslibbing zal plaatsvinden. Het stortgebied kan hierdoor sterk van karakter veranderen. Er bestaat dus een optimum in de dynamiek van de stortlocaties. De huidige stortlocaties zijn over het algemeen hoogdynamisch.

7.2 Morfologische veranderingen

7.2.1 Algemeen

Zowel de slibfractie als de zandfractie van het gestorte materiaal hebben invloed op de morfologische veranderingen in het estuarium. De slibfractie beïnvloeden de ontwikkelingen van slibrijke delen van de intergetijdengebieden en de schorren. Dit wordt beschouwd in § 7.1). In deze paragraaf wordt de invloed van de zandfractie van het storten beschouwd. De beschouwing wordt gedaan op verschillende ruimtelijke schaalniveaus zoals is gehanteerd in § 6.6.2.

Opgemerkt wordt dat de bagger- en stortactiviteiten zoals beschouwd in de huidige studie gaande activiteiten zijn. Dit betekent dat de morfologische ontwikkelingen zoals geschetst in § 6.6.2 al mede een gevolg zijn van de beschouwde ingrepen, samen met andere ingrepen zoals de bagger- en stortactiviteiten voor het verruimen en onderhouden van de vaargeulen. Bij het evalueren van de effecten van de stortactiviteiten wordt hiermee rekening gehouden.

Tabel 16 Storthoeveelheden in Miljoen m^3 per jaar verdeeld over verschillende geulen

Cel	1	2a	2c, 2d	3	4	5	Totaal
ebgeul	1.0133	0.1051	0.72	0.37678	0.11175	0.1155	1.62
vloedgeul	0.28285				0.01		0.29
totaal	1.29	0.1051	0.72	0.38	0.12	0.12	2.74

In Tabel 16 is de zandfractie van het gestorte materiaal verdeeld over de verschillende macro- en meso-cellen. Voor de macrocellen is het ook verder verdeeld over de eb- en vloedgeulen. Deze hoeveelheden zijn bepaald door eerst per stortvak het gestorte materiaal te verdelen naar slib- en zandfractie. De locatie van de stortvakken (Bijlage E) bepalen in welke geul van welke cel een bepaald vak hoort.

7.2.2 Grootschalige zandbalans

Op het schaalniveau van het hele estuarium wordt het effect van de beschouwde bagger- en stortactiviteiten op de zandbalans verwaarloosbaar klein geschat. Het gebaggerde materiaal uit de havens is immers ooit van het estuarium vandaan gekomen. Er wordt ook voornamelijk gestort in de beurt van de havens. Dit betekent dat de effecten op de

zandbalans op het schaalniveau van de verschillende bochtgroepen (macrocellen) ook klein zijn.

7.2.3 Stabiliteit meergeulensysteem

Baggeren en storten geeft een verstoring voor de verhouding tussen de twee geulen in een (macro)cel. De natuur probeert dan de oorspronkelijke verhouding tussen de twee geulen te herstellen. Zo ontstaat er een nieuw dynamisch evenwicht bij een continue verstoring die niet te hoog is, waarbij bijvoorbeeld de natuurlijke erosie in een geul precies gelijk is aan de storting in dezelfde geul. Als de verstoring echter te groot is, kan een nieuw evenwicht niet ontstaan en het meergeulensysteem wordt instabiel (de geul waarin te veel gestort wordt sluit zich af, en er blijft maar één geul over). Als een dergelijke instabiliteit optreedt betekent het een ernstige aantasting voor het morfologische systeem. Daarom moet dit voorkomen worden.

Uit de LTV studie is gebleken dat vooral storten invloed heeft op de stabiliteit van meergeulenstelsels (Winterwerp e.a., 2000, 2001, Wang en Winterwerp, 2001). Om de stabiliteit van een meergeulenstelsel niet in gevaar te brengen moet de intensiteit van storten onder een kritisch niveau blijven. Dit kritische niveau van storten wordt het stortcriterium genoemd. Het stortcriterium in een bepaalde cel is gerelateerd aan de bruto sedimenttransportcapaciteit van de cel. Afhankelijk van de omstandigheden (zoals wel of niet is gebaggerd in de andere geul) wordt het stortcriterium bepaald op 5% tot 10% van de bruto transportcapaciteit (Wang en Winterwerp, 2001). Op basis hiervan zijn de stortcriteria van de verschillende macrocellen bepaald (Jeuken, 2001), zoals weergegeven in Tabel 17. In de tabel is ook aangegeven welke geul in de cel het betreft, i.e de geul waarin het meest is gestort van vooral baggermateriaal uit onderhoud van vaargeulen en/of waarin de ontwikkeling kritisch is.

Tabel 17 Stortcriterium per macrocel

Macrocel	1	3	4	5
Stortcriterium (Mm^3/jaar)	0.7 – 1.4	0.95 – 1.9	0.95 – 1.9	0.9 – 1.8
Betreft	Vloedgeul	Vloedgeul	Ebgeul	Vloedgeul

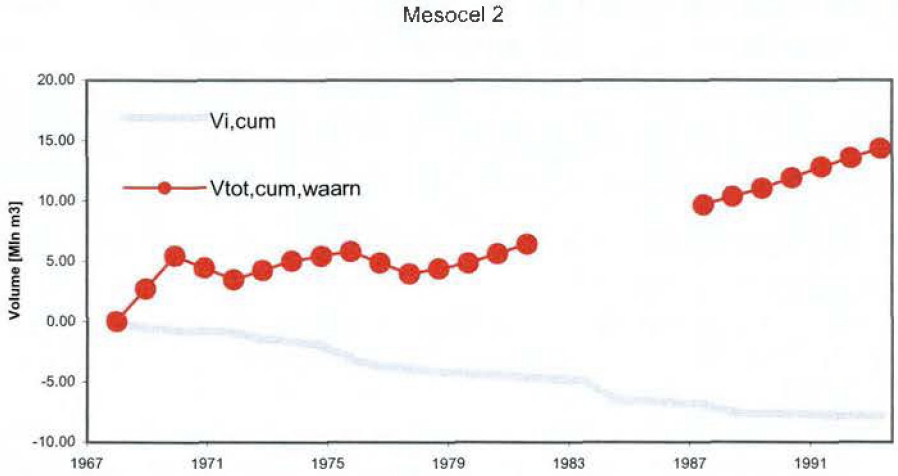
De stortcriteria in de verschillende geulen zijn later aangepast (Jeuken et al, 2003, Jeuken, 2005). In deze aanpassingen is vooral rekening gehouden met de morfologische veranderingen onder invloed van andere ingrepen (baggeren, storten en zandwinning). Bijvoorbeeld in een geul waar zandwinning plaatsvindt, kan het stortcriterium met de hoeveelheid van zandwinning worden verhoogd. In deze studie willen wij in de eerste instantie alleen de effecten van het storten van het materiaal gebaggerd uit de havens beschouwen, zonder rekening te houden met de andere ingrepen. Daarom worden de oorspronkelijk bepaalde getallen voor de stortcriteria hier gehanteerd.

Vergelijken wij deze getallen met de storthoeveelheden (Tabel 10) en rekening houdend met de morfologische veranderingen van de verschillende geulen (§ 6.6.2.) komen wij tot de volgende constateringen per macrocel:

- Bij macrocel 1 is er vooral gestort in de ebgeul, die sinds jaren '80 vorige eeuw aan het verruimen is. De gestorte hoeveelheid in de vloedgeul is nog ver beneden het stortcriterium. Daarom wordt er geen negatieve effect m.b.t. stabiliteit van het meergeulensysteem in deze cel verwacht.

- Bij macrocel 3 wordt alleen gestort in de ebgeul, die sinds midden jaren '70 vorige eeuw een trend van verruiming vertoont. In de vloedgeul wordt er niet gestort. Er is dus zeker geen negatieve effect m.b.t. stabiliteit van het meergeulensysteem in deze cel.
- Bij macrocel 4 is de kritische geul de ebgeul, die sinds jaren '70 vorige eeuw een tendens van inkrimping vertoont, mede veroorzaakt door storten. De nu beschouwde storthoeveelheid van ongeveer 0.1 miljoen m^3 per jaar is maar een fractie van het stortcriterium. Dit betekent dat de in deze studie beschouwde storten zichzelf geen instabiliteit van de het meergeulensysteem kan veroorzaken. Het draagt wel bij aan de waargenomen kanteling van het systeem (verruimen van de vloedgeul en inkrimpen van de ebgeul, zie Figuur G-4 in Bijlage G).
- Bij macrocel 5 wordt alleen gestort in de ebgeul, die sinds jaren 70 vorige eeuw een trend van verruiming vertoont. In de vloedgeul wordt er niet gestort. Er is dus zeker geen negatieve effect m.b.t. stabiliteit van het meergeulensysteem in deze cel.

Er wordt ook een aanzienlijke hoeveelheid gestort in meso-cel 2, in totaal ruim 0.8 miljoen m^3 per jaar. In de studies tot nu toe heeft men geen stortcriterium van de meso-cellen bepaald. Maar wij mogen wel vanuit gaan dat het stortcriterium in meso-cel 2 veel lager is dan de beschouwde macrocellen. Op basis hiervan kunnen wij dus verwachten dat er een probleem kan zijn in dit gebied. Daarom wordt dit gebied in nader detail bekeken. Figuur 20 (zie ook Figuren in Bijlage G) laat de morfologische verandering van hele gebied meso-cel 2 zien, samen met de totale ingrepen in dit gebied. Opvallend is dat volgens deze gegevens (Uit Wang en Jeuken, 2006) de totale ingrepen in dit gebied juist een onttrekking van zand is. Blijkbaar is de hoeveelheid zandwinning in dit gebied meer dan het storten. Het gebied vertoont een tendens van inkrimping sinds jaren '80 vorige eeuw. Alles overwegend moet dus worden geconcludeerd dat het storten in dit gebied de inkrimping van de geulen versterkt en dit kan dus een negatief effect betekenen.



Figuur 20 Totale ingrepen en cumulatieve ontwikkeling in meso-cel 2

7.2.4 Intergetijdegebied en ondiep water

Voor het ecologische systeem, vooral sommige vogelsoorten, zijn de arealen van de intergetijdegebieden en de ondiep water gebieden van belang.

De beschouwde stortvakken bevinden allemaal in diep water gebieden (dieper dan NAP -5 m). Dit betekent dat de stortactiviteiten geen directe afname van ondiep water areaal kan veroorzaken. Hoogstens kan het door het storten zelf en door verspreiden van het gestorte materiaal leiden tot toename van ondiep water areaal (ten koste van diep water). Als het verspreiden van het gestorte materiaal ertoe leidt dat het intergetijdegebied uitbreidt kan het een afname areaal ondiep water betekenen, ten gunste van areaal intergetijdegebied.

Het storten gebeurt in de geulen, in diep water gebieden. Dit betekent dat voor de areaal intergetijdegebieden de plaat-geul interactie moet worden beschouwd. Over het algemeen betekent dat een zandoverschot in een geul tot opbouw van de ernaast liggende geul leidt. De omvang van de platen worden in het algemeen bepaald door een balans tussen de opbouwende kracht van de getijstroming en de afbrekende krachten van de korte golven. Door het storten wordt de omvang van de geulen verkleind en daardoor de snelheid van de getijstroming verhoogd, wat dus een toename van de opbouwende kracht van de platen betekent. De opbouw kan zowel in de vorm van plaatverhoging als plaatuitbreiding (toename areaal) optreden. De omvang van de beschouwde stortactiviteit is echter beperkt, en daarom wordt verwacht dat de invloed op de platen beperkt is. De grootste invloed is te verwachten in het gebied meso-cel 2. Maar hier moet men ook rekening houden met de andere ingrepen zoals zandwinning.

Ten slotte nog een opmerking over de slikken. In principe kan een lokale verhoging (t.g.v. storten) van de stroomsnelheden in de geulen en ook op de slik erosie van de slik veroorzaken. Maar daar tegenover staat dat er meer slib in de water fase beschikbaar komt die de aanslibbing op de slik tijdens periode van lage stroomsnelheid bevordert. Uitbreiden van slikken wordt niet verwacht wegens gebrek aan ruimte (te steile geulwanden). Verder ook vanwege de beperkte omvang van het beschouwde storten wordt het effect op de slikken niet significant beschouwd.

Alles samenvattend wordt er geen significant negatief effect m.b.t. ecologisch waardevolle gebieden (ondiep water en intergetijdegbieden) verwacht.

7.2.5 Conclusies

In de voorgaande paragrafen is vooral gefocust op de effecten van het storten van het gebaggerde materiaal uit de havens. Enkele conclusies zijn:

- Op het schaalniveau van het hele estuarium wordt het effect van de beschouwde bagger- en stortactiviteiten op de zandbalans verwaarloosbaar klein geschat
- Er wordt een aanzienlijke hoeveelheid gestort in meso-cel 2, in totaal ruim 0.8 miljoen m^3 per jaar. Uitgaande van de aanname dat het stortcriterium in meso-cel 2 veel lager is dan de overige beschouwde macrocellen kan op basis hiervan worden verwacht dat er een probleem kan zijn in dit gebied. Het storten in dit gebied kan de inkrimping van de geulen versterken en dit kan dus een significant, negatief effect betekenen.
- Voor de overige macrocellen worden geen negatieve effect m.b.t. stabiliteit van het meergeulensysteem verwacht.

Eigenlijk mag men de effecten niet los zien van de invloeden van de andere ingrepen. De belangrijkste andere ingrepen zijn de zandwinning en bagger- en stortactiviteiten met betrekking tot het onderhoud van de vaargeulen.

Uit de voorgaande beschouwing is duidelijk geworden dat de volgende zaken van belang zijn voor de cumulatieve effecten:

- Stabiliteit meergeulensysteem in macrocel 4. Het hier beschouwde storten zelf kan geen negatief effect veroorzaken, maar samen met de andere stortactiviteiten die eveneens in de ebgeul (Middelgat) plaatsvinden wel.
- Ontwikkeling van meso-cel 2. Blijkbaar vinden er veel meer andere ingrepen plaats dan het beschouwde storten in deze studie. De andere ingrepen hebben tot gevolg dat er zand uit dit gebied wordt onttrokken. Dit vermindert de effecten van het beschouwde storten. NB: bij zandwinning is de vraag sturend. Als een bedrijf geen vraag krijgt voor zand kan het gebeuren dat een bepaalde vak niet meer wordt gebruikt of in een jaar minder zand wordt gewonnen. Om te bepalen wat er dan met het meergeulensysteem gebeurt, vooral in meso-cel 2, is het belangrijk om de gevolgen in beeld te brengen zonder zandwinning. Daarna pas kan worden bepaald hoeveel zand er uit dat cel gehaald moet worden om het meergeulenstelsel in stand te houden. Een dergelijke studie vergt uitgebreid onderzoek en kwantificering, bijvoorbeeld door middel van modelberekeningen.

8 Synthese resultaten: beschrijving effecten van de ingrepen op de ecologie

De synthese bestaat uit het samenbrengen van de biotische en abiotische informatie en het beoordelen of significante negatieve gevolgen kunnen worden uitgesloten. In de eerstvolgende paragrafen worden de in Hoofdstuk 7 effecten gerelateerd aan de in Hoofdstuk 5 geïdentificeerde relevante habitattypen en soorten. Bij constatering van potentiële significante, negatieve effecten op de soorten en / of habitattype wordt bekeken in welke gebieden deze effecten kunnen voorkomen; er wordt als het een meer lokatiespecifieke analyse gedaan (zie § 8.9). Aan het einde van het hoofdstuk wordt in tabelvorm alle resultaten bijeengebracht.

8.1 Bedekking met baggerslib

Habitattypen
In het habitattype 1130 'Estuarium' treedt een effect op. Door het baggeren van havens wordt materiaal dat er vanuit het aangrenzende water bezonken is opnieuw in het systeem gebracht; er wordt geen andere antropogene verandering aan het bekken zelf aangebracht dan het lokaal dumpen op delen die per schip bereikbaar zijn, dus sublitoraal.

Lokaal wordt de bodem, met alles wat daarin en daarop leeft verstoord. Macozoöbenthos raakt begraven, maar de dichtheid van deze soorten in de geulen is gering. De reactie van dit type organismen is soortafhankelijk en hangt samen met de dikte van de gestorte laag, de bodemsamenstelling en het tempo van storten. Een groot deel van het materiaal zal zich door de stromingen weer verplaatsen en aanleiding geven tot indirecte effecten. Een kenmerk van een estuarium is juist de dynamiek, waarbij platen en geulen van nature voortdurend aan verandering onderhevig zijn.
Bedekking met baggerslib zal geen significant negatieve invloed uitoefenen op de processen die het estuarium vormgeven.

De habitattypen 1310, 1320 en 1330 (Slikken en Schorren) liggen te ondiep om direct beïnvloed te worden door het storten.

Soorten
Uitsluitend soorten die zich op het moment van storten in de nabijheid van het schip bevinden kunnen hinder ondervinden, vissen, duikende vogels en zeehonden komen in aanmerking. Als de verstoring van een schip er al niet voor heeft gezorgd dat de betreffende organismen het stortingsgebied hebben verlaten zullen tijdens het lossen van baggerslib tot op zekere hoogte door de dichtheidsstroom soorten opzij worden gezet (dit hangt dus wel samen met de manier van storten). Het risico bedekt te worden is dus uiterst gering.

- De Fint is een pelagische soort die snel kan zwemmen. Deze soort moet worden geacht in staat te zijn bedekking te vermijden.
- Prikken kunnen op de grond rusten en zo door de storting worden verrast. Het valt dus niet uit te sluiten dat prikken zullen worden bedolven.

- Daar staat tegenover dat dit slechts een zeer plaatselijk verschijnsel zal zijn. De dichtheid van de prikken is zodanig dat weliswaar enkele exemplaren kunnen worden getroffen, doch dat dit effect niet als een significant negatief effect kan worden beschouwd.
- De Zeehond is zeer mobiel en zal mogelijk zelfs plaatsen waar vissen worden verstoord opzoeken. Het lijkt uiterst onwaarschijnlijk dat zeehonden door het slib zullen worden bedekt en begraven.
- De overige soorten komen alleen litoraal voor en worden niet door het storten beïnvloed.

8.2 Troebelheid

Direct tot enige tijd na het dumpen is er sprake van een vertroebeling van het water doordat nog deeltjes in suspensie zijn. Dit kan van belang zijn voor elk der instandhoudingsdoelstellingen die in het water leeft of voor het voedsel (vis) afhankelijk is van aquatische organismen. De soorten die leven in het water of van prooien in het water kunnen invloed ondervinden van vertroebeling. Dit zijn vissen, visetende vogels als sterns en zeehond. Een estuarium heeft van nature een troebele zone en een sterk wisselende troebelheid. De dieren die op of in een estuarium leven zijn hieraan aangepast. Dit wil niet zeggen dat ze altijd in troebel water kunnen leven, veelal hebben ze de mobiliteit om de heldere delen op te zoeken.

Over de tolerantie van fint en prikken ten aanzien van troebelheid zijn geen gegevens bekend. Enerzijds kan hierdoor niet de vereiste zekerheid worden gegeven, anderzijds is de bestaande activiteit kennelijk geen belemmering geweest voor de recente toename van deze soorten. Theoretisch kan men stellen dat bij afwezigheid van deze factor die extra troebelheid veroorzaakt, de ontwikkeling van de visstand mogelijk beter zou zijn geweest. Er wordt echter op zoveel fronten gewerkt aan de verbetering van het leefgebied van anadrome vissen (verbetering bovenstroomse paaigronden e.d) dat het niet goed mogelijk is om aan te geven wat het effect is van afzonderlijke maatregelen.

De Gewone Zeehond is tolerant ten opzichte van vertroebeling, kan uitstekend prooien opzoeken met zijn snorharen en is zeer mobiel in het foerageergedrag. Deze dieren kunnen gebieden met verhoogde troebelheid gemakkelijk mijden. Ook hiervoor geldt dat bestaande activiteiten blijkbaar geen belemmering voor de recente toename van de populatie heeft gegeven.

Voor de sterns is eerder vastgesteld dat in de zomermaanden een minimaal doorzicht van 0,4 m is vereist in de westelijke delen van het bekken. Als we aannemen dat de locatie Vlissingen representatief is voor het westelijk deel van de Westerschelde, komt een doorzicht van 0,4 m overeen met een zwevendstofconcentratie van 45 mg/l (paragraaf 6.2). In de zomer varieert de typische zwevendstofconcentratie in het westelijke deel van de Westerschelde van 25 tot 35 mg/l. Er is dus een marge van 10 tot 20 mg/l concentratieverhoging voordat de doorzichtlimiet van 0,4 m wordt bereikt.

Op basis van de verspreidingsberekeningen wordt geconcludeerd dat een dergelijke concentratieverhoging in de meeste stortvakken slechts tijdelijk en lokaal wordt bereikt rondom de stortlocatie. In de zuidelijke geul ten westen van Terneuzen wordt een

concentratieverhoging van 15 tot 25 mg/l berekend. Lokaal is een significant negatief effect van de vertroebeling op zichtjagende vogels niet uit te sluiten. Met de kustzone en de monding van de Westerschelde als foerageergebied beslaat dit lokale gebied minder dan 1% van het totale foerageergebied. Voor zichtjagende vogels kenmerken wij vertroebeling als gevolg van bagger- en stortactviteiten derhalve als mogelijk negatief maar niet significant.

8.3 Verhoging van slibconcentratie in de waterkolom

Een verstoring van het kieuwfilter van de Fint, Rivier- en Zeeprik kan niet worden uitgesloten. Er is echter niet bekend hoe gevoelig deze vissen hiervoor zijn. Ook zijn de trekbewegingen onvoldoende bekend om aan te geven door welke delen van het estuaria de trekroutes verlopen. Juveniele fint begeeft zich afhankelijk van het getij hoger of lager in de waterkolom. Een stortregime dat rekening houdt met doortrektijden kan mitigerend werken.

8.4 Verstoring Westerschelde: scheepvaartbewegingen

Het baggeren en dumpen brengt extra scheepvaartbewegingen met zich mee. Het aantal vormt een zeer kleine fractie van het totale werkverkeer maar ligt voor een deel wel buiten de normale scheepvaartroutes. De kwetsbare zones liggen in het litoraal. Normaal gesproken heeft geen van de instandhoudingsdoelstellingen last van hinder van een groter schip omdat deze voldoende afstand houdt van het litoraal.

Een uitzondering kan zijn de steile oevers waar de zeehonden rusten. Op zandplaten zijn zeehonden vrij kwetsbaar en vluchten ze te water als ze verstoord worden (Brasseur & Reijnders, 1994). Verstoringen kunnen vooral tijdens de zoogperiode en verharingsperiode negatieve gevolgen hebben omdat de dieren dan juist sterk afhankelijk zijn van de mogelijkheid om op de kant te liggen. Tijdens de zoogperiode kan bij regelmatige verstoring de overleving van de jongen in het gedrang komen omdat onvoldoende gezoogd kan worden (Erftemeijer, 2002). Hier kan verstoring een significant negatief effect veroorzaken.

Het verdient daarom aanbeveling de locaties waar jongen worden geboren, de platen van Valkenisse en de Molenplaat, daar waar ze niet aan aan reguliere (dus drukke) vaarroutes liggen van extra verstoring te vrijwaren, zeker in de zomer.

Het doorbrengen van de vleugelrui door groepen Bergeenden is een fenomeen dat na het midden van de jaren negentig een sterke toename vertoont. Ten aanzien van het baggeren van de havens moet ook dit worden beschouwd als een bestaande activiteit die zich uitbreidt. Toch is enige voorzichtigheid vereist. Wanneer zich veranderingen voordoen op de plaatsen waar in de zomer wordt gedumpt, dienen de concentraties Bergeenden van verstoring te worden gevrijwaard.

8.5 Bodemsamenstelling

Uit § 5.1.5 blijkt dat een deel van het gedumpte materiaal zich verder zal verspreiden en zich kan zich afzetten op geruime afstand van de dumpplaats, zowel in het sublitoraal als in het litoraal.

Er blijken directe en indirecte effecten mogelijk op het voorkomen van de instandhoudingsdoelstellingen, met name vogels. Een verhoging van het slibgehalte gaat de verzanding (huidige trend) tegen.. Veel bodemdieren zijn gebaat bij een hoger slibgehalte van de bodem. Dit werkt weer positief door op de vogels die deze organismen als voedsel benutten.

8.6 Morfologie

In een dynamisch bekken als de Westerschelde kan het dumpen van materiaal een verandering tot gevolg hebben in het morfologisch patroon. Zoals uit Hoofdstuk 7 kan worden geconcludeerd is het effect van bagger- en stortactiviteiten op de zandbalans verwaarloosbaar klein.

Belangrijk voor de instandhoudingsdoelstellingen onder de vogels is met name de oppervlakte en de verhoudingen in hoogteligging van het sublitoraal. Uitbreiden van slikken wordt niet verwacht wegens gebrek aan ruimte (te steile geulwanden). Verder ook vanwege de beperkte omvang van het beschouwde storten wordt het effect op de slikken niet significant beschouwd.

Er wordt er geen significant negatief effect met betrekking tot ecologisch waardevolle gebieden (ondiep water en intergetijdegbieden) verwacht.

8.7 Schorren

In de natuurlijke situatie zou sprake zijn van een zekere dynamiek wat wil zeggen dat enerzijds schorren worden afgebroken, anderzijds weer worden opgebouwd. Deze ophoging is een natuurlijk effect plus een antropogeen effect dat al zeer lang bestaat. Door recente ontwikkelingen is de situatie min of meer bevroren en is de afbraakcomponent groter dan de opbouwcomponent. Om het schoroppervlak niet te willen verkleinen worden deze gefixeerd. Hierdoor bestaat het gevaar dat de overgebleven, volwassen schorren uitsluitend en voortdurend in de hoogte zullen groeien, hetgeen tot een aantasting van de kwaliteit van dit habitat zal leiden. Het dumpen van havenslib en het hierdoor in suspensie brengen en uiteindelijk doen afzetten van slib levert een bijdrage aan deze ongewenste ontwikkeling. Dit kan uiteindelijk leiden tot een significant negatief effect. De basisoorzaak is dan niet het dumpen van het havenslib, maar het cumulatieve karakter van de totale veranderende situatie.

8.8 Vogels

Steltlopers vormen een belangrijk deel van de instandhoudingsdoelstellingen. De aantallen worden bepaald door de oppervlakte geschikt voedselbiotoop. Elke soort stelt in detail andere eisen aan het voedselbiotoop, doch voor het gros van de soorten bestaat dit uit litoraal met een mediane droogvalduur en een rijke bodemdierbevolking.

De mediane droogvalduur is noodzakelijk omdat een steltloper een beperking heeft t.a.v. de snelheid van voedselopname en de vogel dus tijd nodig heeft om de benodigde hoeveelheid binnen te krijgen.

Een rijke bodemdierbevolking blijkt een correlatie te vertonen met de factor slib in de bodem. Voor een deel van de bodemdieren is dit slib zelf een voedselbron. Het slib kan worden gevormd door de afvalproducten van de planktoneters onder de bodemdieren. Het slib kan een onmisbaar element zijn van de bodem om deze te consolideren en (semi)permanente woonbuizen etc. te vormen. Ook in zandig biotoop komen bodemdieren voor, maar in het algemeen zijn dit minder soorten, die kunnen omgaan met het mobiele karakter van het sediment. Bovendien is voor een rijk en gevarieerd bodemleven een marien milieu noodzakelijk.

Door het RIKZ zijn ecotoopkaarten ter beschikking gesteld. Uit een analyse van deze kaarten blijkt een sterke afname van het belangrijkste voedselbiotoop van de vogels, het slibrijk litoraal en een relatieve toename van het zandig gebied Dit is een ontwikkeling die al tientallen jaren aan de gang is (e.g. Huijs 1995).

Uit een analyse van de door RIKZ ter beschikking gestelde vogelgegevens blijkt van de vogelsoorten die in hoge mate afhankelijk zijn van het middelhoog slibrijk litoraal in het mariene deel een tweetal soorten, de Scholekster en de Kanoetstrandloper (sterk) in aantal af te nemen. De Bontbekplevier, Zilverplevier, Rosse Grutto Wulp en Tureluur blijven stabiel. De Bonte Strandloper bleek in de winter, wanneer het voedsel nijpend is, in het westen af te nemen en zich meer te spreiden tot in het centrale en oostelijk delen van het bekken.De Drieteenstrandloper die vooral in zandig gebied leeft, is sterk toegenomen.

Uit de ecotoopkaarten is duidelijk dat zich tussen 1996 en 2004 grote veranderingen voordoen, doch dat dit voor veel vogelsoorten (nog) niet duidelijk in de cijfers tot uitdrukking komt.

De vraag is of de beschouwde bagger- en stortactiviteiten een oorzaak zijn of een bijdrage leveren aan de morfologische veranderingen. Uit de berekeningen volgt dat er bij dit project geen sprake is van verhoogde stroomsnelheden of verleggingen van stroompatronen die als belangrijke oorzaken van de verhoogde dynamiek worden gezien. De hoeveelheden zandig materiaal uit het havenslib zijn aanzienlijk (2.7×10^6 m^3/jaar), maar relatief gering ten opzichte van het jaarlijkse volume voor vaargeulonderhoud en worden slechts opnieuw in het bekken gebracht. Om deze reden is het storten van havenslib niet te beschouwen als significant negatief.

De hoeveelheid slib is relatief groot. Na het dumpen zal zich dit over grote afstanden verplaatsen en uiteindelijk weer sedimenteren. Een deel zal ook sedimenteren op het litoraal hetgeen de autonome ontwikkeling van verzanding kan verzachten. De hoeveelheden zijn van zodanige aard dat het geen significante morfologische veranderingen zal veroorzaken.

Er bestaat een risico dat door onbekende oorzaak een grote hoeveelheid slib zich op een beperkte oppervlakte zal afzetten. Dit zal gedurende enkele dagen (getijden) plaatsvinden. De verwachting is dat de bodemdieren die elk tij worden geconfronteerd met een relatief geringe afzetting niet sterk zullen lijden onder dit patroon.

8.9 Analyse per stortvak Westerschelde

In de hier volgende analyse wordt per stortvak geanalyseerd of speciestort negatieve effecten heeft op de voor deze habitattoets relevante habitats en soorten (zie Hoofdstuk 4).

Negatieve effecten kunnen optreden door:
1. vertroebeling van de waterkolom;
2. bodembedekking met baggerspecie;
3. morfologische veranderingen door verstoring van de sedimentbalans;
4. verstoring van dieren door scheepsbewegingen ten dienste van de speciestort.

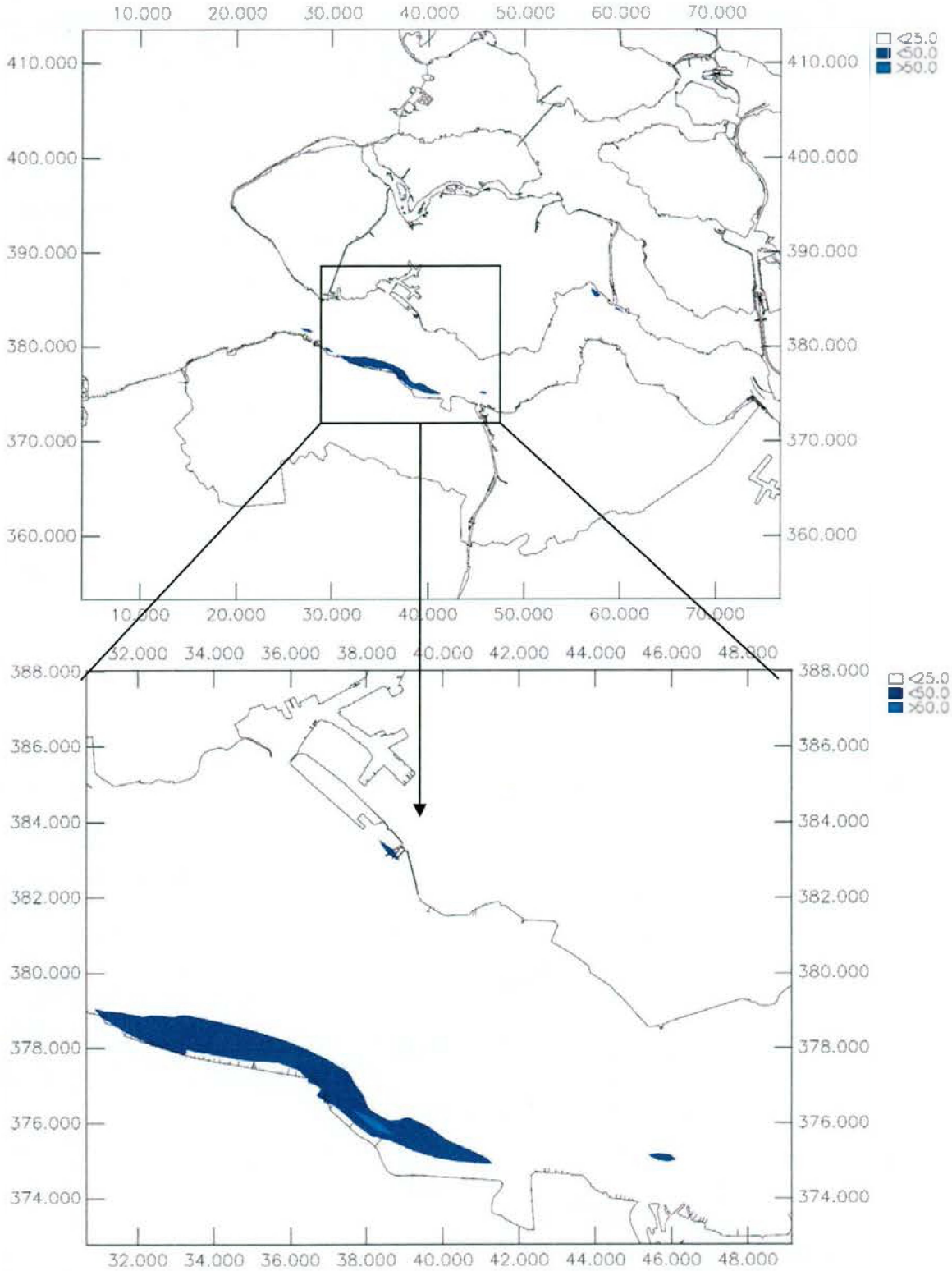
Deze negatieve effecten zijn alleen mogelijk indien de volgende grenzen worden overschreden gedurende een significante tijd en in een significant gebied:
1. de minimum doorzichtnorm van 40 cm die geldt voor zichtjagende vogels (Brenninkmeijer 2002, Brenninkmeijer & Stienen 1992, Van Eerden et al. 2005, van Essen 1998, Erikson 1985).
2. een bodembedekking van 1 cm per maand die wordt beschouwd als een redelijke grens voor het aanpassingsvermogen van bodemfauna (Bijkerk 1988, Kleef et al. 1992).
3. de stort van een sedimenthoeveelheid die meer dan 5 tot 10 % bedraagt van de natuurlijke bruto transportcapaciteit van morfologische cel waarin het baggervak zich bevindt (Wang en Winterwerp, 2001).
4. een verstoringsafstand van 600 m voor zeehonden (Meininger et al., 2003; Berrevoets et al., 2003).

Indien voor een baggervak geen van de vier grenzen wordt overschreden, wordt uitgesloten dat stortactiviteiten hier een negatief effect hebben. Indien een of meerdere grenzen wordt overschreden, vindt een nadere analyse plaats van de habitats in het effectgebied om vast te stellen of de potentiële negatieve effecten ook daadwerkelijk optreden. Zeer kortstondige en zeer lokale effecten worden overigens uitgesloten, omdat deze verwaarloosbare gevolgen hebben voor de habitats.

De bovenstaande vier normen worden nu achtereenvolgens getoetst voor alle stortvakken. Een overzicht van de stortvakken is gegeven in Tabel 10 in Hoofdstuk 6. De locaties van de vakken worden getoond in Appendix F.

8.9.1 Vertroebeling

Figuur 21 toont in blauw de gebieden waarin gedurende meer dan 15 % van de tijd het doorzicht minder dan 40 cm bedraagt. Deze gebieden zijn equivalent met de gebieden met een slibconcentratieverhoging in de waterkolom van meer dan 25 mg/l (gemiddelde + standaardafwijking). Gesommeerd met een jaargemiddelde concentratie in de Westerschelde van 50 mg/l bedraagt de concentratie in deze gebieden immers meer dan 75 mg/l, hetgeen resulteert in een doorzicht van minder dan 40 cm.



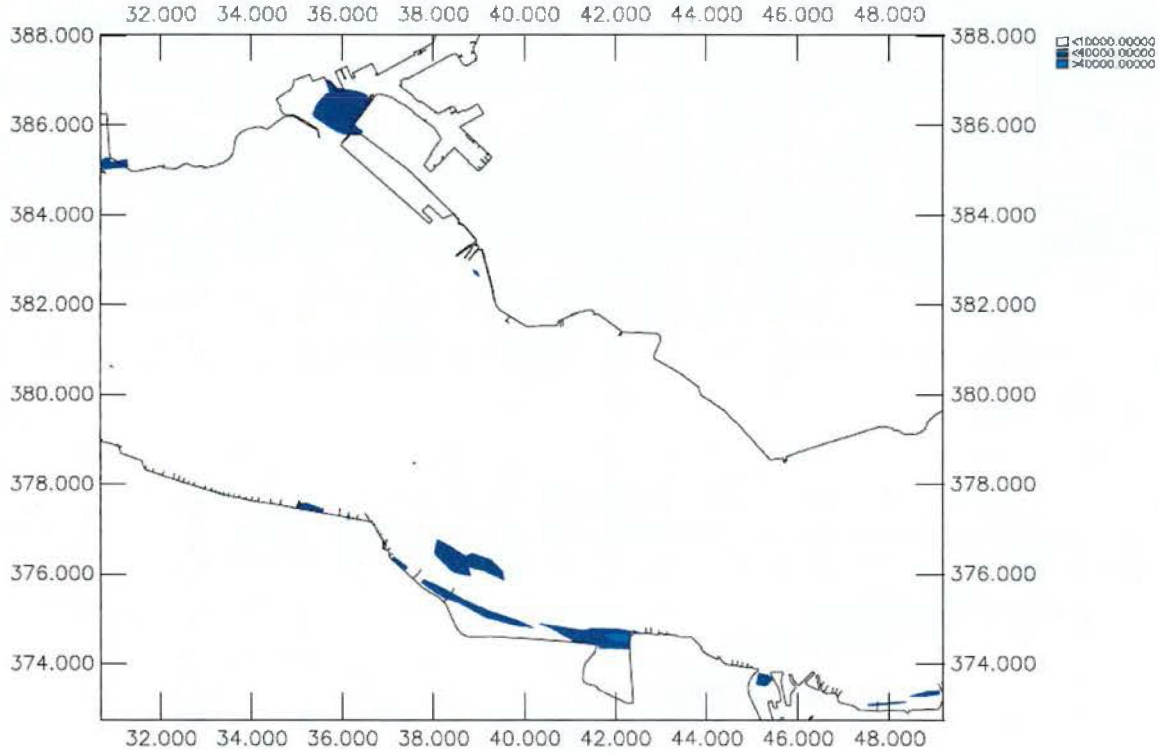
Figuur 21 Gebieden in de Westerschelde met een doorzicht van minder dan 40 cm gedurende 15% van de tijd ten gevolge van baggerspeciestort, rekening houdende met een achtergrondsconcentratie van 50 mg/l (NB: dit kan significante gevolgen hebben).

Uit Figuur 21 blijkt dat voor alle stortlocatie op één na het troebelheidscriterium niet wordt overschreden dan wel in zo'n klein gebied binnen het stortvak dat effecten op habitats

verwaarloosbaar zijn. Een uitzondering vormt vak 15, de Braakman. Hiervoor wordt het doorzichtcriterium aanmerkelijk overschreden in een groot gebied (circa 1 × 10 km).

8.9.2 Bodembedekking

Na stort komt de baggerspecie voornamelijk terecht op de bodem in en rond de storvakken. Hierna vindt verdere verdeling plaats door de Westerschelde ten gevolge van resuspensie. De stroomsnelheid in de geulen waar gestort wordt, is immers hoog. Na verloop van tijd verplaatst de afzetting zich naar luwe gebieden, met name havenbekkens, slikken en platen. Figuur 22 toont de gebieden met een afzetting groter dan 2.5 en 10 mm na 2 maanden, waarvan één met en één zonder speciestort. Hieruit blijkt dat er nauwelijks gebieden voorkomen waar de aanslibbing meer dan 1 cm bedraagt over de genoemde periode (lichtblauwe zones). De haveningang van de Braakman vormt hierop een uitzondering, echter zonder negatieve gevolgen voor de ecologie gezien de diepte en het karakter van deze locatie.



Figuur 22 Gebieden in de Westerschelde met meer dan 2.5 (blauw) en 10 (lichtblauw) mm aanslibbing na 2 maanden, waarvan 1 met en 1 zonder stort.

8.9.3 Morfologische veranderingen

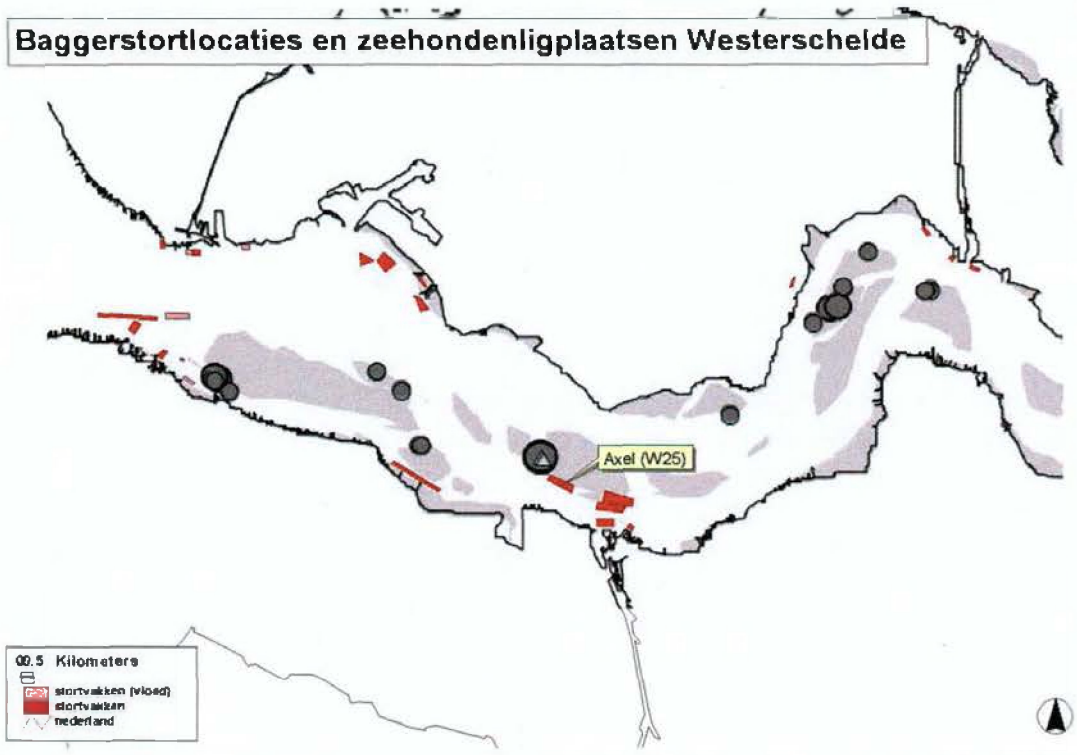
De analyse in § 7.2 toont aan dat het enige gebied dat morfologisch wordt beïnvloed door de stortactiviteiten in meso-cel 2 ligt. Alhoewel er tot nog toe geen storteriterium voor meso-cellen is gedefinieerd, mag worden aangenomen dat de storthoeveelheid van 0.8 Mm^3/jaar zand ruimschoots groter is dan 5 tot 10 % van de bruto transportcapaciteit van deze meso-geul. Voor de overige morfologische cellen wordt het storteriterium niet overschreden.

Ten gevolge van de stort in meso-cel 2 (de Braakman) zal de geul verondiepen. Deze ontwikkeling wordt overigens gedeeltelijk gecompenseerd door zandwinactiviteiten die in dit gebied plaatsvinden. Hierdoor wordt 0.3 Mm^3/jaar zand aan het systeem onttrokken.

NB: bij zandwinning is de vraag sturend. Als een bedrijf geen vraag krijgt voor zand kan het gebeuren dat een bepaalde vak niet meer wordt gebruikt of in een jaar minder zand wordt gewonnen. Om te bepalen wat er dan met het meergeulensysteem gebeurt, vooral in meso-cel 2, is het belangrijk om de gevolgen in beeld te brengen zonder zandwinning. Daarna pas kan worden bepaald hoeveel zand er uit dat cel gehaald moet worden om het meergeulenstelsel in stand te houden. Een dergelijke studie vergt uitgebreid onderzoek en kwantificering, bijvoorbeeld door middel van modelberekeningen.

8.9.4 Verstoring

Figuur 23 toont een kaart met de baggerstortvakken (voor stort havenslib) en zeehondenligplaatsen in de Westerschelde.



Figuur 23 Overzicht van baggerstortlocaties en zeehondenligplaatsen in de Westerschelde. Slechts 1 baggerstortlocatie (Axel) ligt voor een deel dichter dan 600 m bij een zeehondenrustplaats (zie tekst).

Voor wat betreft de potentiële verstoring van zeehonden op hun rustplaatsen door baggerschepen tijdens het storten van baggerslib kan men op grond van Figuur 23 stellen dat alleen in het stortvak Axcel binnen 600 meter van zeehondenrustplaatsen wordt gestort. Aangezien hier (in dit stortvak) weinig wordt gestort wordt dit niet gezien als een mogelijk significant negatief effect op de soorten en habitattypen.

8.9.5 Significante effecten

Uit bovenstaande analyse blijkt dat voor stortvak 15 niet wordt voldaan aan criterium 1 (troebelheid) en criterium 3 (morfologische veranderingen). Alle overige stortvakken voldoen wel aan de gestelde criteria. Voor vak 15 kunnen significante negatieve effecten ten gevolge van speciestort niet worden uitgesloten en is aanvullende analyse noodzakelijk.

Ter toelichting kan worden gesteld dat de vertroebeling speciaal de sterns zal treffen die broeden op de Hooge Platen (met name Dwergstern) en de Visdieven die zowel op de Hooge Platen als in Terneuzen broeden. Ook de Futen en Middelste Zaagbekken zullen hinder ondervinden.

8.9.6 Mitigerende maatregelen

Uit de studie volgt dat bij het baggeren en storten voor havenonderhoud op de Westerschelde met uitzondering van stortvak 15 geen significante negatieve effecten zullen optreden. Bij het storten in stortvak 15 volgens de opgegeven stortstrategieën kunnen significante effecten optreden op de visetende vogels.

Deze problemen zijn mogelijk met een veranderde stortstrategie te vermijden. Mogelijke maatregelen zijn:

- verplaatsing van de stortlocatie;
- instelling van een tijdsvenster voor stortactiviteiten;
- beperking van de storthoeveelheid;
- verbetering van de storttechniek.

Hierbij moet worden opgemerkt dat het invoeren van deze maatregelen tijdens het storten niet alle mogelijke significante effecten zal voorkomen. Om dergelijke conclusies te kunnen trekken is nadere analyse noodzakelijk.

8.10 Samenvatting en conclusies

In de volgende tabel worden de resultaten van Hoofdstukken 4 – 7 bij elkaar gebracht. Eventuele negatieve effecten door bagger- en stortactiviteiten voor havenonderhoud worden in kolom 2 gepresenteerd. In de 4e kolom wordt aangegeven of er een kans op overschrijding van voor de soorten en habitattypen belangrijke randvoorwaarden (in kolom 3) voor behoud overschreden worden. Als er sprake is van mogelijkheden tot mitigeren van het effect, worden deze in kolom 5 beschreven.

Tabel 18 Overzicht effecten, randvoorwaarden, kansen op overschrijding en mitigerende maatregelen

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	**Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten ***	**Kans op overschrijding biotische randvoorwaarden?**	**Mitigerende maatregel(en)**
1130 Estuarium	• bedekking bodem: zeer lokaal effect • vertroebeling • verandering bodemsamenstelling • morfologische verandering (§ 4.2.1)	• vestiging en successie van schorren in stand houden • geen aantasting overspoelingsfrequentie schorren Voorwaarde: tempo van verhoging / inklinking van sediment niet sneller dan zeespiegelrijzing (§ 5.2.1)	Bedekking bodem: op korte tijdschaal (tot eerste uren na stort en tot max. enkele tientallen meters) overschrijding randvoorwaarden. Geen significant negatief effect. Vertroebeling: op korte tijdschaal (tot eerste uren na stort) en lokaal overschrijding randvoorwaarden verwacht. Geen significant negatief effect op langere termijn (na enkele uren). Ophoging schorren: max. slibconcentratie bepaald door omvang lozing, diepte en stroomsnelheid. Er worden geen significant negatieve effecten verwacht. Bodemsamenstelling: gebied met > 1 cm afzetting is zeer beperkt en verwaarloosbaar. Berekende slibpercentage op hoge platen is laag: Er worden geen verdere ophoging schorren verwacht. Morfologie: Hoeveelheden zand uit havenslib zijn aanzienlijk maar relatief gering t.o.v. jaarlijkse volume vaargeulonderhoud. Effect op zandbalans is verwaarloosbaar klein en er wordt geen significant negatief effect verwacht.	Aanpassen stortmethode (bij 10 % slib overflow weinig effect).

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	**Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten ***	**Kans op overschrijding biotische randvoorwaarden?**	**Mitigerende maatregel(en)**
1310 Eénjarige pioniervegetaties slik- en zandgebieden	Geen netto effect. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden. (§ 4.2.2)			
1320 Schorren slijkgrasvegetatie	Geen netto effect. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden. (§ 4.2.3)			
1330 Atlantische schorren	Geen effect. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden. (§ 4.2.4)			

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten *	Kans op overschrijding biotische randvoorwaarden?	Mitigerende maatregel(en)
1103 Fint	• verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • verlaging zuurstofgehalte (§ 4.3.1)	Slibgehalte in waterkolom (probleem: gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (Probleem: paaiplaatsen zijn niet bekend) (§ 5.3.1)	Slibgehalte: op korte tijdschaal (tot eerste uren na stort) en en tot max enkele tientallen meters (onder en nabij baggerschip) overschrijding randvoorwaarden verwacht. Geen significant negatief effect op langere termijn (na enkele uren). Er wordt geen verlaging op zuurstofgehalte verwacht.	Instellen ecologisch tijdsvenster voor slibstort, i.e. niet tijdens de juveniele fases. Identificeren van tijdsvenster is echter moeilijk omdat periode en lokatie van juveniele fase in Westerschelde niet goed bekend zijn. Aanpassen stortmethode (bijv. bij 10 % slib overflow weinig effect).
1099 Rivierprik	• verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • verlaging zuurstofgehalte • (§ 4.3.1)	Slibgehalte in waterkolom (probleem gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (Periode en lokatie is variërend. Larvestadium duurt 3 – 6 jaar. Probleem: over paaiplaatsen is weinig bekend) (§ 5.3.1)	Slibgehalte: op korte tijdschaal (tot eerste uren na stort) en en tot max enkele tientallen meters overschrijding randvoorwaarden verwacht. Geen significant negatief effect op langere termijn (na enkele uren). Er wordt geen verlaging op zuurstofgehalte verwacht.	Instellen ecologisch tijdsvenster voor slibstort, i.e. niet tijdens de juveniele fases. Identificeren van tijdsvenster juveniele fase is moeilijk omdat periode en lokatie van juveniele fase in Westerschelde niet goed bekend zijn.. Aanpassen stortmethode (bijv. bij 10 % slib overflow weinig effect).

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	**Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten ***	**Kans op overschrijding biotische randvoorwaarden?**	**Mitigerende maatregel(en)**
1095 Zeeprik	• verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • verlaging zuurstofgehalte • (§ 4.3.1)	Slibgehalte in waterkolom (probleem: gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (lokatie en periode is sterk variërend) / Geen storting tijdens geconcentreerde intrek (april – mei) (§ 5.3.1)	Slibgehalte: op korte tijdschaal (tot eerste uren na stort) en en tot max enkele tientallen meters overschrijding randvoorwaarden verwacht. Geen significant negatief effect op langere termijn (na enkele uren). Er wordt geen verlaging op zuurstofgehalte verwacht.	Instellen ecologisch tijdsvenster voor slibstort, i.e. niet tijdens de juveniele fases of trek. Identificeren van tijdsvenster juveniele fase is moeilijk omdat periode en lokatie van juveniele fase in Westerschelde niet goed bekend zijn. Aanpassen stortmethode (bijv. bij 10 % slib overflow weinig effect).
Grauwe gans	Aanslibbing biotoop (Verdronken land van Saeftinge). Baggerstort mogelijk positief effect op areaal (§ 4.3.2.1)	Verstoring: effecten door scheepvaart beperken door afstand van 200 tot 300 m aan te houden Geen verdere toename aanslibbing biotoop. (§ 5.3.2)	Verstoring is zeer plaatselijk verschijnsel. Saeftinge ligt buiten het gebied van verstoring door baggerstort-scheepvaart. Een negatief effect wordt niet verwacht. Effect van aanslibbing wordt niet verwacht n.a.v. bagger- en stortactiviteiten	
Bergeend	Verstoring tijdens vleugelrui. Bedekking laagdynamisch slik (indirect effect op voedsel: *Hydrobia* en diatomeeën)	Verstoring: effecten door scheepvaart beperken door afstand van 200 tot 300 m aan te houden Geen verdere verhoging in aanslibbing biotoop	Verstoring is zeer plaatselijk verschijnsel. Een significant negatief effect is mogelijk	Bij grote concentraties Bergeenden vrijwaren van verstoring door scheepsverkeer op afstand te houden (minimaal 300 m)

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten *	Kans op overschrijding biotische randvoorwaarden?	Mitigerende maatregel(en)
Steltlopers	Verkleining oppervlakte biotoop (slibrijk laagdynamisch slik, voornamelijk in het westen) (§ 4.3.2.1)	Instandhouding oppervlakte van geschikt biotoop: • voorkoming verschuiving laagdynamisch naar hoogdynamisch • voorkoming verschuiving slibrijk naar zandig (§ 5.3.2)	Hoeveelheden zand uit havenslib zijn aanzienlijk maar relatief gering t.o.v. jaarlijkse volume vaargeulonderhoud. Er wordt geen significant negatief effect verwacht.	
Sterns	• Verhoging vertroebeling • Vermindering aanbod voedsel door bedekking (benthos) (§ 4.3.2.2)	Geen verhoging vertroebeling: min. doorzicht van 0,4 m. (§ 5.3.2)	Met uitzondering van stortvak 15 zal baggeren en storten op de Westerschelde geen signifikante effecten hebben op sterns. Wel zal het troebelheidscriterium (doorzicht minder dan 0,4m) tijdelijk en lokaal bij de stortlocaties optreden (onmiddellijk tijdens en op locatie van de storting direct onder schip), maar dit betreft zeer gering deel van totale oppervlakte van foerageergebied van de sterns en zal dus geen significant negatief effect ten gevolg hebben. Bij het storten in stortvak 15 volgens de opgegeven stortstrategieën kunnen significante effecten op sterns niet worden uitgesloten.	

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten *	Kans op overschrijding biotische randvoorwaarden?	Mitigerende maatregel(en)
1365 Gewone Zeehond	• Vertroebeling: geen aanwijzingen dat toename troebelheid foerageersucces negatieve beïnvloedt • Verstoring: beroepsvaart blijft beperkt tot hoofdvaargeul en enkele nevenvaargeulen. Effecten zijn gering. • Verandering in areaal biotoop. • Bodemsamenstelling (voedselketen): mogelijke afname voedsel • Morfologische ontwikkeling: sterk afhankelijk van steile randen grenzend aan diepe geulen. Aanbod is toegenomen sinds 1930. (§ 4.3.3)	Verstoring: effecten door scheepvaart beperken door afstand van 300 m aan te houden tot ligplaatsen voor varende baggerschepen en 600 m voor stilliggende baggerschepen (§ 5.4.4)	Vertroebeling: Gewone Zeehond is tolerant t.o.v. vertroebeling. Er wordt geen significant negatief effect verwacht. Verstoring: effecten door scheepvaart beperken door afstand van 300 m (passeren van schepen) en 600 m. (storten) aan te houden Alleen in stortvak Axel wordt binnen 600 m. van een zeehonderustplaats gestort. Aangezien hier weinig wordt gestort wordt dit niet gezien als een mogelijk significant effect. Er wordt geen uitbreiding van slikken verwacht wegens gebrek aan ruimte (te steile geulwanden). Vanwege de beperkte omvang van het storten wordt het effect op slikken niet significant beschouwd. Bodemsamenstelling. Probleem: ontbreken van wetenschappelijke feiten voor kwantificering. Mogelijk indirect, positief effect via de voedselketen.	Platen van Valkenisse en Molenplaat vrijwaren van verstoring tijdens zoogperiode (zomer)

9 Cumulatieve effecten en externe werking

In de Natuurbeschermingswet 1998 staat in artikel 19f aangegeven waarop de passende beoordeling betrekking heeft: "De initiatiefnemer maakt een passende beoordeling van de gevolgen voor nieuwe projecten of andere handelingen die niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer, maar die afzonderlijk of in combinatie met andere activiteiten negatieve gevolgen kunnen hebben voor een Natura 2000-gebied, waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingsdoelstellingen."

Onderdeel van dit artikel is dat het project afzonderlijk en in combinatie met andere activiteiten moet worden bezien. Uit de toelichting van de Europese Commissie (2000) is af te leiden dat een onderscheid moet worden gemaakt tussen voltooide, goedgekeurde maar nog niet voltooide en nog niet voorgestelde plannen en projecten.

Het kan wenselijk zijn om naast de effecten van de plannen en projecten die het belangrijkste voorwerp van de beoordeling uitmaken, in een "meta-beoordeling" ook de effecten van reeds voltooide plannen en projecten mee te nemen. Hoewel reeds voltooide plannen en projecten niet onder het beoordelingsvoorschrift van artikel 6, lid 3, vallen, is het niettemin belangrijk dat zij tot op zekere hoogte in aanmerking worden genomen indien zij chronische of duurzame gevolgen voor het gebied hebben en er aanwijzingen bestaan voor een patroon van geleidelijke teloorgang van de natuurlijke kenmerken van het beschermde gebied.

Er is geen totaal overzicht beschikbaar van alle andere plannen of projecten die een rol kunnen spelen. Op grond van eigen kennis wordt een selectie gemaakt van bekende plannen of projecten die mede een invloed kunnen uitoefenen op de instandhoudingsdoelstellingen en de effecten van dit project kunnen versterken of verzachten.

Hierbij worden praktische grenzen gehanteerd en alleen de grotere projecten. De selectie van plannen die cumulatief worden beschouwd is de volgende:

- Verruiming van de Westerschelde (verdieping en verbreding van de hoofdvaargeul)
- De Westerschelde Containerterminal
- De kokkelvisserij
- Doorspoelen Krammer-Volkerak
- Ontpolderen

Niet in de cumulatieve beschouwing worden betrokken de bekende projecten: dijkversterking, ontwikkeling scheepvaart, zandwinning, windturbines, recreatie, uitbreiding IVH, etc. Deze projecten hebben geen directe relatie met het dumpen van materiaal in de Schelde, op het effect van verstoring na. Er zal hierdoor dus geen sprake zijn van een cumulatief effect.

Bij het beoordelen van de cumulatieve aspecten zal gebruik worden gemaakt van het LNV-rapport "*Natuurprogramma Westerschelde*".

Bij het beschrijven van de cumulatieve aspecten wordt als uitgangspunt gehanteerd dat bestaande activiteiten, zoals de onderhavige, geen belemmering hebben gevormd voor de ontwikkeling van de instandhoudingsdoelen.

In het natuurprogramma Westerschelde wordt de situatie als volgt geschetst.

"De huidige regionale situatie Westerschelde volgens LTV2030 en OS2010 De Westerschelde verkeert niet in een goede situatie waar het gaat om de te beschermen natuur. Sinds enige decennia, vooral in de periode ná 1960, zijn er veranderingen opgetreden in de voor natuur belangrijke habitats met negatieve effecten als gevolg. Het areaal ondiep water, laagdynamisch slik (in het oostelijk deel), pionier schor en zoutwaterschor (in het westelijk deel) vertoont een dalende trend. Een trend welke nog steeds doorgaat. Daarmee verdwijnen de voor estuaria karakteristieke habitats en daarmee ook de daarbij behorende flora en fauna.

De reden van deze achteruitgang is dat het estuarium zelf onvoldoende mogelijkheden heeft om de neergaande natuurtrend te keren. Met name ontbreekt het aan luwe zones met relatief lage stroomsnelheden, waar slib kan bezinken en waar zich ongestoord de cyclus van vorming van nieuw slik en schor en de periodieke afslag daarvan bij stormvloeden, kan voltrekken. Dit zijn noodzakelijke voorwaarden voor de chemische, fysische en biologische processen die het estuarium in een gezonde staat moeten houden. De achteruitgang van deze belangrijke ondiepe oeverzones wordt in overwegende mate toegeschreven aan menselijke ingrepen die vanuit grote maatschappelijke belangen werden gedaan, zoals:

- *het aanleggen en versterken van zeeweringen, vaak door schorgebieden met hoge natuurlijke waarden uit een oogpunt van veiligheid tegen overstromen;*
- *het opspuiten van nieuwe haven- en industriegebieden;*
- *het verdiepen en verbreden van vaargeul ten behoeve van de scheepvaart;*
- *het inpolderen van buitendijkse delen ten behoeve van landbouw en aanleg infrastructuur;*
- *de reguliere stortactiviteiten;*

Het resultaat van dit alles is dat het Westerschelde steeds nauwer is geworden ("dwangbuis") en de omvang van ondiepe delen sterk is afgenomen. Daardoor zijn de stroomsnelheden van de getijbeweging sterk toegenomen, is er steeds minder ruimte overgebleven voor de natuurlijke estuariene processen en staat de balans tussen laagdynamische en hoogdynamische gebieden sterk onder druk. Bovendien leidt het verdwijnen van ondiepe vóóroevers tot een grotere golfbelasting van de primaire zeeweringen en, gekoppeld aan zeespiegelrijzing, levert dit op termijn risico's op voor de veiligheid tegen overstromen.

Niet alleen de omvang van het Westerschelde-estuarium maar ook de kwaliteit is een probleem. De input van nutriënten en polluenten afkomstig vanuit het gehele stroomgebied zorgt voor een groot zuurstofverbruik, hetgeen leidt tot de zeer lage zuurstof gehaltes in de Zeeschelde en dientengevolge tot zeer verarmde populaties van bodemdieren en vissen. Dit heeft zijn consequenties voor de voedselbeschikbaarheid voor vogels. Zo vertoont de scholekster een negatieve trend (laatste 10 jaar gehalveerd)."

Deze schets van de huidige toestand komt tot vergelijkbare conclusies als dit project. Als oorzaken worden aangegeven enkele (irreversibele) activiteiten uit het verleden. Deze maatregelen staan nu niet ter discussie, wel de huidige plannen voor ontpoldering.

Hieronder wordt per (concreet) plan of project bezien of dit een samenhang heeft met het huidige project, met name of het cumulatief een versterkend of verzwakkend effect heeft, dit alles tegen de schets op hoofdlijnen van de autonome ontwikkeling.

9.1 Verruiming

9.1.1 Verdiepingen

De reeds uitgevoerde verdiepingen worden door LNV beschouwd als een van de oorzaken van de negatieve ontwikkelingen. Er bestaan concrete plannen voor een volgende verdieping. Dit blijkt uit de "Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium aan de hand van het rapport Vogel- en habitattoets", vervaardigd door ProSes in januari 2005. Tussen de regeringen van Nederland en Vlaanderen is afgesproken om een ontwikkelingsschets 2010 op te stellen. In dit kader is een Vogel- en Habitattoets opgesteld als zelfstandig leesbaar document. De plannen zijn slechts op een strategisch niveau onderzocht. De toets bevat een afweging tussen de belangen van het project Ontwikkelingsschets en die van de beschermde natuur. De conclusie daaruit is, dat in de ontwikkelingsschets genomen besluiten over de verruiming van de vaargeul, de besluiten over de veiligheid en de besluiten over de natuurlijkheid, in overeenstemming zijn met de richtlijn.

Het probleem bij dit rapport is dat het weinig concreet is en niet de conclusie geeft dat de zekerheid is verkregen dat er geen schadelijke gevolgen zullen zijn. In tegendeel, er wordt aangegeven dat er wel schade zal zijn, maar dat er nog grote onzekerheden zijn. Tevens wordt aangegeven dat in de plan- of projectfase alsnog een passende beoordeling met de nodige conclusies moet worden gemaakt.

Door het niet concreet zijn van dit rapport is het problematisch een cumulatief effect te bepalen. In grote lijnen kan worden gesteld dat de verdieping de autonome ontwikkeling slechts versterkt, dat wil zeggen dat de oppervlakte getijdengebied zal afnemen en de ontwikkeling van laagdynamisch gebied naar hoogdynamisch zal voortgaan. Het baggeren en dumpen uit de havens heeft geringe doch tegengestelde effecten.

Een cumulatief effect kan zich voordoen bij de verschillende typen schorren die als gevolg van de verdieping dreigen te worden aangetast en met onnatuurlijke middelen worden vastgelegd. Het dumpen van havenslib kan tot gevolg hebben dat deze gefixeerde schorren sneller zullen ophogen en in kwaliteit zullen afnemen.

9.1.2 Verbreding

De reeds uitgevoerde verbredingen worden door LNV beschouwd als een van de oorzaken van de negatieve ontwikkelingen. Er bestaan concrete plannen voor een volgende verbreding: de derde verruiming. Dit blijkt uit een voortoets bij de WVO-vergunningsaanvraag voor het onderhouden van de vaargeul in de Westerschelde in het

kader van de habitat- en vogelrichtlijngebieden (Tombeur et al. 2005). Deze toets is goeddeels gebaseerd op de MOVE rapportage en de S-MER van de verruiming. Het rapport concludeert navenant dat er geen negatieve effecten als gevolg van de onderhoudsbaggerwerken aantoonbaar zijn. Wel wordt gesignaleerd dat er zich (significante) negatieve evoluties voordoen. Deze worden als 'autonome' evoluties gezien. De effecten van de mitigerende maatregelen van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden zijn onbekend. Ze kunnen zowel positief als negatief effect hebben. Tevens wordt gesignaleerd dat zich ook op de Zeeschelde effecten voordoen die mogelijk zijn veroorzaakt door de ontwikkelingen op de Westerschelde.

De problematiek van de cumulatie is vergelijkbaar met die van de verdieping.

9.2 De Westerschelde Container Terminal

Door Apeldoorn et al. (2004) is een passende beoordeling gemaakt van dit project waarin de relevante aspecten van de aanleg van de Westerschelde Container Terminal worden beschouwd. Het rapport concludeert dat er voor een aantal aspecten significante effecten kunnen optreden, o.a. ten aanzien van zandwinning en het behoud van het Klein Zeegras. Het betreft hier vooral een aantasting als gevolg van de aanleg.

Bij de aanleg van de WCT kan het samengaan van vertroebeling door beide projecten cumulatief tot een significant effect leiden. In principe kan vooralsnog niet de zekerheid worden verkregen dat significante effecten zullen uitblijven. Dit aspect dient eerst in de onderlinge samenhang in detail worden bezien. Aan de hand daarvan kunnen met behulp van mitigerende maatregelen de negatieve effecten doeltreffend worden vermeden.

9.3 Kokkelvisserij

De afgelopen jaren is door het Ministerie van LNV steeds een vergunning afgegeven voor het vissen van kokkels. Deze vergunningen worden door de natuurbescherming aangevochten in verband met het ontbreken van een goede passende beoordeling.

Kokkelvisserij heeft onder meer tot gevolg dat het voedselbiotoop van de steltlopers wordt aangetast en dat het slibgehalte in de bodem door uitspoeling daalt. Er zijn twee aspecten van cumulatie.

- Door het samengaan van storten en kokkelvisserij kan het effect op de troebelheid worden versterkt. De kokkelvisserij vindt plaats van augustus tot in oktober, na de meest kwetsbare tijd. Het is niet te verwachten dat het cumulatieve effect significant groter zal zijn dan het hier beschreven effect door baggeren en storten van havenonderhoud.
- Het uitspoelen van slib zal enigszins worden gecompenseerd door het inbrengen van slib door het dumpen van havenslib in de Westerschelde. Hier hoeft dus niet de worden gevreesd voor een cumulatieve werking.

9.4 Doorspoelen Krammer-Volkerak

De doorspoelproef van het Krammer-Volkerak is enige jaren geleden afgewezen vanwege het opschuiven van de zout-zoet gradient in de Westerschelde. Het betrof toen uitsluitend

een zomer periode. Momenteel wordt een doorspoelen van het Krammer-Volkerak-Zoommeer weer overwogen met grotere hoeveelheden in de winter en mindere hoeveelheden in de zomer. De details van het doorspoelen zijn echter nog onbekend; bijvoorbeeld waar komt het benodigde infrastructuur (op welke locaties), welke variant(en) worden gekozen, etc. Het is dus niet mogelijk om enige uitspraken te doen over hoe dit zal leiden tot verschuiving van de zoutgradiënt wat de uiteindelijke cumulatief effecten zullen zijn.

9.5 Ontpolderen

Ook dit besluit moet vooralsnog als een separaat plan worden beschouwd. Het plan beoogt de huidige ongunstige staat van instandhouding van de Westerschelde te herstellen door herstel van enkele sleutelprocessen van het estuarium. Ter discussie staat slechts of er sprake kan zijn van cumulatieve effecten tussen beide projecten. Het is dus niet mogelijk om in het kader van ontpolderen enige

9.6 Externe werking

Gezien de overwegende stroomrichtingen behoeft niet te worden gevreesd voor effecten op de Zeeschelde. Effecten op de Voordelta zullen mede gezien de stromingspatronen nihil of vrijwel nihil zijn. De afstand tot het Gericht Marien Reservaat bij Zeebrugge is zodanig dat niet voor significant negatieve effecten behoeft te worden gevreesd.

10 Onzekerheden

Onzekerheden ontstaan in meerdere fases van het ontwikkelen van een Habitatoets:

- Bij het bepalen van de biotische randvoorwaarden stuit men op gebrek aan kennis en verschillen van mening over oorzaak-gevolg relaties. Dit is steeds zo goed als mogelijk aangegeven in de teksten en in Tabel 16. Zo nodig is ook aangegeven waar aanvullend onderzoek tot verbetering van de prognose nodig is. Het is vaak moeilijk om kwantitatief een randvoorwaarde aan te geven waarvan met zekerheid kan worden gesteld dat geen gevolg zal optreden. De randvoorwaarden en beschreven effecten zijn gebaseerd op literatuur (soms worden 'harde' gegevens gegeven zoals voor bijvoorbeeld de kritische zichtdiepte voor zichtjagende vogels), maar in de meeste gevallen zijn de randvoorwaarden en het wel of niet significant zijn van de effecten op de habitats en soorten door interpretatie afgeleid op basis van kennis en wetenschappelijke inzichten.
- Alle (abiotische) modellen geven een uitkomst met een range van onzekerheid. Met name de morfologische voorspellingen zullen een brede mate van onzekerheid geven, mede in verband met onzekerheden rond de stortstrategie. Een andere manier om dit te doen is door bijvoorbeeld het toepassen van een zogenaamde worst-case scenario zoals bijvoorbeeld toegepast in Hoofdstuk 7 voor de gevoeligheidsberekeningen voor de slibverspreiding.
- Daarboven zullen aanzienlijke onzekerheden ontstaan als gevolg van cumulatie.

Bij de biota treden vooral onzekerheden op ten aanzien van de vissen. Hier blijkt de kennis omtrent de gevoeligheid voor vertroebeling gering

Vanzelfsprekend zijn er onzekerheden over de reacties van vogels op bepaalde ontwikkelingen. Deze onzekerheden kwamen niet aan de orde omdat de abiotische omstandigheden, zelfs in worst-case scenario niet van dien aard waren dat de dreiging van aantasting bestaat. Deze dreiging deed zich alleen voor bij de zichtjagende viseters. Hier kon de gewenste zekerheid worden verkregen door enerzijds uit literatuur de grenzen te bepalen, anderzijds uit de modellen af te leiden dat deze grenzen hooguit zeer lokaal worden bereikt.

Er blijven onzekerheden die samenhangen met de cumulatie van effecten. Vooral uit de ecotopenkaarten blijkt sprake te zijn van een autonome ontwikkeling die voor de instandhoudingsdoelstellingen niet gunstig lijkt. Desondanks blijkt bij een analyse van de vogelstand dat alleen bij de Scholekster en de Kanoet een negatief effect is gemeten.

Deze onzekerheden bleken binnen het project geen rol van betekenis te spelen omdat met voldoende zekerheid kon worden bepaald dat de negatieve ontwikkelingen niet door het dumpen van havenmateriaal zijn veroorzaakt, sterker nog dat dit dumpen de autonome ontwikkeling slechts zou mitigeren.

11 Conclusies

Uit de voorgaande hoofdstukken volgen de volgende conclusies.

De mogelijke effecten die door bagger- en stortactiviteiten ten behoeve van havenonderhoud relevant zijn voor de Natuurbeschermingswet-relevante soorten en habitattypen in de Westerschelde, zijn:

- Bedekking van de bodem;
- Vertroebeling van het water;
- Verstoring door scheepvaartverkeer;
- Verandering bodemsamenstelling;
- Morfologische veranderingen.

11.1 Overzicht mogelijke effecten op instandhoudingsdoelstellingen

In Tabel 19 is schematisch aangegeven op welke instandhoudingsdoelstellingen (oftewel habitattypen en soorten) welke van de mogelijk effecten door baggeren en storten kunnen optreden.

Tabel 19 Overzicht mogelijke effecten

	Verstoring Westerschelde	Bedekking van de bodem	Vertroebeling van het water	Veranderingen bodemsamenstelling	Morfologische veranderingen
Grauwe Gans					
Bergeend					
Scholekster					
Kluut					
Bontbekplevier					
Zilverplevier					
Kanoet					
Drieteenstrandloper					
Bonte Strandloper					
Rosse Grutto					
Wulp					
Tureluur					
Grote Stern					
Visdief					
Dwergstern					
1130 Estuaria					
1310 Eenjarige pioniervegetaties					
1320 Schorren met slijkgras					
1330 Atlantische schorren					
1095 Zeeprik					
1099 Rivierprik					
1103 Fint					
1365 Zeehond					

De belangrijkste effecten geïdentificeerd in deze studie worden per habittattype en soort in de volgende tabel gepresenteerd (Tabel 20). De randvoorwaarden voor behoud van instandhouding van deze habitats en soorten worden ook weergegeven. Deze randvoorwaarden geven als het ware, de kritieke grenzen voor instandhouding van de habitattypen en soorten in de huidige staat. Bij overschrijding van de randvoorwaarden bestaat er een kans op een negatieve ontwikkeling van een soort of habitattype; dit wordt per habitattype en soort aangegeven als deze kans bestaat.

Tabel 20 Samenvatting van de effecten per habitattype

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	**Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten ***
1130 Estuarium	• bedekking bodem: zeer lokaal effect • vertroebeling • verandering bodemsamenstelling • morfologische verandering	• vestiging en successie van schorren in stand houden • geen aantasting overspoelingsfrequentie schorren Voorwaarde: tempo van verhoging / inklinking van sediment niet sneller dan zeespiegelrijzing
1310 Eénjarige pioniervegetaties slik- en zandgebieden	Geen netto effect. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden.	
1320 Schorren slijkgrasvegetatie	Geen netto effect. Ligt te ondiep om direct beïnvloedt te worden.	
1330 Atlantische schorren	Geen effect.	

1130 Estuarium

De mogelijke invloed op het type Estuarium is van brede aard. De bagger- en stortactiviteiten mogen niet tot gevolg hebben dat kenmerkende processen schade ondervinden, bijvoorbeeld het ophogen van schorren door sedimentatie of aantasting van het optimale overspoelingsfrequentie van een schor. Uit de morfologische analyse volgt dat op het schaalniveau van het hele estuarium, het effect van de beschouwde activiteiten op de zandbalans verwaarloosbaar klein zijn. In de zogenaamde meso-cel 2 kan door het storten in dit gebied inkrimping van de geulen versterken, dat een significant negatief effect kan hebben op het meergeulensysteem en dus op het behoud van de natuurlijke staat van de morfologie. Daarentegen, er vinden veel meer ingrepen plaats in dit gebied die zand uit het gebied onttrekken. Dit vermindert de effecten van het storten en dus worden vanuit de cumulatieve effecten geen significant negatieve effecten verwacht op de morfologie in meso-cel 2.

Voor de overige macrocellen worden geen negatieve effecten verwacht.

Op de overige habitattypen worden geen negatieve effecten verwacht.

Tabel 21 Samenvatting van de effecten per soort

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	**Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten ***
1103 Fint	• verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • verlaging zuurstofgehalte	Slibgehalte in waterkolom (probleem: gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (Probleem: paaiplaatsen zijn niet bekend)
1099 Rivierprik	• verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • verlaging zuurstofgehalte	Slibgehalte in waterkolom (probleem gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (Periode en lokatie is variërend. Probleem: over paaiplaatsen is weinig bekend)
1095 Zeeprik	• verstoring kieuwfilter (voedsel en ademhaling) • verlaging zuurstofgehalte	Slibgehalte in waterkolom (probleem: gevoeligheid van soort is onbekend). Geen storting tijdens juveniele fase (lokatie en periode is sterk variërend) / Geen storting tijdens geconcentreerde intrek (april – mei)
Grauwe gans	Aanslibbing biotoop (Verdronken land van Saeftinge). Baggerstort mogelijk positief effect op areaal	Geen verdere toename aanslibbing biotoop
Bergeend	Verstoring tijdens vleugelrui. Bedekking laagdynamisch slik (indirect effect op voedsel: *Hydrobia* en diatomeeën)	Verstoring: effecten door scheepvaart beperken door afstand van 200 tot 300 m aan te houden Geen verdere verhoging in aanslibbing biotoop
Steltlopers	Verkleining oppervlakte biotoop (slibrijk laagdynamisch slik, voornamelijk in het westen)	Instandhouding oppervlakte van geschikt biotoop: • voorkoming verschuiving laagdynamisch naar hoogdynamisch • voorkoming verschuiving slibrijk naar zandig
Sterns	• Verhoging vertroebeling • Vermindering aanbod voedsel door bedekking (benthos)	Geen verhoging vertroebeling: min. doorzicht van 0.4 m.

	Mogelijke negatieve effecten door bestaande bagger- & stortactiviteiten	Randvoorwaarde(n) voor behoud van habitattypen en soorten *
1365 Gewone Zeehond	• Vertroebeling: geen aanwijzingen dat toename troebelheid foerageersucces negatieve beïnvloedt • Verstoring: beroepsvaart blijft beperkt tot hoofdvaargeul en enkele nevenvaargeulen. Effecten zijn gering. • Verandering in areaal biotoop. Baggerstort mogelijk positief effect op areaal. • Bodemsamenstelling (voedselketen): mogelijke afname voedsel • Morfologische ontwikkeling: sterk afhankelijk van steile randen grenzend aan diepe geulen. Aanbod is toegenomen sinds 1930.	Verstoring: effecten door scheepvaart beperken door afstand van 300 m (passeren van schepen) en 600 m. (storten) aan te houden Bodemsamenstelling. Probleem: ontbreken van wetenschappelijke feiten voor kwantificering. Mogelijk indirect, positief effect via de voedselketen.

1103 Fint
De Fint wordt van mei tot september in de Westerschelde aangetroffen, meer in het westen dan in het oosten. De Fint trekt in april / mei vanuit de zee de rivier op om te paaien, in het najaar trekt de soort terug naar zee.

Vissen zijn voldoende mobiel om een gebied met een frequente zware verstoring te mijden. Het effect van stortactiviteiten werkt via verstoring van het kieuwfilter (voedsel en ademhaling) en verlaging van het zuurstofgehalte. Een probleem bij deze studie is dat voor de Fint niet bekend welke slibconcentraties getolereerd worden. Voor trekvissen in het algemeen geldt dat ze de turbiditeitsmaxima bij Zeebrugge en / of achterin het estuarium tolereren (tot soms wel meer dan 100 mg/l). Zolang de stortingen binnen dit maximum blijven wordt verondersteld dat de trek niet wordt belemmerd. Het feit dat bij alle trekvissen (Fint, Rivierprik en Zeeprik) de laatste jaren tekenen van herstel zijn te bespeuren duidt erop dat het storten van baggerslib niet de oorzaak is geweest van de geconstateerde afname. Om nadere uitspraken te doen is echter gedetailleerde monitoring zeer gewenst.

1099 Zeeprik
De Zeeprik migreert van februari tot juni naar de rivieren met een piek in april / mei. De Zeeprik paait in de midden- en bovenloop van het estuarium, vervolgens sterven de ouderdieren. De larven leiden drie tot mogelijk acht jaar een ingegraven levenswijze en filteren voedseldeeltjes uit het water. Na een metamorfose trekt de soort weer terug naar zee. De Zeeprik gebruikt de Westerschelde alleen als doortrekgebied en paait er niet. Sinds midden van de jaren 1980 neemt het aantal vangsten in de benedenrivieren toe, hetgeen erop wijst dat de omstandigheden in de Westerschelde goed moeten zijn.

De effecten van stortactiviteiten op de Zeeprik zijn vergelijkbaar als de Fint.

1095 Rivierprik
De Rivierprik trekt vanaf de late zomer tot in het voorjaar stroomopwaarts richting de rivieren, vooral 's nachts en tijdens springtij. De Rivierprik gebruikt de Westerschelde alleen als doortrekroute naar de paaigebieden. De soort heeft een vergelijkbare levenscyclus als de Zeeprik. Sinds 1987 neemt het aantal waarnemingen van doortrekkende exemplaren toe.

De effecten van stortactiviteiten op de Rivierprik zijn vergelijkbaar als de Fint.

Grauwe Gans
De Grauwe Gans is planteneter en overwintert vooral in het oosten van de Westerschelde (Verdronken Land van Saeftinge). De soort is sterk toenemend. De randvoorwaarde voor behoud wordt bepaald door de voedselbeschikbaarheid van Saeftinge en omgeving. Rust is ook een belangrijke voorwaarde. Het is van belang dat Saeftinge niet in belangrijke mate wordt verhoogd, waardoor het minder geschikt wordt voor het voedsel, met name Zeebies.

Uit de morfologische analyse volgt dat op en rondom het Verdronken Land van Saeftinge het effect van de beschouwde activiteiten op de zandbalans verwaarloosbaar klein zijn. Bovendien worden effecten van aanslibbing niet verwacht.

Verstoring door baggerschepen is een plaatselijk verschijnsel. De randvoorwaarde voor behoud van voldoende rust voor de Grauwe Gans is een afstand van maximaal 300 m.van het scheepsverkeer. Het Verdronken Land van Saeftinge ligt buiten deze zone voor scheepsverkeer en een negatief effect wordt dus niet verwacht.

Er worden geen negatieve effecten verwacht voor de Grauwe Gans.

Bergeend
Het belang voor de Bergeend is geschiktheid als ruigebied. De soort is toenemend, maar de oorzaken zijn onbekend. De soort foerageert vooral op de hogere delen van het getijdengebied met lage stroomsnelheden. Tijdens de rui kunnen de vogels niet vliegen en zijn ze bijzonder gevoelig voor verstoring.

Er is een mogelijk significant negatief effect te verwachten door verstoring door baggerschepen. Dit is een plaatselijk verschijnsel. Een mogelijke mitigerende maatregel is het scheepsverkeer op afstand te houden, minimaal 300 m. afstand bij grote concentraties Bergeenden.

Steltlopers
In Tabel 20 worden de huidige trends in aantallen (*), het procentuele verdeling in voorkomen over de sectoren West, Centraal en Oost in de Westerschelde, en de voedselkeuze van de soorten aangegeven, voor alle beschreven soorten gegeven. (* ++ is een sterke toename, O is een stabiel voorkomen, -- is een sterke afname).

Tabel 22 Overzicht van de organismen die van belang zijn als voedsel voor niet-broedvogels.

		Voorkomen			Voedsel						
Litoraal		**west**	**centraal**	**oost**	**planten**	**grote schelpdieren**	**kleine schelpdieren**	**grote wormen**	**kleine wormen**	**grote crustacea**	**kleine crustacea**
Westerschelde	**Trend**										
Grauwe Gans	++			100	XXX						
Bergeend	++	45	35	20	X		XXX				
Scholekster	--	70	25	5		XXX		X			
Kluut	+	15	50	35				XXX			
Bontbekplevier	O	70	15	15				XX	XX		XX
Zilverplevier	O	65	30	5				XX			X
Kanoet	-	80	20				XXX				
Drieteenstrandloper	++	20	80						XXX		
Bonte Strandloper	O	35	50	15			X		XX		X
Rosse Grutto	O	60	30	10		X		XX			
Wulp	O	35	35	30		X		X		XX	
Tureluur	O	50	30	20				XX	XX		X

Voor de steltlopers (Scholekster, Kluut, Bontbekplevier, Zilverplevier, Kanoetstrandloper, Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper, Rosse Grutto en Wulp) variëren de gegevens. In het algemeen belang is de instandhouding van de oppervlakte en sedimentkwaliteit van de biotoop. Voor de meeste soorten is het meest geschikte biotoop het slibrijk laagdynamisch slik. Vele soorten leven voornamelijk in het westen, het mariene deel van de Westerschelde De randvoorwaarde voor behoud is dat de oppervlakte van laagdynamisch slibrijk litoraal niet verder achteruitgaat, met name in het westen. Met de slibverspreidingsberekening zou eerder een positief effect worden verwacht.

Sterns

De sterns (Grote Stern, Visdief, Dwergsterns) zijn zichtjagende vogels en prefereren als voedselgebied helder water. Zij stellen als randvoorwaarde voor behoud een minimaal doorzicht van 0.4m. Indirect kunnen effect door storten ontstaan doordat het aanbod van voedsel verandert. De Westerschelde vertoont al lange tijd een sterk wisselend doorzicht.

Op basis van modelberekeningen wordt een slibconcentratie dat meer dan 0.4 m troebelheid veroorzaakt, tijdelijk en zeer lokaal rondom de stortlocatie verwacht (tot enkele uren en enkele tientallen meters rond de stortlocatie). Met uitzondering van stortvak 15, wordt er geen significant negatief effect op sterns verwacht van het storten van baggerslib in de Westerschelde. Bij het storten in stortvak 15 volgens de opgegeven stortstrategieën wordt niet voldaan aan de troebelheidscriteria en kunnen significante effecten op sterns niet worden uitgesloten.

Andere relevante vogelsoorten
De aanvullende soorten worden niet uitgebreid beschreven, maar aan de hand van expert judgement beoordeeld.

De Kluut is een steltloper, die sterk gebonden is aan slibrijke gebieden. Zoals reeds beschreven bij de andere steltlopers zijn geen negatieve effecten te verwachten, integendeel, de verzanding wordt tegengegaan. De Zwartkopmeeuw broedt plaatselijk en in wisselende aantallen. De soort foerageert tot ver in het binnenland. Er zal geen beïnvloeding optreden. De Kleine Zilverreiger en Lepelaar foerageren ook buitendijks op de intergetijdengebieden, het habitatgebruik is vergelijkbaar met die van de steltlopers. Er zijn geen negatieve effecten te verwachten.

De Slechtvalk als vogeleter kan geen effecten ondervinden van de maatregel. De Goudplevier foerageert vooral binnendijks en slechts marginaal buitendijks. Ook hier is geen effect te verwachten. De Fuut en de Middelste Zaagbek zijn soorten die vissen onder water achtervolgen. Zij hebben een minimale zichtafstand nodig. Aan de hand van onder andere v.Eerden et al (2005) is vastgesteld dat de grenswaarde ligt bij 40 cm Sechii. Dit zal slechts tijdelijk en uitsluitend vlakbij de stortplaats optreden. Voor deze soorten ontstaat een licht negatief effect, dat zeker niet significant is.

De eendensoorten Krakeend, Wilde Eend, Pijlstaart en Slobeend zeven hun voedsel uit het ondiepe water of het slik. Ze zijn ook gebaat bij slibrijk intergetijdengebied, waarbij het habitatgebruik vergelijkbaar is met de steltlopers. Hier zijn geen negatieve effecten te verwachten. Krakeend en Wilde Eend benutten ook wieren etc. op harde substraten. E zal geen sprake zijn van een zodanige vertroebeling dat de wier groei wordt belemmerd.

De steltlopers Strandplevier, Zwarte ruiter, Groenpootruiter en Steenloper, zullen net als de kwalificerende steltlopers geen of een gering positief effect ondervinden van de maatregel. Het broeden van de Strandplevier en de Bontbekplevier zal niet door de maatregel worden beïnvloed omdat dit op permanent drooggevallen gebieden, vaak inlagen en opspuitterreinen, geschiedt.

1365 de Gewone Zeehond
De effecten op de Gewone Zeehond zijn op verschillende manieren voorstelbaar: vertroebeling, verstoring, via de morfologie en bodemsamenstelling. De Gewone zeehond kan bodemvissen opsporen en vangen met zijn gevoelige snorharen. Dit betekent dat de soort gemakkelijk prooien vangt in troebel kustwater. Er zijn dan ook geen aanwijzingen dat een toename van de troebelheid het foerageersucces van de zeehond nadelig beïnvloedt.

Eventuele verstorende effecten door de baggerschepen wordt gering geacht, omdat de Gewone Zeehond gewenning vertoont. Het aantal scheepsbeweging ten behoeve baggerstort is zeer gering ten opzichte van het totale aantal in de Westerschelde. Slechts op één stortlocatie (Axel) wordt gestort op minder dan 600 m van een zeehondenligplaats, maar de hoeveelheden die hier gestort worden zijn gering, waardoor dit niet wordt gezien als een mogelijk significante effect.

Er kan een indirect effect zijn van de sedimentkwaliteit op de zeehond via de voedselketen. In intergetijdegebieden zijn slibrijke delen potentieel het rijkst aan bodemdieren, deze worden gegeten door vissen, die op hun beurt een prooi vormen voor zeehonden. Het

oppervlak aan slibrijke gebieden is echter afgenomen en deze zet door getuige de ecotopenkaarten-analyse in deze studie. Het storten slib gaat de afname van slibrijke gebieden tegen en is als zodanig mogelijk een positief effect voor de zeehond.

Gewone zeehonden zijn sterk afhankelijk van zandbanken met steile randen grenzend aan geulen. Sinds 1930 is het aanbod aan geschikte ligplaatsen toegenomen. Uit de morfologische analyse volgt dat het effect van de beschouwde activiteiten op de zandbalans verwaarloosbaar klein is. Er worden geen negatieve effecten op het aanbod van ligplaatsten verwacht.

11.2 Lokatiespecifieke significante, negatieve effecten

Uit de lokatiespecifieke analyse in Hoofdstuk 8 blijkt dat voor stortvak 15 niet wordt voldaan aan criterium 1 (troebelheid) en criterium 3 (morfologische veranderingen). Alle overige stortvakken voldoen wel aan de gestelde criteria en daar worden geen significant, negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen voorzien. Voor vak 15 kunnen significante negatieve effecten ten gevolge van speciestort niet worden uitgesloten:

Morfologie

De analyse in § 7.2 toont aan dat het enige gebied dat morfologisch wordt beïnvloed door de stortactiviteiten in meso-cel 2 ligt. Alhoewel er tot nog toe geen stortcriterium voor meso-cellen is gedefinieerd, mag worden aangenomen dat de storthoeveelheid van 0.8 Mm^3/jaar zand ruimschoots groter is dan 5 tot 10 % van de bruto transportcapaciteit van deze meso-geul. Voor de overige morfologische cellen wordt het stortcriterium niet overschreden.

Ten gevolge van de stort in meso-cel 2 (de Braakman) zal de geul verondiepen. Deze ontwikkeling wordt overigens momenteel gedeeltelijk gecompenseerd door zandwinactiviteiten die in dit gebied plaatsvinden. Hierdoor wordt 0.3 Mm^3/jaar zand aan het systeem onttrokken.

Troebelheid

Figuur 21 toont de gebieden waarin gedurende meer dan 15 % van de tijd het doorzicht minder dan 40 cm bedraagt. Uit deze figuur blijkt dat voor alle stortlocatie op één na het troebelheidscriterium niet wordt overschreden dan wel in zo'n klein gebied binnen het stortvak dat effecten op habitats verwaarloosbaar zijn. Een uitzondering vormt vak 15, de Braakman. Hiervoor wordt het doorzichtcriterium aanmerkelijk overschreden in een groot gebied (circa 1 × 10 km).

Ter toelichting kan worden gesteld dat de vertroebeling speciaal de sterns zal treffen die broeden op de Hooge Platen (met name Dwergstern) en de Visdieven die zowel op de Hooge Platen als in Terneuzen broeden. Ook de Futen en Middelste Zaagbekken zullen hinder ondervinden.

Uit de studie volgt dat bij het baggeren en storten voor havenonderhoud op de Westerschelde met uitzondering van stortvak 15 geen significante negatieve effecten zullen optreden. Bij het storten in stortvak 15 volgens de opgegeven stortstrategieën kunnen significante effecten optreden op de visetende vogels. Deze problemen zijn mogelijk met een veranderde stortstrategie te vermijden.

Mogelijke maatregelen zijn:

- verplaatsing van de stortlocatie;
- instelling van een tijdsvenster voor stortactiviteiten;
- beperking van de storthoeveelheid;
- verbetering van de storttechniek.

Hiervoor is nadere analyse noodzakelijk.

12 Referenties

Apeldoorn R.C. van, Smit C.J., Henkens R.H.J.G. & Dankers N.M.J.A., 2004.

Berrevoets C.M., Strucker R.C.W., Meininger P.L. 1999. Watervogels in de Zoute Delta 1997/98. Rijksinstituut voor Kust en Zee rapport RIKZ-99.001, Den Haag.

Berrevoets C.M., Strucker R.C.W., Meininger P.L. 2000. Watervogels in de Zoute Delta 1998/99. Rijksinstituut voor Kust en Zee rapport RIKZ-2000.003, Den Haag.

Berrevoets C.M., Strucker R.C.W., Meininger P.L. 2001. Watervogels in de Zoute Delta 1999/2000. Rijksinstituut voor Kust en Zee rapport RIKZ-2001.001, Den Haag.

Berrevoets C.M., Strucker R.C.W., Meininger P.L. 2002. Watervogels in de Zoute Delta 2000/2001. Rijksinstituut voor Kust en Zee rapport RIKZ-2002.002, Middelburg.

Berrevoets, C.M., R.C.W. Strucker, F.A. Arts, S. Lilipaly & P.L. Meininger, 2005. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2003/2004, inclusief de tellingen in 2002/2003. Rapport RIKZ/2005.011, Middelburg.

Beukema J.J. & de Bruin W. 1977. Seasonal changes in dry weight and chemical composition of the soft parts of the tellinid bivalve Macoma balthica in the Dutch Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 11: 4255.

Beukema J.J. 1974. Seasonal changes in the biomass of the macro-benthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 8: 94-107.

Beukema J.J., Essink K., Michaelis H. & Zwarts L. 1993. Year-to-year variability in macrobenthic biomass on tidal flats in the Wadden Sea: how predictable is this food source for birds? Neth. J. Sea Res. 31: 319-330.

Blomert A-M & Meininger P.L. 1998. Watervogels in het Deltagebied: wintersterfte en draagkracht. Rapport RIKZ-98.004, Middelburg, Groningen.

Bouma H., D.J. de Jong, F. Twisk & K. Wolfstein 2005. Zoute Wateren Ecotopenstelsel (ZES.1), voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapp. RIKZ 2005.024, Middelburg.

Brasseur S.M.J.M. & Reijnders P.J.H., 1994. Invloeden van diverse verstoringsbronnen op het gedrag en habitatgebruik van gewone zeehonden; consequenties voor de inrichting van het gebied. IBN-rapport.

Brenninkmeijer A. & Stienen E.W.M. 1992. Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis). DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, RIN-Rapport 92/17, Arnhem

Brenninkmeijer, A.; Stienen, E.W.M.; Klaassen, M.; Kersten, M. (2002). Feeding ecology of wintering terns in Guinea-Bissau. Ibis 144: 602-613.

Buysse, D., S. Martens, R. Baeyens & J. Coeck, 2004. Onderzoek naar de migratie van vissen tussen Boven-Zeeschelde en Bovenschelde. Rapp. Inst. voor natuurbehoud. IN.R.2004.02. Brussel.

Bijkerk, R., 1988. Ontsnappen of begraven blijven, de effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. RDD aquatic ecosystems, Groningen.

Chambers M.R. & Milne H. 1979. Seasonal variation in the condition of some intertidal invertebrates of the Ythan estuary, Scotland. Estuar. estl mar. Sci. 8: 411-419.

Dehnhardt, G., B. Mauck & H. Bleckmann, 1998. Seal whiskers detect water movements. Nature, 394: 2345-236.

Delaney S. & Scott D.A. 2002. Waterfowl Population Estimates. Third Edition. Wetlands International Global Series No. 12. Wageningen, The Netherlands.

DG Milieu van de Europese Commissie, 2000. Beheer van "Natura 2000"-gebieden. De bepalingen van artikel 6 van de Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG). Verkrijgbaar via internet: http://europa.eu.int/comm/environment/nature/art6_nl.pdf

Eerden M.R. van , S.H.M. van Rijn & M. Roos, 2005. Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. RIZA Rapport 2005.014. Lelystad.

Emmerik, W.A.M. van & H.W. de Nie, 2006. De zoetwatervissen van Nederland, ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

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

Erftemeijer P., 2002. Evaluatie ecologische effecten van baggerwerkzaamheden in de Eems voor het ingraven van een bestaande 42 inch gasleiding voor de NV Nederlandse Gasunie. WL | Delft Hydraulics rapport Z3401.

Eriksson, M.O.G. 1985. Prey detectability for fish-eating birds in relation to fish density and water transparency. Ornis Scandinavica 16: 1-7

Essen, K. van 1998. Foerageergedrag van de Grote Stern (Sterna sandvocensis)". BEON-rapport 98-12. Den Haag.

Fretwell S.D. 1972. Populations in a seasonal environment. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Geurts van Kessel, A.J.M. 2004. Verlopend getij. Rapport RIKZ / 2004.028. Middelburg.

Geurts van Kessel, A.J.M., Berrevoets, C., Consemulder, J., Jong D. de, Kater, B., Maldegem D. van, Prins T., Stikvoort, E., Twisk, F., Wetsteyn, B., Withagen, L., 2004. Verlopend tij: Oosterschelde, een veranderend natuurmonument. RIKZ/2004.028.

Goss-Custard J.D. 1977. The ecology of the Wash III. Density-related behaviour and the possible effects of a loss of feeding grounds on wading birds (Charadrii). J. appl. Ecol. 14: 721-739.

Goss-Custard J.D. 1980. Competition for food and interference among waders. Ardea 68: 31-52.

Goss-Custard J.D., West A.D., Clarke R.T., Caldow R.W.G., le V. dit Durell S.E.A. 1996c. The carrying capacity of coastal habitats for Oystercatchers. In: J.D. Goss-Custard (ed.) The Oystercatcher: from individuals to populations: 327-351. Oxford University Press, Oxford.

Groot, S.J. de, 1992. Herstel van riviertrekvissen in de Rijn een realiteit? 8. De Fint. De Levende Natuur 93 (6) 182-186.

Hisgen, R.G.W. & R.W.P.M. Laane, 2004. Geheim van het getij. Sdu Uitgevers BV, Den Haag.

Huijs, S.W.E., 1995. Geomorfologische ontwikkeling van het intergetijdengebied in de Westerschelde, 1935-1989. Rapport R 95-3. Univ.Utrecht, Fac. Ruimtelijke Wetenschappen, Vakgroep Fysische Geografie.

IDON, 2004. Noordzee-atlas. Ministerie van Verkeer en Waterstaat / Rijkswaterstaat Directie Noordzee.

Jager, Z., J. Kranenbarg & D. Vethaak, 2004. Vissen tussen zoet en zout. De Levende Natuur 105 (5) 404-208.

Jansen J.A.M. & Schaminée J.H.J. 2003. Europese natuur in Nederland, Habitattypen. KNNV-Uitgeverij, Utrecht

Jansen J.A.M. & Schaminée J.H.J. 2004. Europese natuur in Nederland, Soorten van de Habitatrichtlijn. KNNV-Uitgeverij, Utrecht

Jeuken et al, 2004, Morfologisch onderzoek in het kader van de S-M.E.R. en de Ontwikkelingsschets SE2010.

Jeuken, C., 2005, Advies voor het storten van baggerspecie uit het vaargeulonderhoud in de Westerschelde op de huidige stortlocaties, WL | Delft Hydraulics, Rapport Z4013.

Jeuken, C., I. Tánczos, Z.B. Wang, 2003, Evaluatie van het beleid voor vaargeulonderhoud en zandwinning in de Westerschelde sinds de tweede verdieping van de vaargeul op basis van veldwaarnemingen en het verbeterde Cellenconcept, WL | Delft Hydraulics, Rapport Z3467

Jeuken, M.C.J.L. Z.B. Wang, I.Tanczos, 2003, Evaluatie van het beleid voor vaargeulonderhoud en zandwinning sinds de tweede vaargeulverdieping op basis van veldgegevens en het verbeterde Cellenconcept. WL| delft hydraulics Z3467.

Jeuken, M.C.J.L., 2000, ON the morphologic behaviour of tidal channels in de Westerschelde estuary. Proefschrift Universiteit Utrecht.

Jeuken, M.C.J.L., 2001, Verificatie van het Cellenconcept op basis van historische gegevens, WL|Delft Hydraulics rapport Z3078.

Kam J. van de, Ens B., Piersma T. & Zwarts L. 1999. Ecologische Atlas van de Nederlandse Wadvogels. Schuyt & Co. Haarlem.

Kastelein, R.A., 1998. Food consumption and growth of marine mammals. PhD Thesis Landbouwuniversiteit Wageningen.

Kater, B.J. en J.M.D.D. Baars, 2003. Reconstructie van oppervlakten van litorale Japanse oesterbanken in de Oosterschelde in het verleden en een schatting van het huidig oppervlak. RIVO rapport C017/03

Kersten, M. & T.Piersma 1987. High levels of energy expenditure in shorebirds; metabolic adaptations to an energetically expensive way of life. Ardea 75: 175-187.

Kleef, H.L., K. Essink & E.E. Welling, 1992. Het effect van het storten van baggerspecie op de bodemfauna in de Oude Westerceems in de jaren 1989 en 1990. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, rapp. DGW-92.018.

Lambeek R.H.D. 1991. Changes in abundance, distribution and mortality of wintering Oystercatchers after habitat loss in the Delta area, SW Netherlands. Acta XX Congr Intern. Ornithol.: 2208-2218.

Lambeek, R.H.D., Goss-Custard, J.D., Triplet, P. 1996. Oystercatchers and man in the coastal zone. In: J.D. Goss-Custard (ed.) The Oystercatcher from individuals to populations: 289-326. Oxford University Press, Oxford.

Maes, J., 1997. Vis in de Zeeschelde: terug van weggeweest. Schelde nieuwsbrief 3 (12) 1-3.

Maes, J., 2001. Stijgende aantallen Finten in de Zeeschelde. De Levende Natuur 102 (2) 87.

Maes, J., B. Geysen, D. Ercken & F. Ollevier, 2003. Opvolging van het visbestand van de Zeeschelde: resultaten voor 2002. Studierapport i.o.v. het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer.

Meinger, P.L., R.H. Witte & J. Graveland, 2003. Zeezoogdieren in de Westerschelde: knelpunten en kansen. Rapp. RIKZ/2003.041.

Meininger P.L. & Strucker R.C.W. 2001. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2000.Rapport RIKZ/2001.015. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Meininger P.L. & Strucker R.C.W. 2002. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2001.Rapport RIKZ/2002.021. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Meininger P.L. , Strucker R.C.W. & Wolf P. 2003. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2002.Rapport RIKZ/2003.020. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Meininger P.L., Berrevoets C.M. & Strucker R.C.W. 1999. Kustbroedvogels in het Deltagebied: een terugblik op twintig jaar monitoring (1979-1998). rapport RIKZ- 99.025. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Meininger P.L., Berrevoets C.M. & Strucker R.C.W. 2000. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 1999. rapport RIKZ / 2000.023. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Ministerie LNV. Brochure: Algemene Handreiking. Natuurbeschermingswet 1998. Brochures, 04-10-2005

Ministerie van LNV, 2005. Natuurprogramma Westerschelde. Rapport DRZ-35311, den Haag.

Mol, G., A.M. van Berchum en G.M. Krijger, De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verdieping 48'/43'. Beschrijving van trends in de fysische, biologische en chemische toestand, Rapport RIKZ-97.049.

Nederbragt G. en G.J. Liek, 2004, Beschrijving Zandbalans Westerschelde en monding, Rijkswaterstaat, RiKZ, Rapport RIKZ/2004.020.

Odé, B. & A. Bolier, 2003. Groenknolorchis op de kaart. Gorteria 29: 33-37,

Ottburg, F.G.W.A. & H. Pelctier, 2004. Soortbeschrijvingen Rhodeus, Misgurnus, Cobitis, Cottus, Lampetra, Salmo, Alosa, Petromyzon. in relatie tot met Natura 2000 gebieden (concepten). bijeenkomst EC LNV 14 dec. 2004.

Peters, B.G.T.M., G.A. Liek, J.W.M. Wijsman, M.W.M. Kuijper & G.Th van Eck, 2003b. Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43', 'een verruimde blik op waargenomen ontwikkelingen'. MOVE Evaluatierapport 2003, MOVE-rapp 8, Deel B: Hoofdrapport.

Pienkowski M.W. 1983. Surface activity of some intertidal invertebrates in relation to temperature and the foraging behaviour of their shorebird predators. Mar. Ecol. Prog. Ser. 11: 141-150.

ProSes 2004. Ontwikkelingsschets 2010.

Proses 2005. Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium.

Rappoldt, C., B.J. Ens, M.A.J.M. Kersten, E.M. Dijkman, 2004. Wader Energy Balance & Tidal Cycle Simulator WEBTICS. Technical Documentation version 1.1. Alterre, Wageningen, Alterra-Report 869, ISSN 1566-7197

Rappolt, C. & Ens B.J., 2005. Scholeksters en hun voedsel in de Westerschelde. Altera-Rapport 1209. Wageningen.

Reading C.J. & McGrorty S. 1978. Seasonal variations in the burying depth of Macoma balthica (L.) a^d its accessibility to wading birds. Estuar. estl. mar. Sci. 6: 135-144.

Reijnders, P.J.H. 1986. Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. Nature 324: 456-457.

Reijnders, P.J.H, 1990. Progesterone and oestradiol-17b concentration profiles throughout the reproductive cycle in harbour seals (Phoca vitulina). J. Reproduction and Fertility 90: 403-409.

Reijnders, P.J.H, 1992a. Phoca vitulina Linnaeus 1758 – Seehund. p. 120-137 in: Niethammer, J., & F. Krapp (eds). Handbuch der Säugetiere Europas. Band. 6: Meeressäuger, Teil II: Robben – Pinnipedia. Aula Verlag, Wiesbaden.

Reijnders, P.J.H, 1992b. Retrospective population analysis and related future management perspectives for the harbour seal Phoca vitulina in the Wadden Sea. . in: Dankers, N., C.J. Smit & M. Scholl (eds). Present and future conservation of the Wadden Sea. Proc. 7th Int. Wadden Sea Symp., Ameland. Netherlands Institute for Sea Research – Publ. Ser. 20: 193-197.

Reijnders, P.J.H, 1994. Toxicokinetics of chlorobiphenyls and associated physiological responses in marine mammals, with particular reference to their potential for ecotoxicological risk assessment. Science of the Total Environment 154: 229-236.

Reijnders, P.J.H, S.M.J.M. Brasseur & A.G. Brinkman, 2000. Habitatgebruik en aantalontwikkeling van Gewone Zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra-rapp. 078, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.

RIKZ 2005. Achtergrondinformatie voor studie naar effecten bagger- en stortactiviteiten in Zeeuwse Rijkswateren. Bijlage 1 bij brief RIKZ/ZDO/2005.

Roomen M.W.J. van, Boela A., Weide M.J.T. van der, Winden E.A.J. van, & Zoetebier D. 2000. Belangrijke vogelgebieden in Nederland, 1993-97. SOVON-informatierapport 2000/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Rose P.M. & Scott D.A.1994. Waterfowl Population Estimates. IWRB Publication 29. Slimbridge, UK.

Rose P.M. & Scott D.A.1997. Waterfowl Population Estimates. Second edition. Wetlands International Publication 44 Wageningen, The Netherlands.

Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda, & V Westhoff, 1998. De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala, Leiden, 346 p.

Stikvoort, E., C. Berrevoets, M. Kuijper, F. Lefèvre, G-J. Lick, M., Lievaart, D. van Maldegem, P. Meininger, B. Peters, A. Pouwer, H. Schippers, en J. Wijsman, 2003, Monitoring van de effecten van de verruiming 48'-43', MOVE Hypothesen document, MOVE Rapport 7, RIKZ/2003.009.

Tombeur, A., R. Brys, R. Gyselings, W. Mertens, F. Piesschaert, G. Spanoghe, A. van Braeckel, B. Vandevoorde, I. Verbessem & E. Van den Bergh, 2005. Voortoets bij de WVO-vergunningsaanvraag voor get onderhouden van de vaargeul in de Westerschelde in het kader van de habitat- en vogelrichtlijngebieden. Instituut voor Natuurbehoud IN.O.2005.04.

Veen, J. van, 1950, Eb- en vloedschaar systemen in de Nederlandse Getijdewateren, Tijdschrift Koninkelijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, pp 303-325.

Vooren W.G.M., 1997. het voorkomen van kokkels in de Westerschelde. Werkdocument RIKZ/OS.97.843x. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Vrielynck, S., C. Belpaire, A. Stabel, J. Breine & P. Quataert, 2003. De visbestanden in Vlaanderen anno 1840-1950. Een historische schets van de referentietoestand van onze waterlopen aan de hand van de visstand ingevoerd in een databank en vergeleken met de actuele toestand. Rapp. IBW.Wb.V.R.2002.89.

Wang Z.B.& J.C. Winterwerp, 2001, Impact of dredging and dumping on the stability of ebb-flood channel systems, In Proceedings of 2nd IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, Sept. 2001, Obihiro, Japan, pp. 515-524.

Wang, Z.B. en M.C.J.L. Jeuken, 2006, Verbetering van het ESTMORF model voor het Schelde estuarium, Uitbreiding van het model met de Beneden-Zeeschelde en een verificatie op basis van waarnemingen voor de periode 1992-2002, WL | Delft Hydraulics, Rapport Z3949.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren, 2003. Atlas van plantengemeenschappen in Nederland. Deel 3. Kust en binnenlandse pioniermilieus. KNNV Uitgeverij, Utrecht, 256 p.

Westerschelde Containerterminal. Analyse van mogelijke significante efecten vande WCT op de SBZ Westerschelde. Alterra-rapport 985, Wageningen.

Winterwerp, J.C., M.C.J.L. Jeuken, M.A.G. van Helvert, C. Kuyper, A. van der Spek, M.J.F., Stive, P.M.C. Thoolen en Z.B. Wang, 2000, Lange-termijnvisie Schelde-estuarium cluster morfologie (2 delen), WL | Delft Hydraulics.

Winterwerp, J.C., Z.B. Wang, M.J.F. Stive, A. Arends, C. Jeuken, C. Kuijper and P.M.C. Thoolen, 2001, A new morphological schematization of the Western Scheldt Estuary, The Netherlands, In Proceedings of 2nd IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, Sept. 2001, Obihiro, Japan, pp. 525-533.

L. Withagen, 2000. Delta 2000. Inventarisatie huidige situatie Deltawateren Rapport RIKZ/2000.047

Ysebaert, T. & P. Meire, 1991. The macrozoobenthos of the Westerschelde and Beneden Zeeschelde. Universiteit Gent. Report W.W.E. 12, 184 pp.

Ysebaert, T. & P. Meire, 1999. Macrobenthos of the Schelde estuary: predicting macrobenthic slibs responses in the estuarine environment. A statistical analysis of the Schelde estuary macrobenthos within the ECOFLAT project. Rep. Inst. of Nature Cons. IN 99/19. Brussel, Belgium.

Ysebaert, T., P. Meire, P.M.J. Herman & H. Verbeek, 2002. Macrobenthic slibs response surfaces along estuarine gradients: prediction by logistic regression. Mar. Ecol. Prog. Ser. 225: 79-95

Zwarts L. 1991. Seasonal variation in body condition of the bivalves Macoma balthica, Scrobicularia plana and Cerastoderma edule in the Dutch Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 28: 231

13 Afkortingenlijst

NB-wet	Natuurbeschermingswet 1998
SBZ	Speciale Beschermingszone
VHR	Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn

A Resultaten analyse ecotopenkaarten

A Resultaten analyse ecotopenkaarten

Referentie:
Bouma et al. 2005. Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1)
Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024. Middelburg juli 2005. 156 pp.

A.1 Veranderingen areaal Totaal litoraal

Het totaal oppervlak litoraal van ruim 7000 ha is in de periode 1996 tot 2004 afgenomen met 176 ha (-2,4%). Dit is de som van een afname van 96 ha (-2,9%) in het hoogdynamisch gebied en 80 ha (-2%) in het laagdynamisch gebied. Voor de meeste vogels is het laagdynamisch van groter belang dan het hoogdynamisch gebied.

In 2004 was de verdeling laag-middel-hoog respectievelijk 735 ha (18 %), 2974 ha (75 %) en 266 ha (7 %).

Als de totale oppervlakte litoraal qua hoogteligging wordt beschouwd dan is er sprake van een toename van het laag met 266 ha (+57%), een afname van het middelhoog met 107 ha (-3,5%) en een afname van het hoog met 239 ha (-47%).

Voor vogels is de middenzone het belangrijkste. De lage zone ligt kort droog, de hoge zone bevat minder prooidieren.

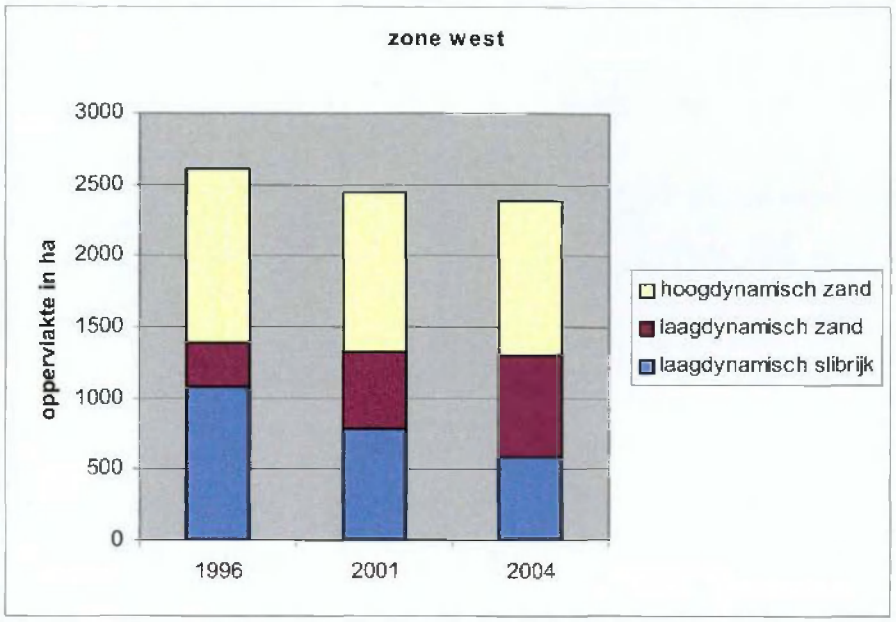
A.2 Veranderingen in Laagdynamisch

Wanneer het laagdynamisch gebied verder wordt geanalyseerd blijkt er een verschuiving te zijn opgetreden van slibrijk naar zandrijk. De oppervlakte zandig, laagdynamisch litoraal is toegenomen met 564 ha (+34%), terwijl de oppervlakte slibrijk, laagdynamisch litoraal is afgenomen met 643 ha (-27%). Dit verlies van ruim 600 ha slibrijk litoraal is voor de vogels aanzienlijk en weegt niet op tegen de winst van een krappe 600 ha zandig gebied. Verdere analyse zou moeten uitwijzen waar en hoe dit precieser is gesitueerd.

Over het gehele bekken beschouwd (1755 ha) kan het laagdynamisch gebied worden onderverdeeld in laag, middelhoog en hoog met respectievelijk in 2004 een oppervlakte van 735 (15%), 2974 ha (78%) en 266 ha (7%).

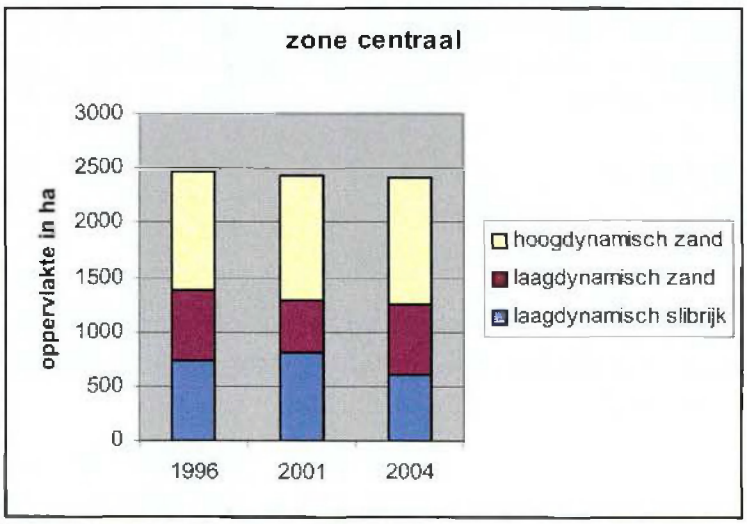
De veranderingen zijn fors. Het laag gelegen, laagdynamisch, slikrijk gebied is toegenomen met 27 ha (+11%), het middelhoog gelegen is afgenomen met 529 ha (-28%) en het hoog gelegen is afgenomen met 141 ha (-54%).

A.3 Veranderingen per zone in de Westerschelde



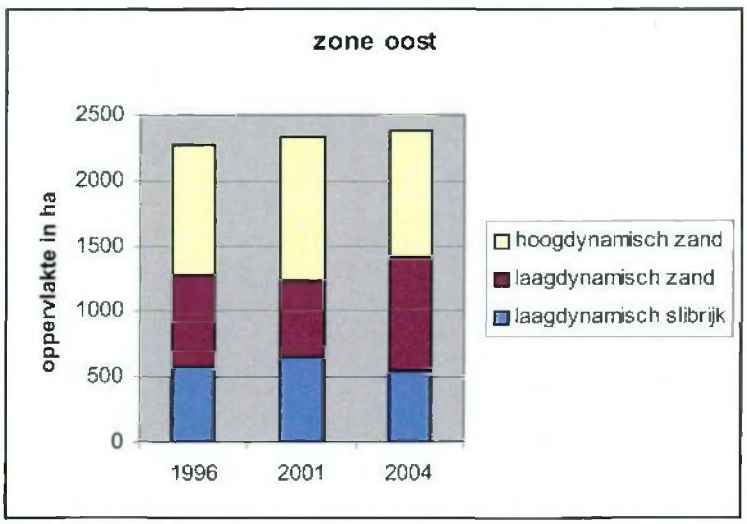
Figuur A- 1 Overzicht van het litoraal van de zone west.

In de zone west is sprake van een afname van de totale oppervlakte litoraal met 225 ha (-8,6 %). Binnen de litoraal is de oppervlakte hoogdynamisch zand afgenomen met 143 ha (-11,8 %). De grootste verandering heeft zich voorgedaan binnen het laagdynamisch gebied waar de oppervlakte zand is toegenomen met 403 ha (+130 %) en de oppervlakte slibrijk is afgenomen met 486 ha (-45 %). In grote lijnen lijkt hier het slibrijke gebied te worden vervangen door zandig gebied.



Figuur A- 2 Overzicht van het litoraal van de zone centraal.

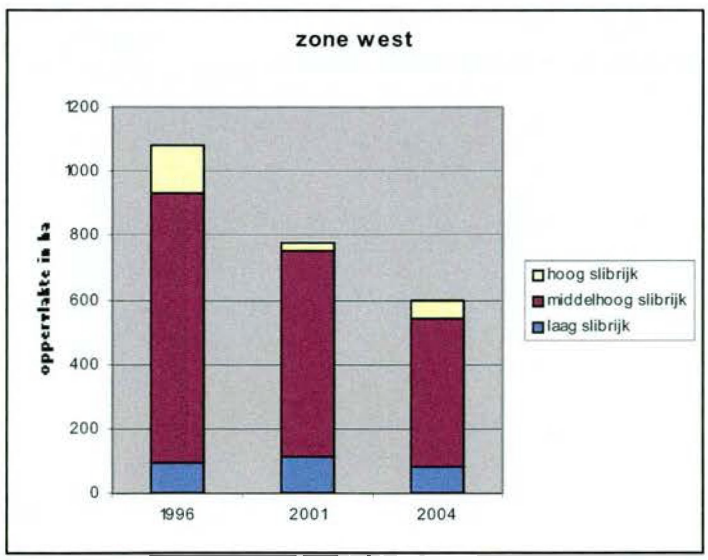
In de zone centraal is sprake van een afname van de totale oppervlakte litoraal met 50 ha (-2,0 %). Binnen de litoraal is de oppervlakte hoogdynamisch zand toegenomen met 83 ha (+7,7 %). De grootste verandering heeft zich voorgedaan binnen het laagdynamisch gebied waar de oppervlakte zand is afgenomen met 4 ha (-0,6 %) en de oppervlakte slibrijk is afgenomen met 129 ha (-18 %). Ook in deze zone lijkt het slibrijke gebied te worden vervangen door zandig gebied.



Figuur A- 3 Overzicht van het litoraal van de zone oost.

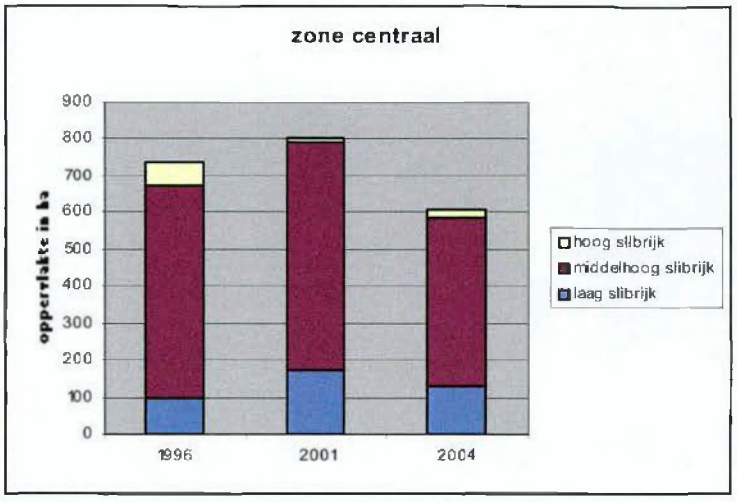
In de zone oost is sprake van een toename van de totale oppervlakte litoraal met 100 ha (+4,4 %). Binnen de litoraal is de oppervlakte hoogdynamisch zand afgenomen met 37 ha (-3,7 %). Binnen het laagdynamisch gebied is de oppervlakte zand toegenomen met 165 ha (24 %) en is de oppervlakte slibrijk afgenomen met 28 ha (-4,8 %).

Een nadere beschouwing van de oppervlakten laagdynamisch slibrijk litoraal per zone, per hoogteklasse levert het volgende beeld (Figuur A-4):



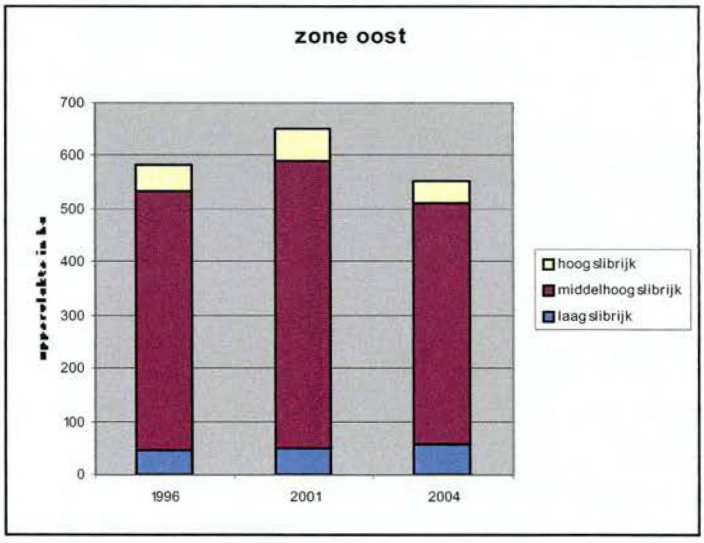
Figuur A- 4 Overzicht van het laagdynamisch slibrijk litoraal van de zone west.

Van de totale afname van de oppervlakte van 486 ha blijkt het middelhoog deel het grootste aandeel te leveren van 383 ha (-45 %). De afname in beide andere hoogtezones is geringer, hoog –90 ha (-62%), laag –13 ha (-14%).



Figuur A- 5 Overzicht van het laagdynamisch slibrijk litoraal van de zone centraal.

Van de totale afname van de oppervlakte van 129 ha blijkt het middelhoog deel het grootste aandeel te leveren van 114 ha (-20 %). De toe- en afname in beide andere hoogtezones is geringer, hoog –45 ha (-69%), laag +30 ha (+30%).



Figuur A- 6 Overzicht van het laagdynamisch slibrijk litoraal van de zone oost.

Van de totale afname van de oppervlakte van 29 ha blijkt het middelhoog deel het grootste aandeel te leveren van 33 ha (-7 %). De toe- en afname in beide andere hoogtezones is geringer, hoog –6 ha (-13%), laag +11 ha (+23%).

B Vogels

B Vogels

(Bijgevoegd is een CDrom met Bijlage B)

Bijdrage aan het project "Habitattoets: effecten bagger- en stortactiviteiten in Zeeuwse wateren"

Kruisland, maart 2006
Memo 2006/

Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist
Brugweg 6
4756 SM Kruisland
0167 533272
henk@habitatrichtlijn.nl

NGB Lid Netwerk Groene Bureaus

C Vissen

C Vissen

C.1 De Fint (*Alosa fallax*)

C.1.1 Beschrijving natuurwaarde

HR gebieden die voor deze soort (1103) zijn aangemeld:
Westerschelde (NL 9803061)

De Fint behoort tot de haringachtigen (Clupeidae). Er wordt een aantal ondersoorten van de Fint onderscheiden o.a. niet-trekkende 'landlocked' vormen in Ierland en Italië. Nederlandse/Belgische finten zijn anadroom en worden gerekend tot de ondersoort *fallax*. Deze ondersoort wordt gekenmerkt door een goudbruine kop, een blauwgrijze rug, een zilverwitte onderkant en een rij donkere vlekken (twee tot acht) op de flanken. De Fint wordt tot 55 cm lang, iets kleiner dan de nauw verwante Elft (*Alosa alosa*). Vroeger werden finten wel voor jonge elften aangezien.

C.1.2 Ecologie

Trek
De Fint is een anadrome vis die het grootste deel van haar leven in zee doorbrengt (bij voorkeur tussen 10 en 20 m). Om te paaien zoekt zij het zoete tot brakke (getijden)gebied op. De trek begint zodra de temperatuur boven de 11-12 °C komt, de mannetjes beginnen eerder met de trek dan de vrouwtjes. De paaitijd valt in het voorjaar (april en mei) en zou ca. 3 weken bedragen. De paaiplaatsen bevinden zich daar waar het effect van het getij nog merkbaar is, op platen met grof zand of op kiezelbedden. Het water is hier vrijwel zoet, de eieren kunnen niet tegen zout water. Voor het paaien is een watertemperatuur van 18-22 °C vereist. Het paaien vindt plaats bij hoog water als de stroomsnelheid van de rivier laag is en de bevruchte eieren naar de bodems kunnen zakken. Daar blijven ze liggen terwijl de stroming ze van zuurstof voorziet. Na vier tot zes dagen komen de eieren uit. De jonge finten groeien op in het zoetwatergetijdengebied op grindbanken en luwe plaatsen. Zodra de temperatuur onder de 19° zakt en soms al eerder beginnen ze aan hun trek richting zee. Deze komt in oktober-november tot stilstand bij 9 °C en lager als de vis zich in het brakke deel van het stroomgebied bevindt. Tijdens opkomend water zoeken de jonge vissen hun voedsel relatief hoog in de waterkolom, maar bij eb - wanneer de stroomsnelheid hoger is - blijven ze dicht bij de bodem, zodat ze niet naar zee worden gespoeld. Na zes maanden hebben de juvenielen een lengte van 5 cm. In het voorjaar, als de temperatuur boven de 7° C stijgt, komt er weer beweging in de juveniele vis. Het is ook mogelijk dat de Fint haar eerste winter al in zee doorbrengt.

Voedsel
Jonge Fint eet plankton zoals copepoden en mysiden. De kieuwboogaanhangsels vormen een minder fijn filter dan bij de Elft, hetgeen wijst op het eten van relatief grof plankton. Oudere exemplaren voeden zich tevens met vislarven (Haring, Sprot en grondels) en Euphausiide garnalen. In brak water heeft men ook slijkgarnalen (*Corophium*) in de maag aangetroffen, hetgeen wijst op foerageren bij de bodem. In tegenstelling tot de Elft blijft

volwassen Fint tijdens de paaitrek eten. Naarmate de vis groter wordt, trekt zij geleidelijk verder de zee op. Na drie tot vijf jaar zijn respectievelijk de mannetjes en vrouwtjes geslachtsrijp en keert de Fint terug naar de paaiplaatsen. In tegenstelling tot de meeste Elft volbrengt de Fint in haar leven meerdere keren de reis van en naar zee om te paaien.

C.1.3 Locatie

De Fint wordt van mei tot september in de Westerschelde aangetroffen. Het oostelijk deel is zowat de grens tot waar de Fint op de Schelde kan worden waargenomen. Verderop zijn de zuurstofconcentraties te laag. De Fint komt meer voor in het westelijk dan in het oostelijk deel van het gebied. Aangezien de paaiplaatsen hogerop niet bereikbaar zijn (ook al zijn ze waarschijnlijk nog steeds geschikt) is de functie als doortrekgebied beperkt. Er zijn geen paaiplaatsen bekend in de Schelde. De vroegere paaiplaatsen lagen ter hoogte van de monding van de Rupel en de Dender en op de bovenlopen van Nete. De jonge finten die in de Schelde gevangen worden zijn afkomstig van paaiplaatsen in de Thames.

In de jaren dertig van de vorige eeuw lagen er paaiplaatsen in de Bergse Maas. Het verdwijnen in het Rijnstroomgebied (Oosterschelde, Grevelingen Veerse Meer) is met name het gevolg van vervuiling en rivierverbeteringen (aantasting van paaiplaatsen).

C.1.4 Populatieomvang

Achteruitgang
Vroeger was de Fint een algemene vis in Nederland en in de Westerschelde in het bijzonder.In de 20e eeuw is de fintpopulatie sterk achteruitgegaan door verslechtering van de waterkwaliteit en het verlies van grote zandplaten voor het paaien. Men neemt aan dat de Fint in de jaren dertig van de 20e eeuw uit de Schelde is verdwenen. In de Rijn werd in 1938 nog een recordaanvoer vermeld maar daarna ging de soort snel achteruit. Na de aanleg van de Haringvlietdam in 1970 werd geen Fint meer gevangen.

Herstel
Sinds de jaren negentig worden er wel weer Finten aangetroffen in de Westerschelde, tot Antwerpen, zoals blijkt uit fuikvangsten bij Bath en in het koelwater van de kerncentrale van Doel (Maes 1997, Figuur 2.26 in Tombeur *et al.* 2005). Waarschijnlijk is de soort teruggekeerd door de verbetering van de waterkwaliteit. Grote verschillen in het aantal gevangen finten tussen de verschillende jaren kunnen veroorzaakt zijn door sterke fluctuatie in het aantal jonge vissen (een bekend verschijnsel bij Fint), maar ook door verschuivingen in de doortrekpiek in mei. In de jaren met lage vangsten duurde de doortrekpiek in mei korter, maar was sterker dan de jaren ervoor. Een dergelijke piek wordt met de gebruikte vangstmethode niet goed bemonsterd. Mogelijk is het aantal in zulke jaren dus onderschat.
In 2003 zijn tussen mei en oktober voor het eerst weer eenjarige Finten (modale lengte 16 cm) aangetroffen in de Westerschelde (Maes 2001; Maes *et al.*, 2003). Deze zijn afkomstig van paaiplaatsen op de Thames. Jonge Fint uit de O-groep (tot 7 cm) wordt vooralsnog niet aangetroffen, hetgeen erop wijst dat de Fint zich nog niet in de Schelde voortplant.

Blokkades in de vorm van dammen en stuwen maken een goed herstel onmogelijk. Mogelijk spelen ook het wegvallen van getijdenwerking, verhoogde turbiditeit en overbevissing een rol. Indien deze belemmeringen worden weggenomen is herstel evenwel denkbaar. In de Elbe zijn paaiplaatsen na 150 jaar weer in gebruik genomen door verbetering van de waterkwaliteit.

De jaarklassterkte van Fint is groter bij een hoge zomertemperatuur.

Schatting van het aantal exemplaren van Fint in de Westerschelde van Vlissingen tot de grens volgens Proses (2004) worden hieronder gegeven. Het is niet duidelijk waarop deze aantalschattingen gebaseerd zijn en ze zijn dan ook met het nodige voorbehoud te gebruiken.

Zone Vlissingen-Hansweert	3000
Zone Hansweert-grens	800

C.2 Rivierprik (Lampetra fluviatilis)

C.2.1 Beschrijving natuurwaarde

HR gebieden die voor deze soort (1099) zijn aangemeld:
Westerschelde (NL 9803061)

De Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) behoort tot de rondbekken en heeft een vergelijkbare algemene morfologie als de Zeeprik. Net als bij de Zeeprik bestaat de rugvin uit twee delen. De Rivierprik is een stuk kleiner dan de Zeeprik: volwassen dieren bereiken een lengte tot 50 cm. De soort is parasitair en in het bezit van een zuigschijf die bezet is met scherpe tanden. Tijdens de voortplantingsfase worden deze vervangen door stompe tanden.

C.2.2 Ecologie

De Rivierprik is anadroom en heeft een vergelijkbare levenscyclus als de Zeeprik. Het is een reofiele soort: alle levensstadia zijn gebonden aan stromend water.

Trek
Na een parasitaire levensfase van anderhalf jaar op zee, vooral in ondiepe kustwateren en estuaria (Cl <12 g/l), vindt vanaf de late zomer een stroomopwaartse migratie naar de rivieren plaats. De trek gaat door tot in het voorjaar. Zij vindt vooral 's nachts plaats tijdens springtij, overdag schuilen de prikken. De Rivierprik paait bij 8,5 tot 12 °C in de midden- en bovenloop van rivieren in een kleine kom met een diepte van 0,2 tot 1,5 m en een bodem van grof zand en grind. Binnen een week na de paai sterven vrijwel alle ouderdieren. De larven verblijven geruime tijd op de paaiplaats onder het zand. Na enige weken worden ze meegevoerd met de stroom tot ze een geschikte, voedselrijke en slibrijke bodem tegenkomen, waar ze zich ingraven. De soort groeit vooral op in ondiepe, luwe delen van de rivieren, zoals in nevengeulen, tussen kribvakken, in kanalen en mogelijk in aangetakte, nagenoeg stilstaande wateren. Het larvale stadium duurt waarschijnlijk 3 1/4 jaar. De metamorfose vindt plaats in juli-augustus bij een lengte van zo'n 10 cm., waarna de Rivierprik naar zee trekt.

Voedsel
De larven filteren voedseldeeltjes uit het water. Volwassen prikken parasiteren door bloed te zuigen en stukjes vlees te eten van Haring, Sprot, kabeljauwachtigen, Makreel, Zalm en Bot. Tijdens de stroomopwaartse migratie wordt niet meer gegeten.

C.2.3 Locatie

De Rivierprik gebruikt de Westerschelde vooral als doortrekroute naar de paaigebieden hogerop de rivier en kan in beginsel dus in het hele gebied aangetroffen worden. De rivierprik is een stuk algemener dan de Zeeprik. Over de voortplantingsplaatsen is weinig bekend. De soort wordt de laatste jaren relatief veel gevangen op de bovenloop van de Schelde, hetgeen erop wijst dat de Westerschelde goed functioneert als doortrekgebied. Het westelijk deel fungeert wellicht ook als leefgebied voor een deel van de volwassen populatie.

C.2.4 Populatieomvang

Achteruitgang
De Rivierprik was vóór 1945 zeer algemeen in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse stromen, waaronder de Westerschelde. Na de aanleg van de Haringvlietdam in 1970 is de soort sterk afgenomen maar de Rivierprik is nooit weggeweest uit de grote rivieren. Doordat toxische stoffen zich hechten aan slib zijn de larven bijzonder kwetsbaar voor verontreiniging.

Herstel
Waarnemingen van doortrekkende exemplaren nemen sinds 1987 weer toe. Er worden tegenwoordig weer honderden exemplaren geteld tijdens de trek en in de paaigebieden zijn tientallen jonge of paairijpe exemplaren waargenomen. De vondst van larven in het stroomgebied van zowel de Rijn als Maas doet vermoeden dat daar momenteel paaiplaatsen worden benut.
De Rivierprik vormt tegenwoordig een belangrijk aandeel van de visgemeenschap in de Bovenschelde en de Boven-Zeeschelde (Buysse *et al.* 2004), hetgeen erop wijst dat ook de doortrekkende populaties door de hele Westerschelde goed moeten zijn. In onderstaande tabel worden aantallen in het oostelijk en westelijk deel van de Westerschelde weergegeven.

Schatting van het aantal exemplaren van Rivierprik in de Westerschelde van Vlissingen tot de grens volgens Proses (2004) worden hieronder gegeven. Het is niet duidelijk waarop deze aantalschattingen gebaseerd zijn en ze zijn dan ook met het nodige voorbehoud te gebruiken. Maes (1997) schat het aantal exemplaren dat per getijdencyclusin de omgeving van Doel (Zeeschelde) heen en weer migreert op 5500.

Zone Vlissingen-Hansweert	1700
Zone Hansweert-grens	480

C.3 Zeeprik (*Petromyzon marinus*)

C.3.1 Beschrijving natuurwaarde

HR gebieden die voor deze soort (1095) zijn aangemeld:
Westerschelde (NL 9803061)

De Zeeprik behoort tot de Rondbekken en heeft een vergelijkbare algemene morfologie als de Rivierprik. In het volwassen stadium is de soort parasitair en bezit daartoe een zuigschijf

die bezet is met tanden. De rugvin bestaat uit twee delen. De Zeeprik is een stuk groter dan de Rivierprik: volwassen dieren bereiken een lengte tot 100 cm.

C.3.2 Ecologie

De Zeeprik heeft als anadrome trekvis een vergelijkbare levenscyclus als de Rivierprik. Het is een reofiele soort: alle levensstadia zijn gebonden aan stromend water.

Trek
Na een parasitaire levensfase van anderhalf tot tweeënhalf jaar op zee, waarbij de soort zich verder op zee waagt dan de Rivierprik, vindt van februari tot juni een stroomopwaartse migratie naar de rivieren plaats. –Daarbij wordt een duidelijke piek in april/mei vertoond. De Zeeprik paait in de midden- en bovenloop van rivieren op ondiepe plekken (ca 0,5 m diep) met een hoge stroomsnelheid (1-2 m/s). Hier wordt een nestkuil gemaakt op een bodem van grof zand en grove kiezels. Na de paai sterven de meeste ouderdieren. De larven komen na 10-20 dagen uit het ei en verblijven nog vier weken op de paaiplaats onder het zand. Daarna worden de 1 cm lange larven meegevoerd met de stroom tot ze een geschikte slibrijke bodem tegenkomen om zich in te graven. Het larvale stadium zeker drie, mogelijk tot acht jaar. De metamorfose vindt plaats bij een lengte van zo'n 15 cm en kan 3-10 maanden duren. Ondertussen trekt de Zeeprik naar zee.

Voedsel
De larven filteren voedseldeeltjes zoals algen, micro-organismen en detritus uit het water.Volwassen prikken parasiteren door bloed te zuigen en stukjes vlees te eten van onder andere Fint, Haring, Zalm en Kabeljauw. Tijdens de stroomopwaartse migratie wordt niet meer gegeten.

C.3.3 Locatie

De Zeeprik paait niet binnen de Nederlandse grenzen, maar gebruikt wateren als de Westerschelde alleen als doortrekgebied op weg naar stroomopwaarts gelegen paaiplaatsen. De soort kan in beginsel dus overal in het gebied worden aangetroffen, zij het zeer sporadisch. De trek vindt vooral plaats in april-mei. Hij is frequenter aan te treffen in het westelijk deel, waar de zuurstofhuishouding beter is een waar wellicht ook meer individuen het volwassen deel van hun levenscyclus doorbrengen.

C.3.4 Populatieomvang en ontwikkeling

Achteruitgang
In het verleden zaten de Nederlandse rivieren vol met Zeeprik. Door verstuwing van grote rivieren en hun zijtakken in de tweede helft van de vorige eeuw zijn veel paaigebieden onbereikbaar geworden. Het gevolg is dat het aantal waargenomen dieren in de laatste zestig jaar met een factor tien tot honderd is afgenomen.
De Zeeprik trok vroeger verder de Schelde op, maar sinds de jaren 20 is de soort in België door kanalisatie, watervervuiling en biotoopvernietiging uitgestorven. Vrielynck *et al.* (2003) vermelden wel dat de Zeeprik in België nooit algemeen is geweest maar eerder als dwaalgast was aan te treffen in een aantal waterlopen (Schelde, Leie, Maas, Demer). Geschikte paaigronden zijn er in de Schelde wellicht nooit geweest.

Herstel

Sinds het midden van de jaren 1980 neemt het aantal vangsten in de benedenrivieren weer licht toe, maar het is zeer moeilijk om de populatiegrootte in te schatten. In Nederland is de Zeeprik inmiddels niet meer bedreigd.

Als de Zeeprik in het voorjaar en vroege zomer de rivieren optrekt heerst er in de Schelde al een grote zuurstofdeficiëntie. Daardoor wordt zij voorbij de grens nauwelijks gevangen, alhoewel de Zeeprik heel recent toch ook gesignaleerd is in de Beneden-Zeeschelde. De Rivierprik trekt de rivier op in de herfst en winter, wanneer zuurstof veel minder limiterend is, en wordt dan ook veel meer gevangen.

Hieronder wordt een schatting van het aantal exemplaren van Zeeprik in de Westerschelde van Vlissingen tot de grens volgens Proses (2004) gegeven. Onduidelijk is waarop deze schattingen gebaseerd zijn en ze zijn dan ook met het nodige voorbehoud te gebruiken.

Zone Vlissingen-Hansweert	400
Zone Hansweert-grens	110

D Zeehond

D Zeehond

Beschrijving natuurwaarde

Zeehond (*Phoca vitulina*)
HR gebieden die voor deze soort (1365) zijn aangemeld:
Westerschelde (NL 9803061)
Oosterschelde (NL1000018)

D.1 Beschrijving

De Gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is binnen de zeehondenfamilie (Phocidae) een relatief kleine soort: de mannetjes worden zo'n 1,5 tot 2 m lang en wegen tot 120 kg, terwijl de vrouwtjes nauwelijks kleiner en lichter zijn. De soort is variabel van kleur, van lichtgrijs tot donkergrijs met een donkere vlekkentekening. De dieren in Nederland maken deel uit van de zogenaamde Waddenzeepopulatie.

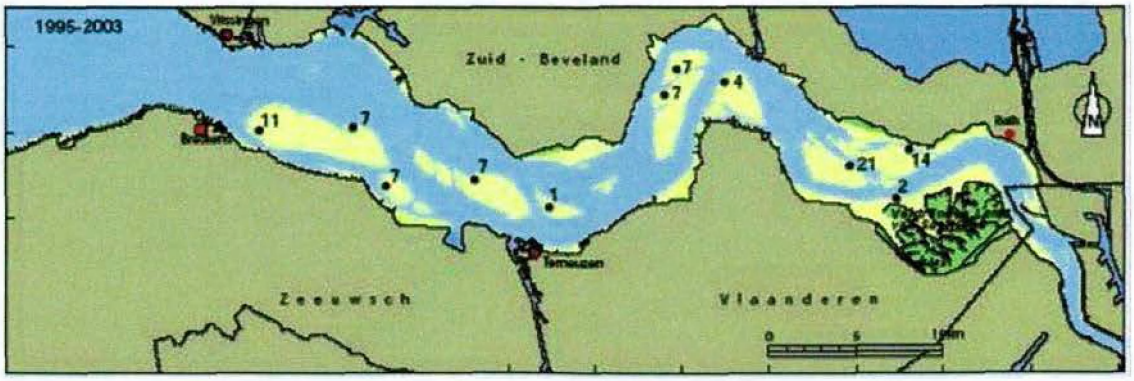
D.2 Ecologie

De Gewone zeehond blijft doorgaans dichter bij de kust dan de Grijze zeehond. Desondanks trekken ze soms meer dan 100 km de zee op om te foerageren. Een enkele keer begeven ze zich in riviermondingen en binnenwateren. De dieren rusten tijdens laagwater meestal op zandplaten ('haul-out' gedrag) die bij vloed onder water lopen. Ze hebben daarbij een voorkeur voor zandplaten die grenzen aan diep water. Na een zwangerschap van elf maanden wordt tussen eind mei en begin juli één jong geboren, dat vrijwel direct kan zwemmen. Het jong wordt bijna een maand gezoogd. Tegen het einde van de zoogtijd paren de volwassen zeehonden in zee. De zandplaten worden ook gebruikt om te verharen.

Voedsel
De Gewone zeehond zoekt zijn voedsel in de kustwateren en verder op zee. De soort voedt zich met uiteenlopende soorten vis, zoals Bot (*Platichthys flesus*), Tong (*Solea solea*), Haring (*Clupea harengus*), Kabeljauw (*Gadus morhua*), Wijting (*Merlangius merlangus*) en Zandspiering (*Ammodytidae*). Jonge zeehonden eten ook garnalen.

D.3 Locatie

Tweederde van alle individuen die in de jaren negentig in de Westerschelde werden geteld, werd aangetroffen op de Platen van Valkenisse/Zimmermangeul. De overige werden gezien op de Rug van Baarland (13%), de Lage Springer (9%), de Plaat van Ossenisse (5%), de Hooge Platen (3%), de Hooge Springer (2%), de Middelplaat (2%) en bij het Konijnenschor (0,3%) (Figuur ..). In het seizoen 2002/2003 waren de belangrijkste gebieden in de Westerschelde de Platen van Valkenisse / Zimmermangeul (40%), de Rug van Baarland (19%) en de Hooge Platen (16%). Een kleine groep foerageert tijdens hoogwater regelmatig aan de rand van Saeftinghe. (meded. Jean Maebe).



Figuur D- 1 Gewone zeehond (*Phoca vitulina*). Maximum aantal per ligplaats tijdens tellingen in 1995-2003 (Meiniger et al. 2003)

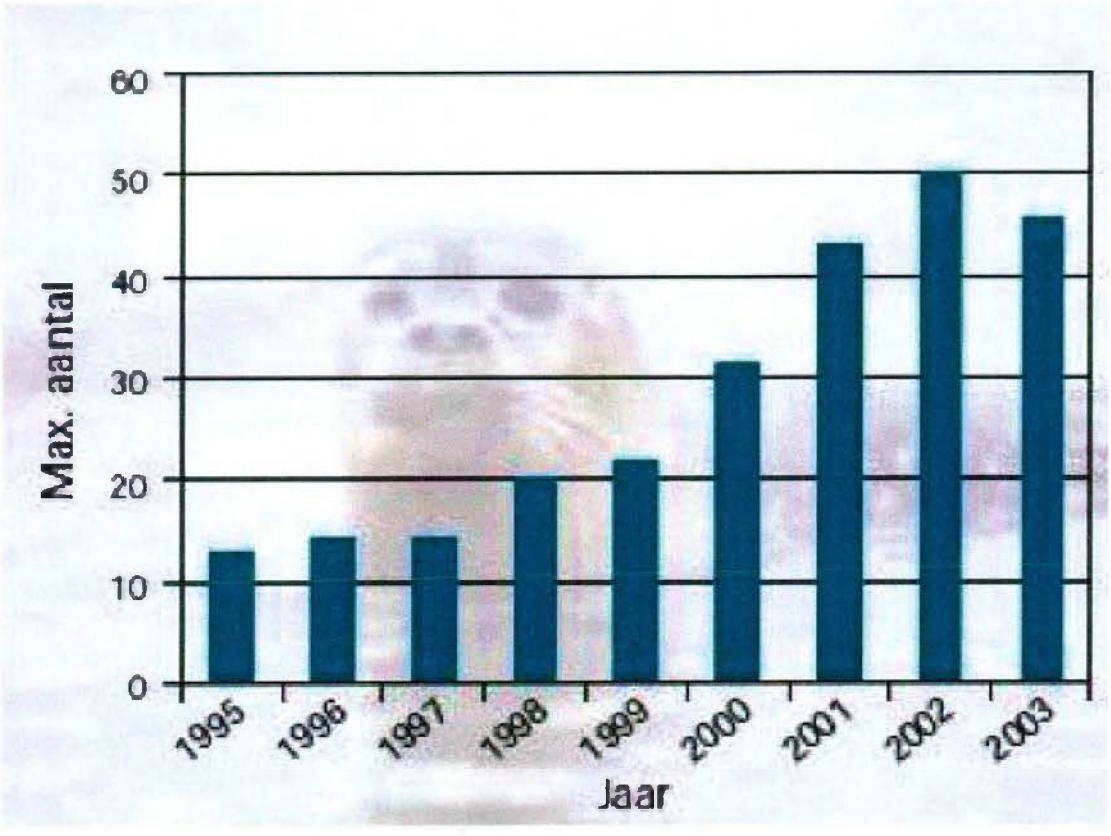
D.4 Populatieomvang

Achteruitgang

Rond 1900 kwamen er in de Westerschelde nog ongeveer 1000 gewone zeehonden voor (in het hele Deltagebied 6.000-11.000 exemplaren) maar in de jaren 80 verdween de soort nagenoeg uit het gebied. In de jaren 1970 en 1980 zwom er nog maar een tiental in de hele Delta.

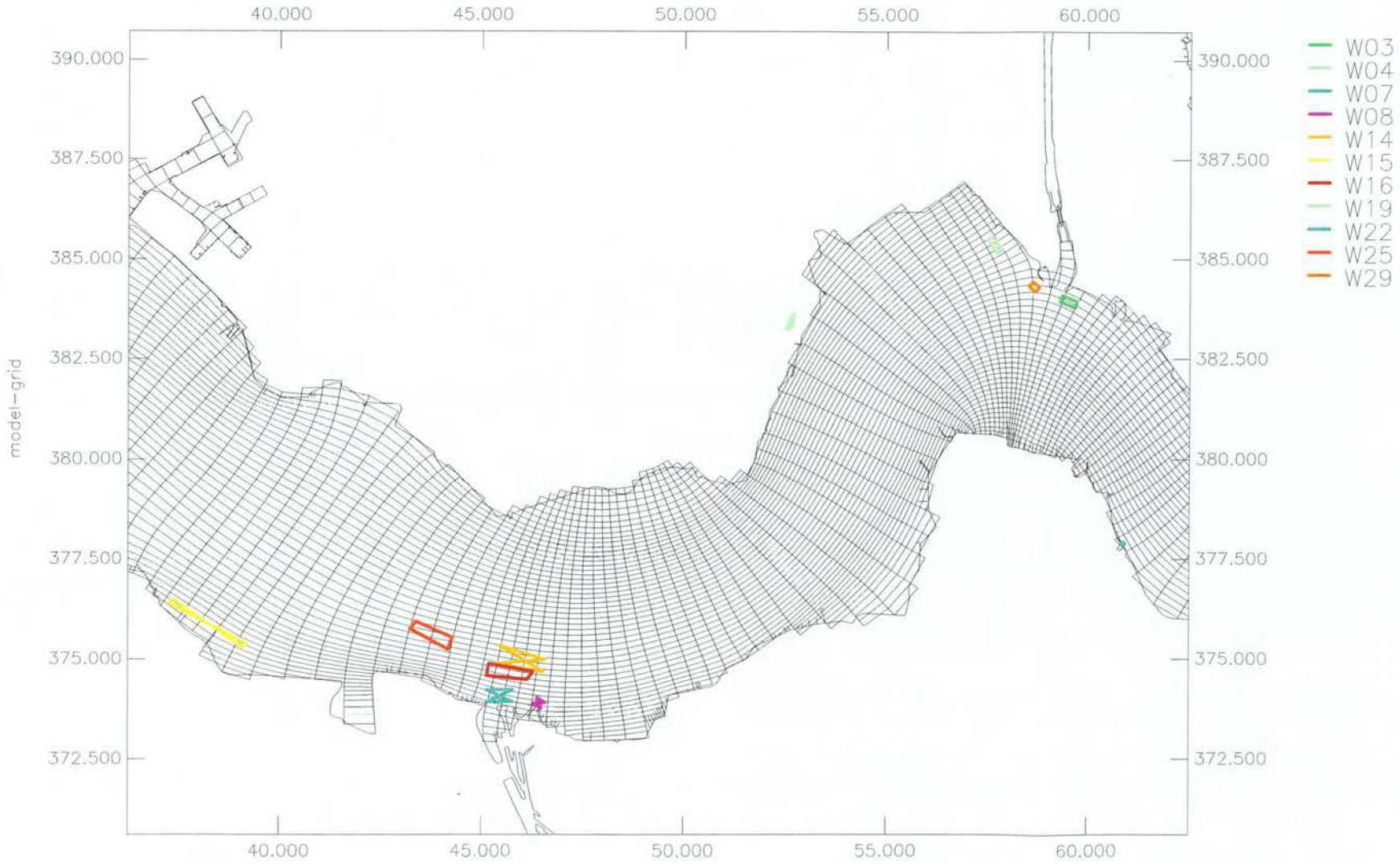
Herstel

Vanaf de jaren 90 treedt een toename op en anno 2002 bedroeg het aantal in de Westerschelde ca. 50 exemplaren. Een deel van de toename kan worden toegeschreven aan het uitzetten van Gewone zeehonden in de Westerschelde door SeaLife België. In het hele Deltagebied is het aantal toegenomen tot 165 dieren. Sindsdien 1994 wordt jaarlijks een klein aantal jongen geworpen, vrijwel uitsluitend op de Platen van Valkenisse (Zimmermangeul) en op de Molenplaat (Meininger *et al.* 2003). Door een gebrek aan geboortes blijft de Gewone zeehond in het Deltagebied afhankelijk van migrerende dieren uit de gebieden eromheen, met name uit de Waddenzee.



Figuur D- 2 Gewone zeehond (*Phoca vitulina*). Maximum geteide aantal in de Westerschelde per jaar in de periode 1995-2003 (RIKZ, Provincie Zeeland, EHBZ).

E Stortlocaties

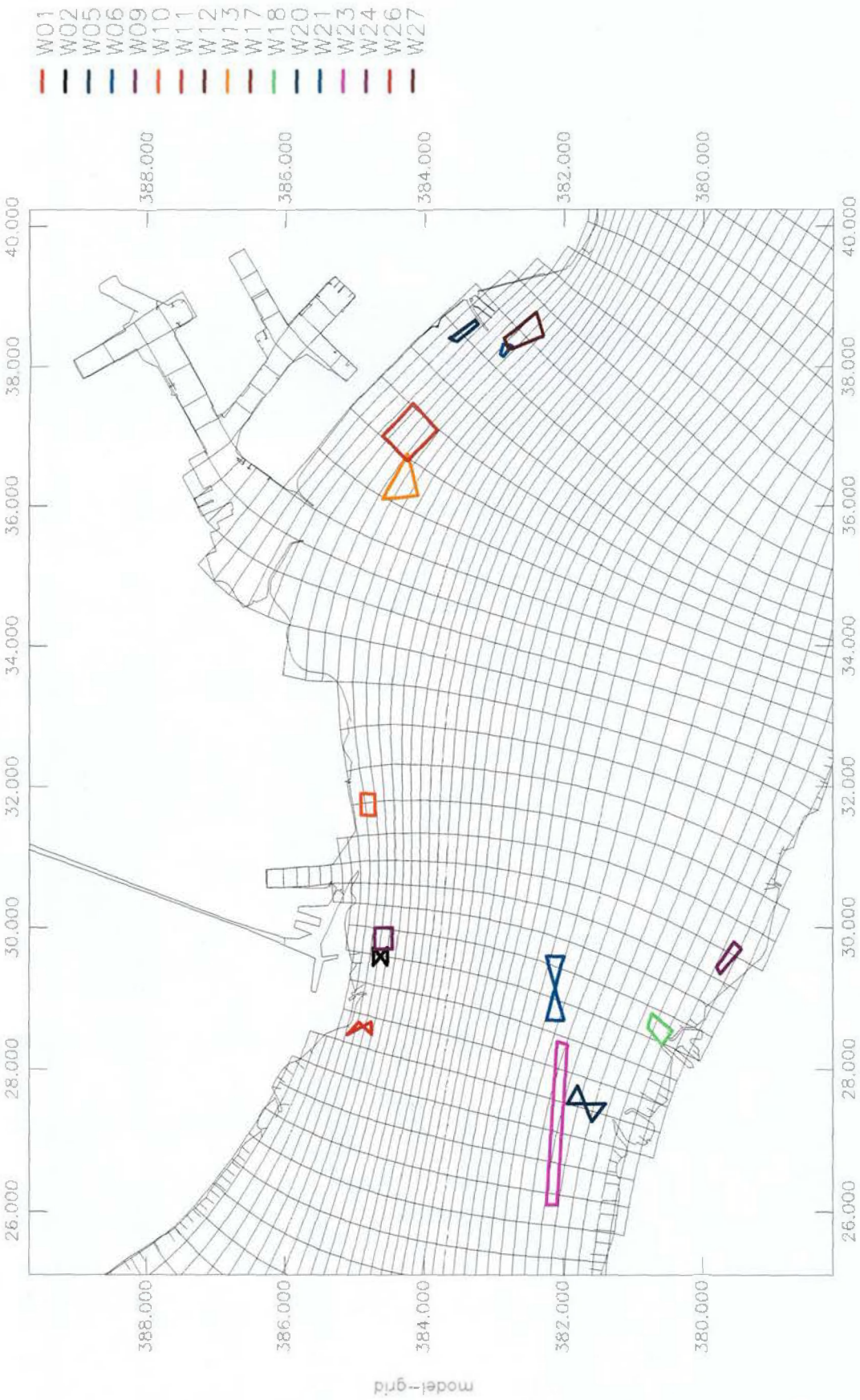


Locatie stortvakken
Westerschelde oost

WL | Delft Hydraulics

Z4112

Fig.



Locatie stortvakken
Westerschelde west

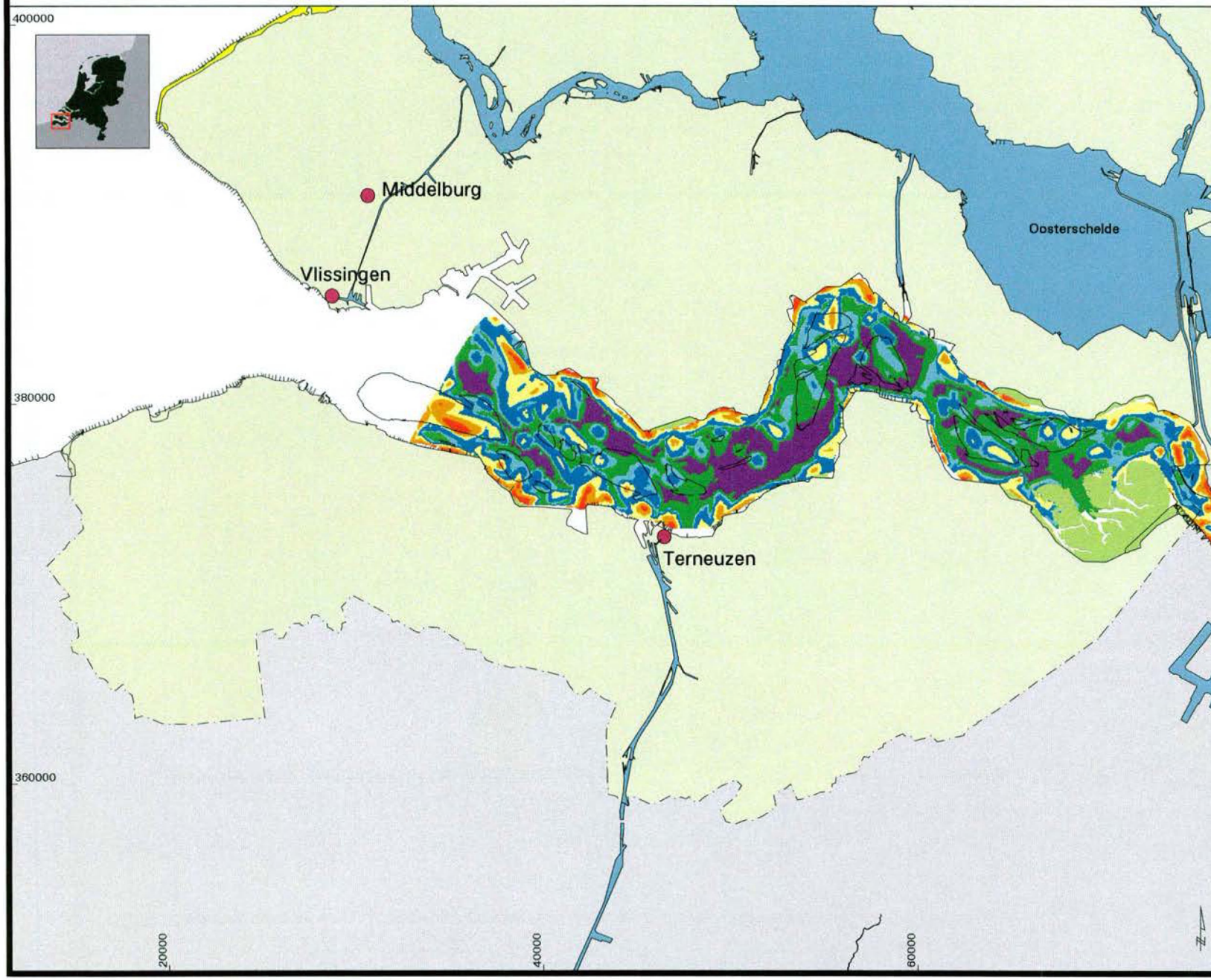
WL | Delft Hydraulics

Z4112

Fig.

F Figuren slibverspreidingsmodel

Slibpercentage bodemmateriaal



Morfologie
Westerschelde - totale gebied

Legenda

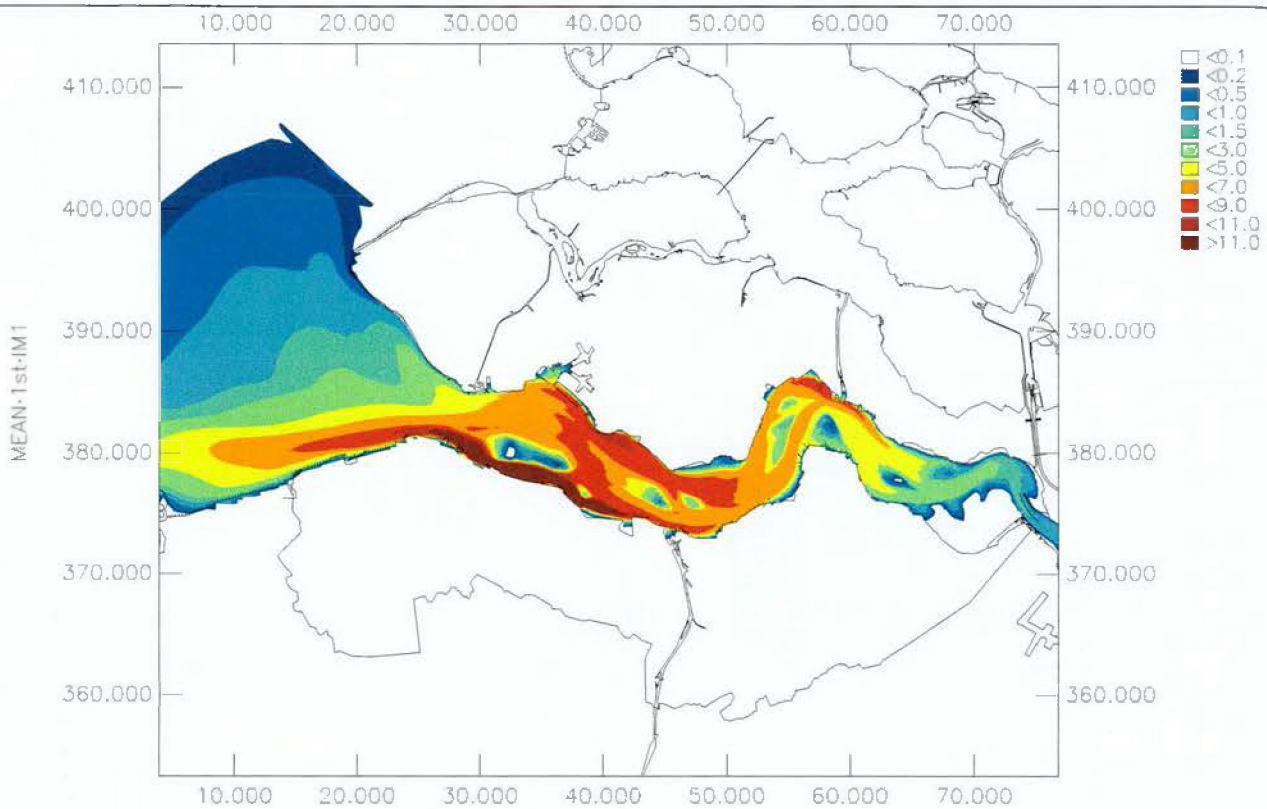
Slibpercentage

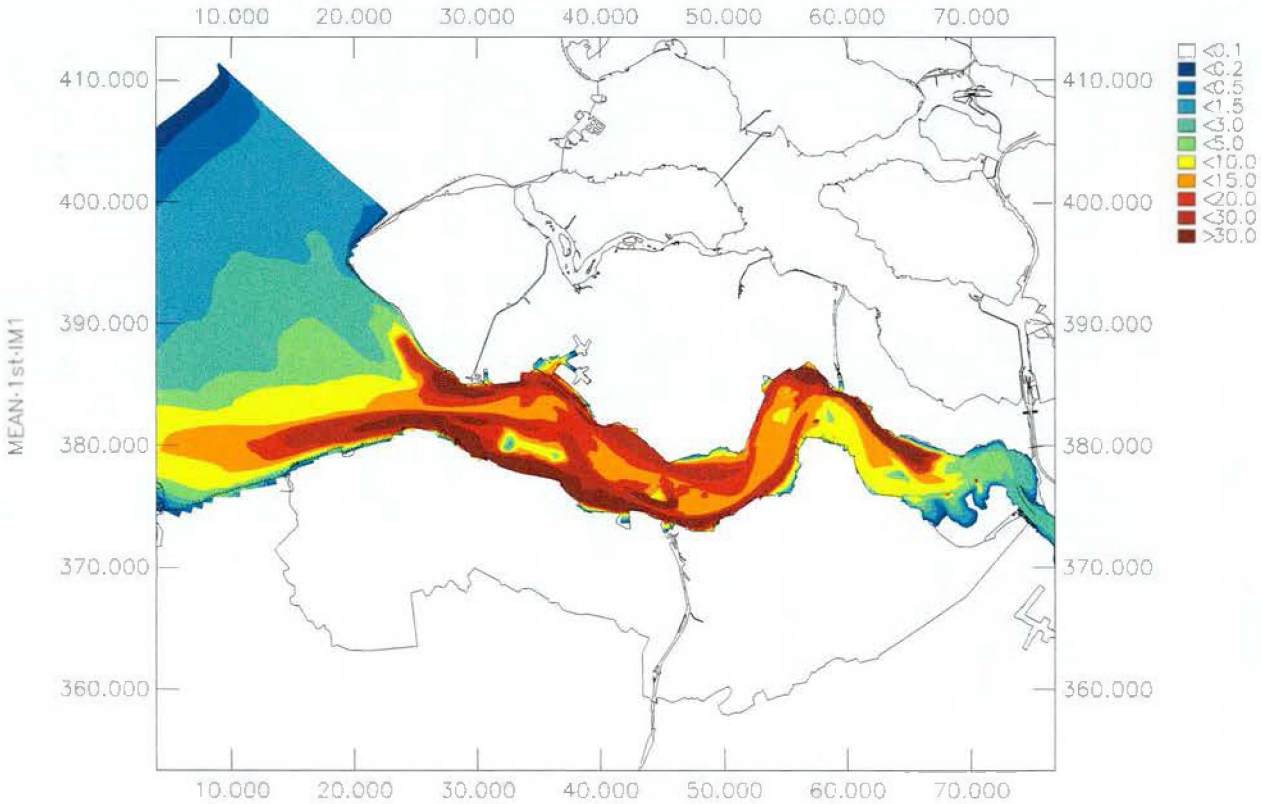
- 0 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 75
- 75 - 100
- NAP -2 m (1994)

Bron: McLarenonderzoek 1993
vaklodingen RWS, 1994

0 5 10 km

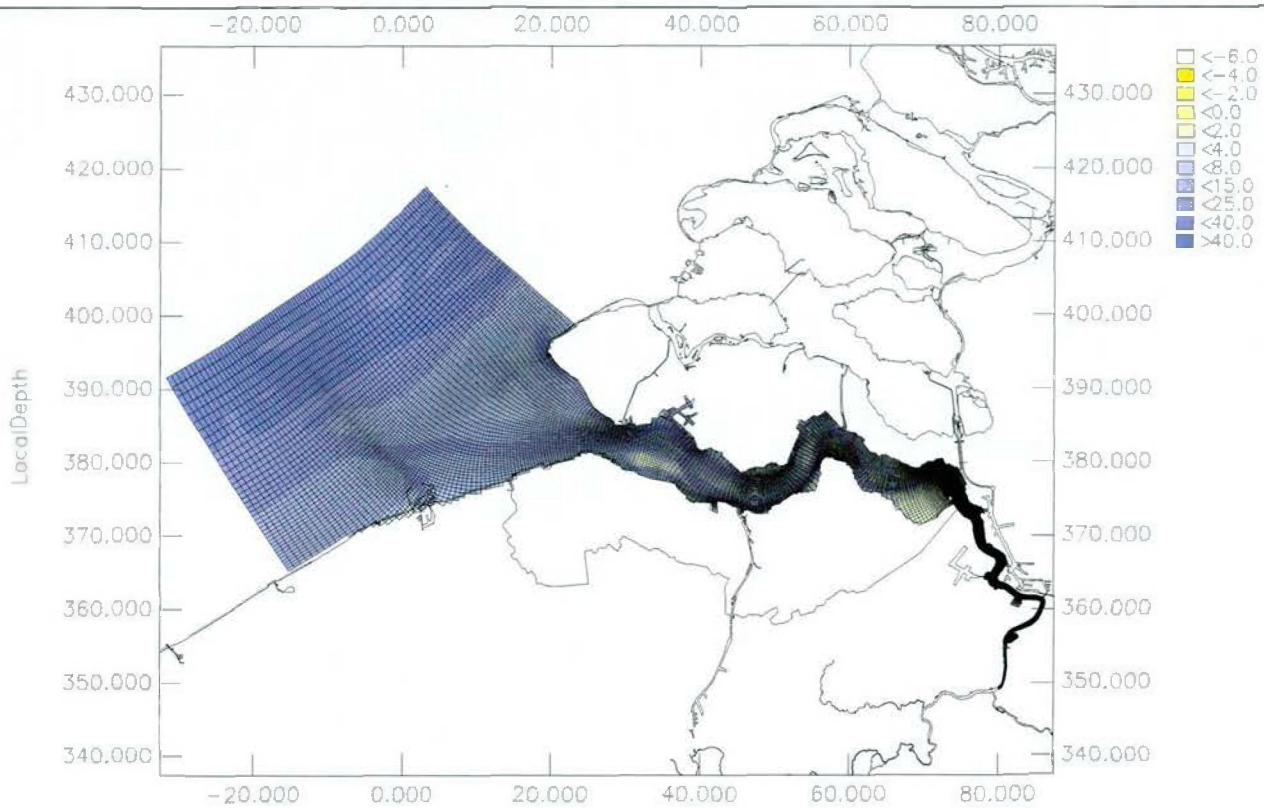
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

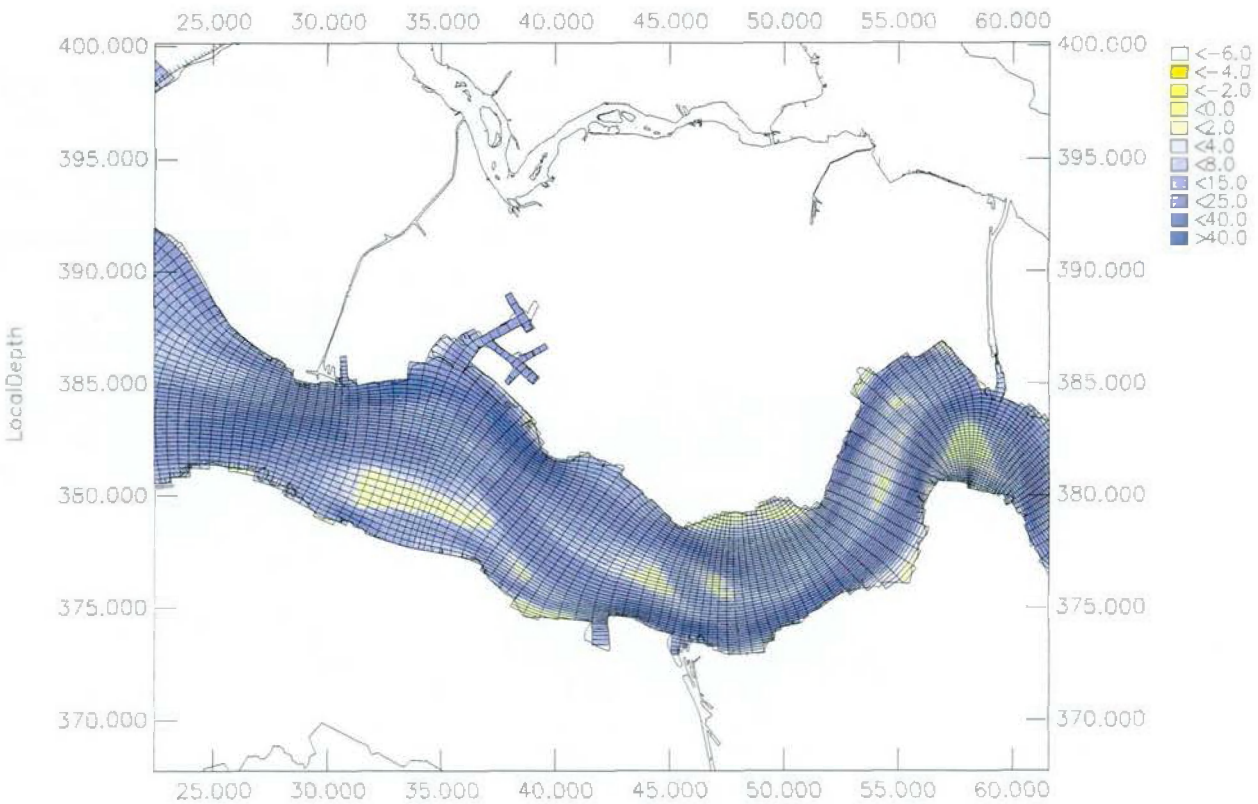




boven: gemiddelbe bodemschuifspanning
onder: maximale bodemschuifspanning

WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



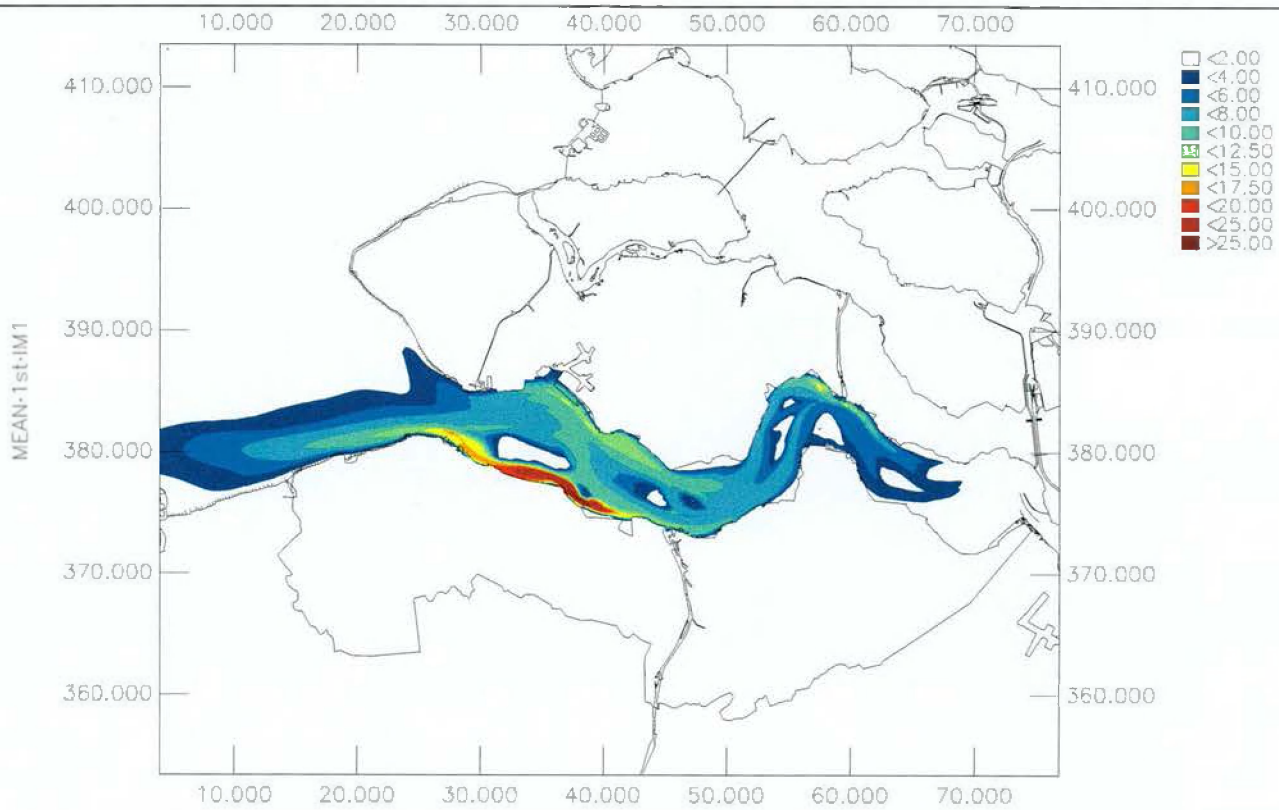


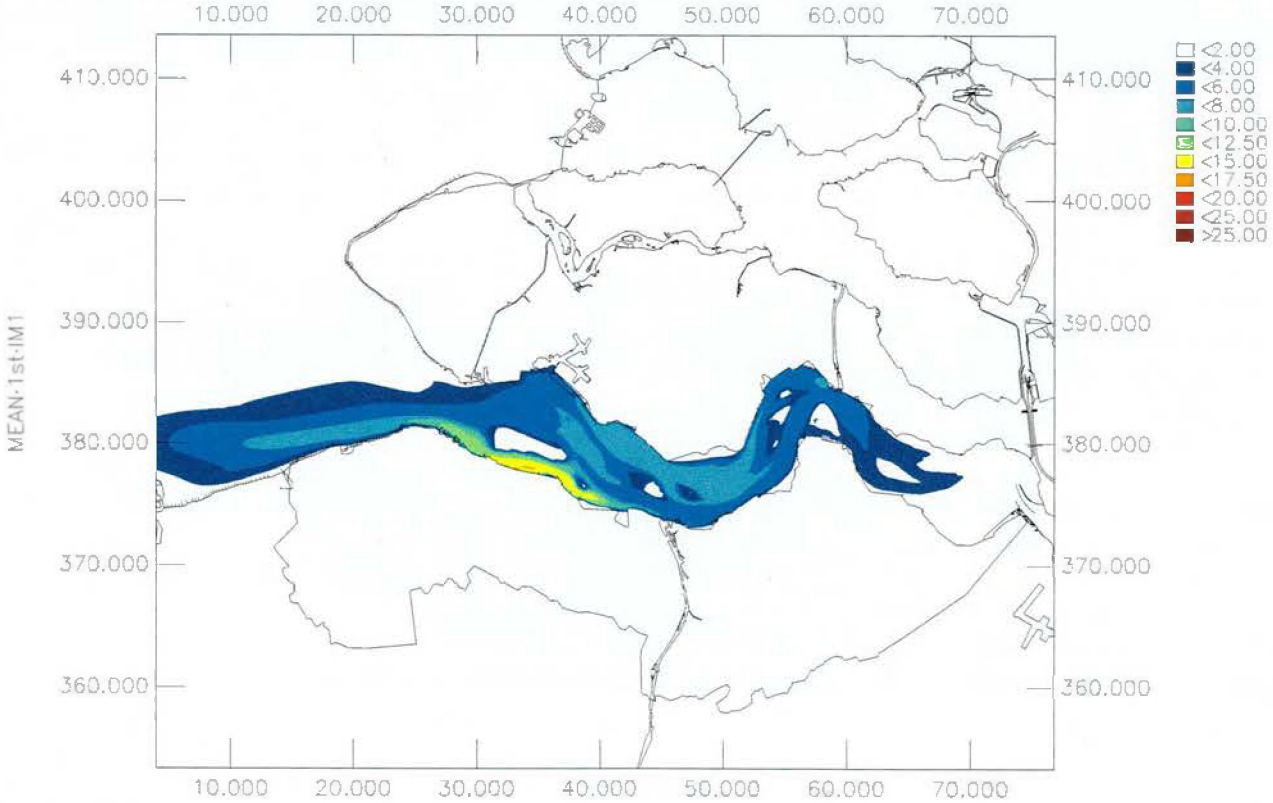
Rooster en bodemligging
boven: gehele domein
onder: detail van interessegebied

WL | Delft Hydraulics

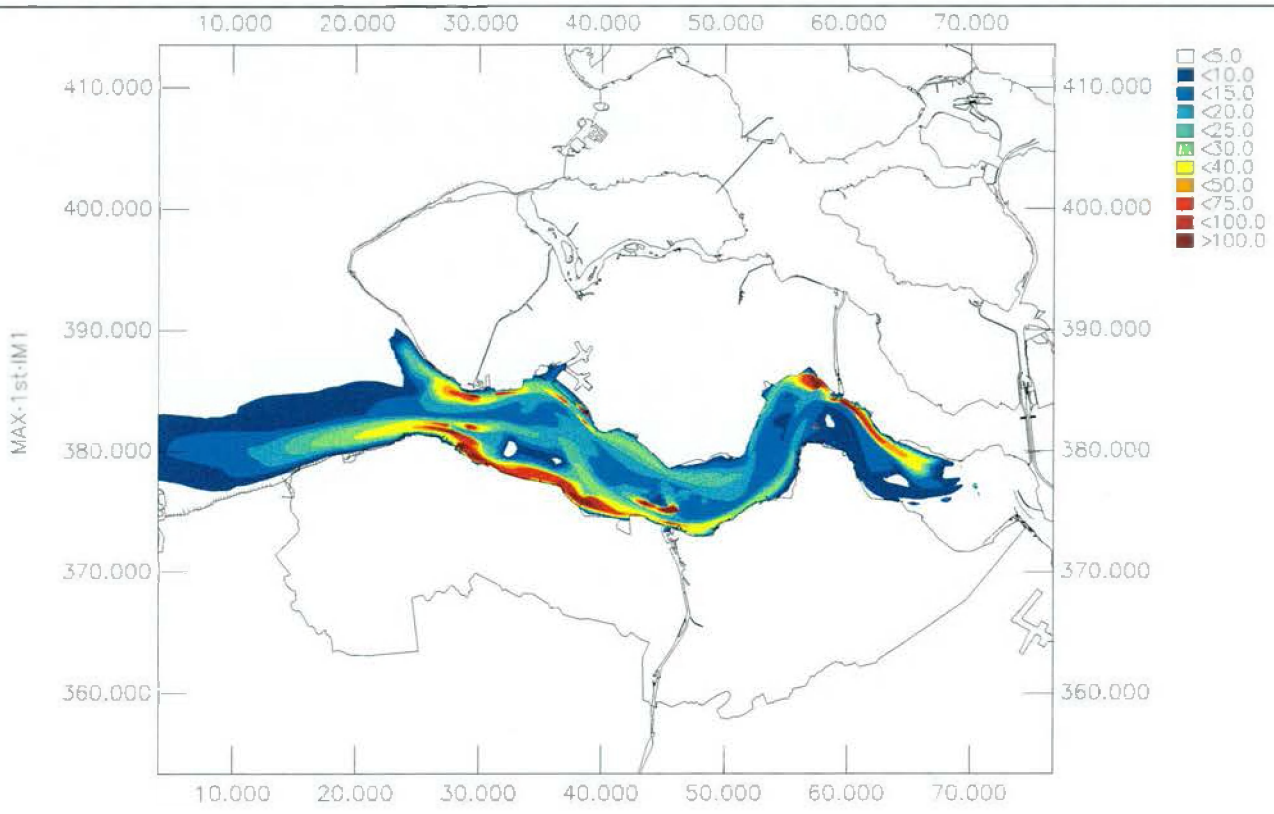
Z4112

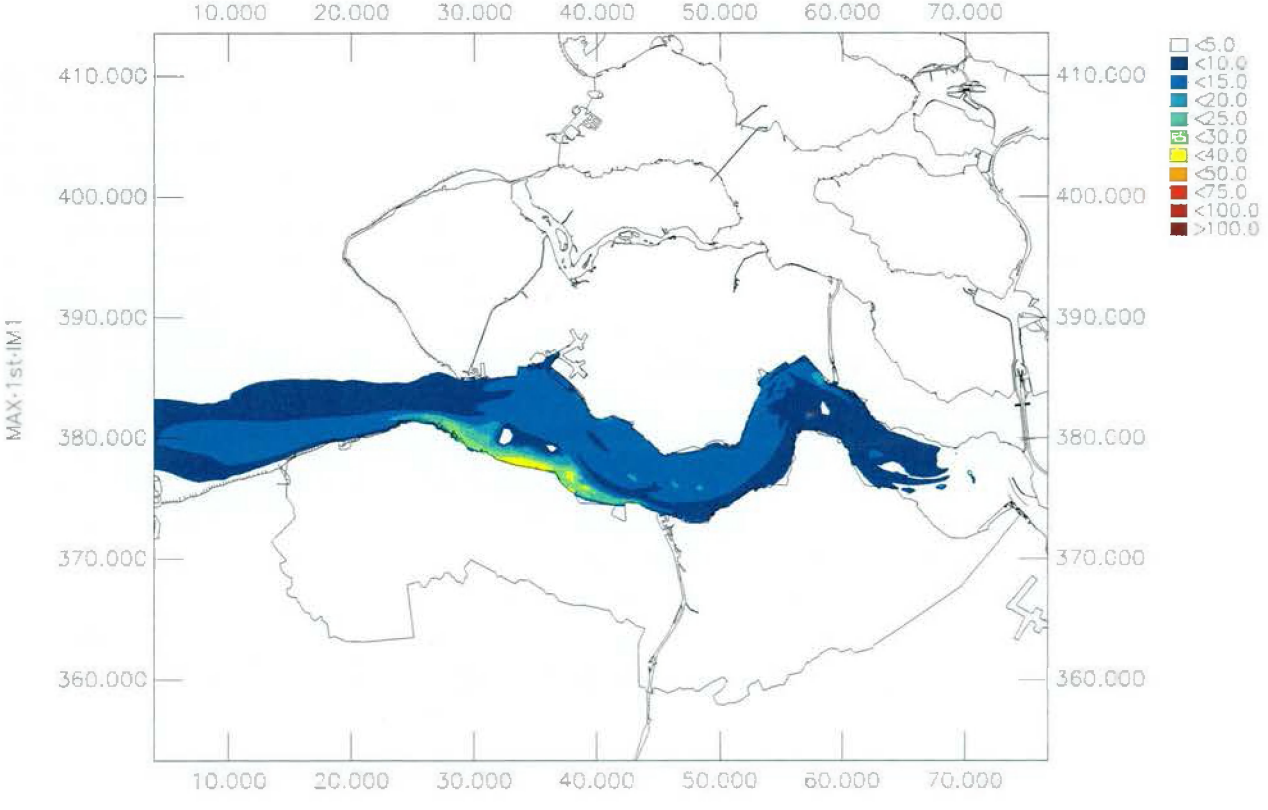
Fig.



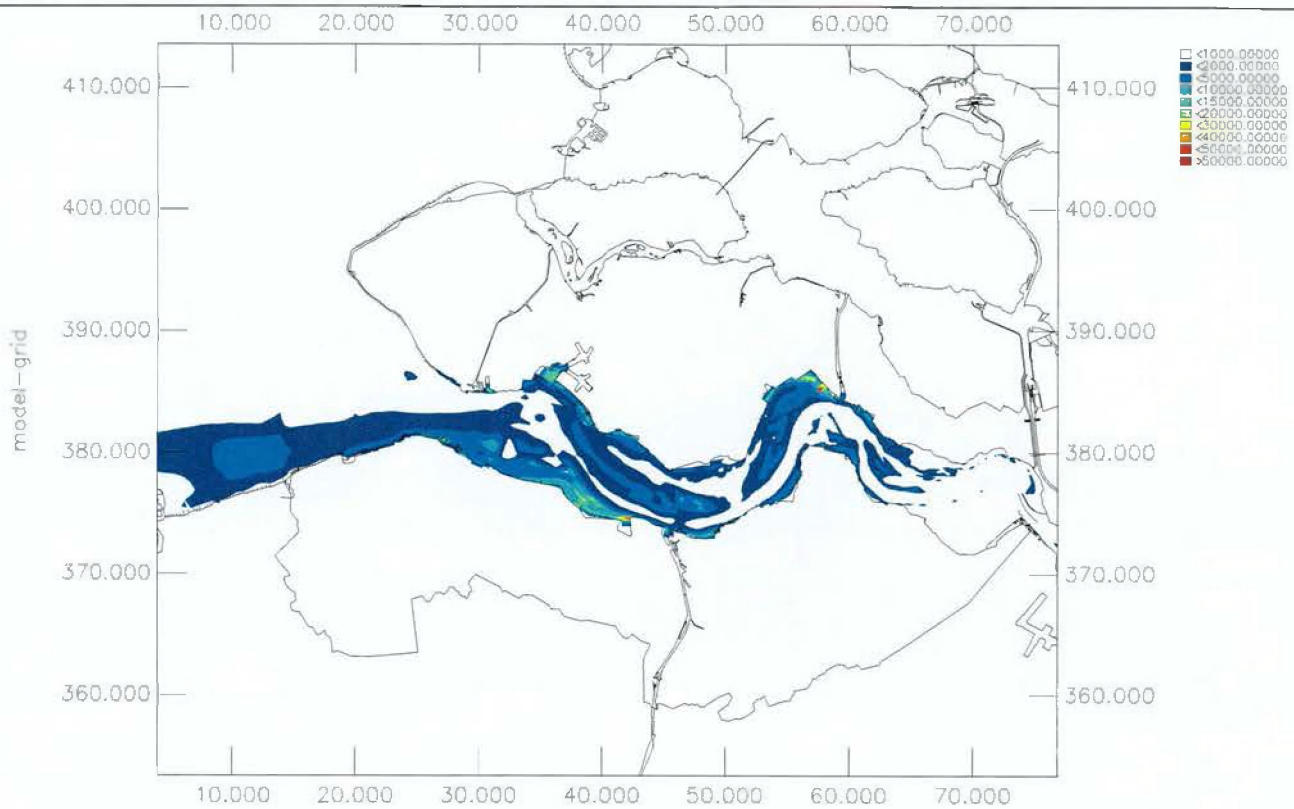


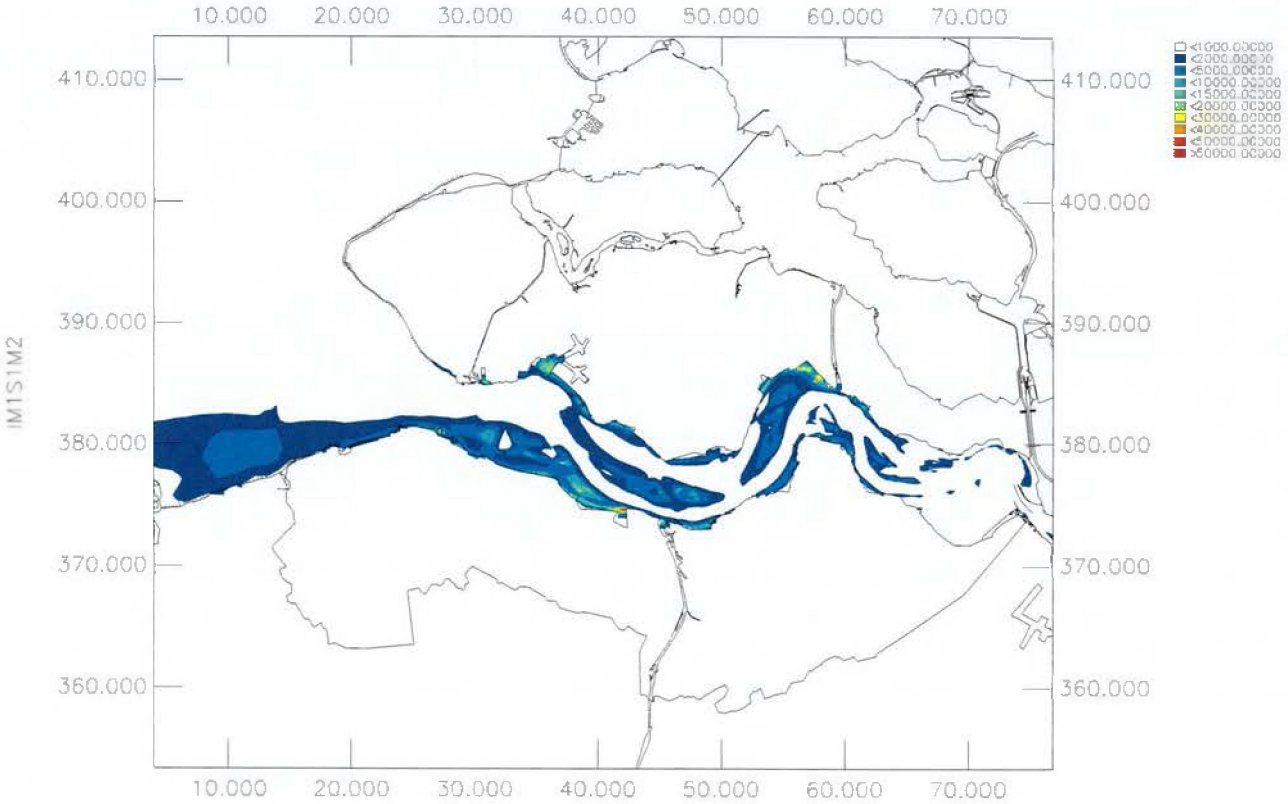
boven: maandgemiddelde slibconcentratie tijdens stort beneden: maandgemiddelde slibconcentratie na stort referentieberekening		w06c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



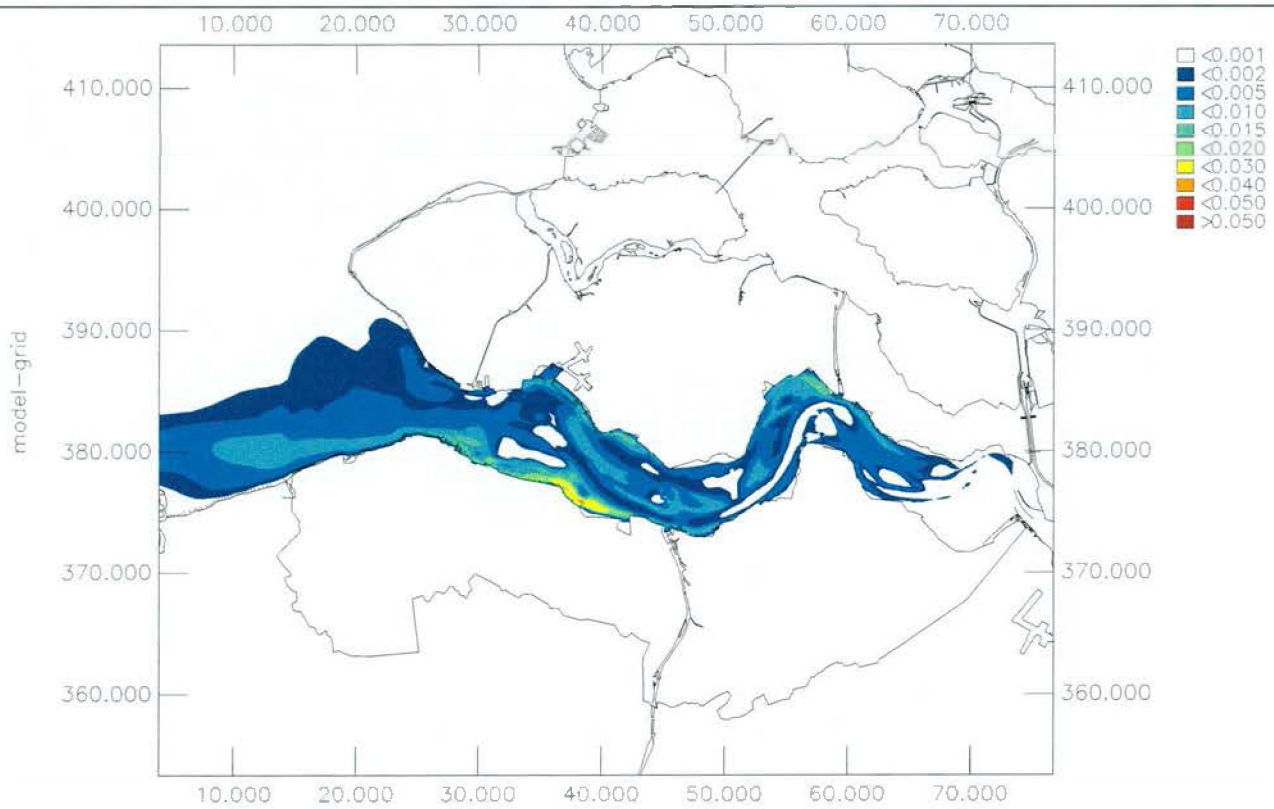


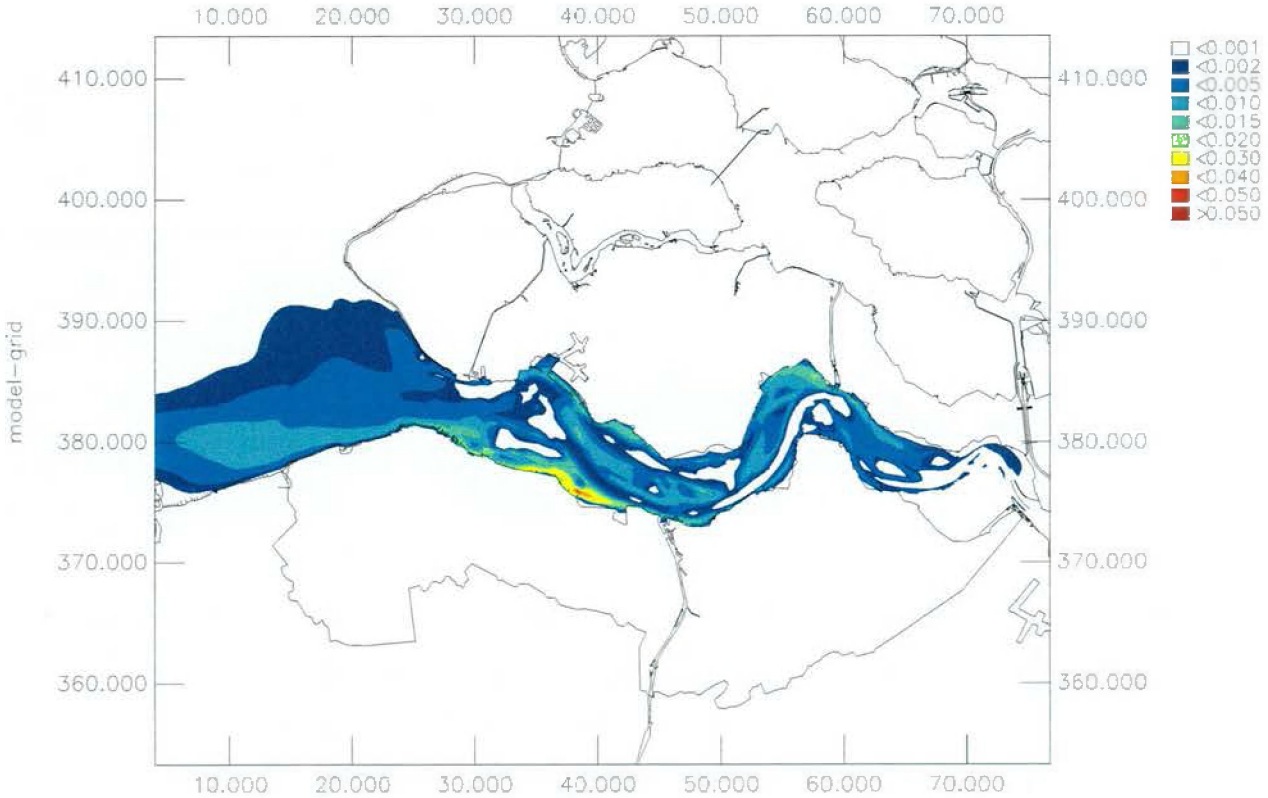
boven: maximale slibconcentratie maand tijdens stort beneden: maximale slibconcentratie maand na stort referentieberekening		w06c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



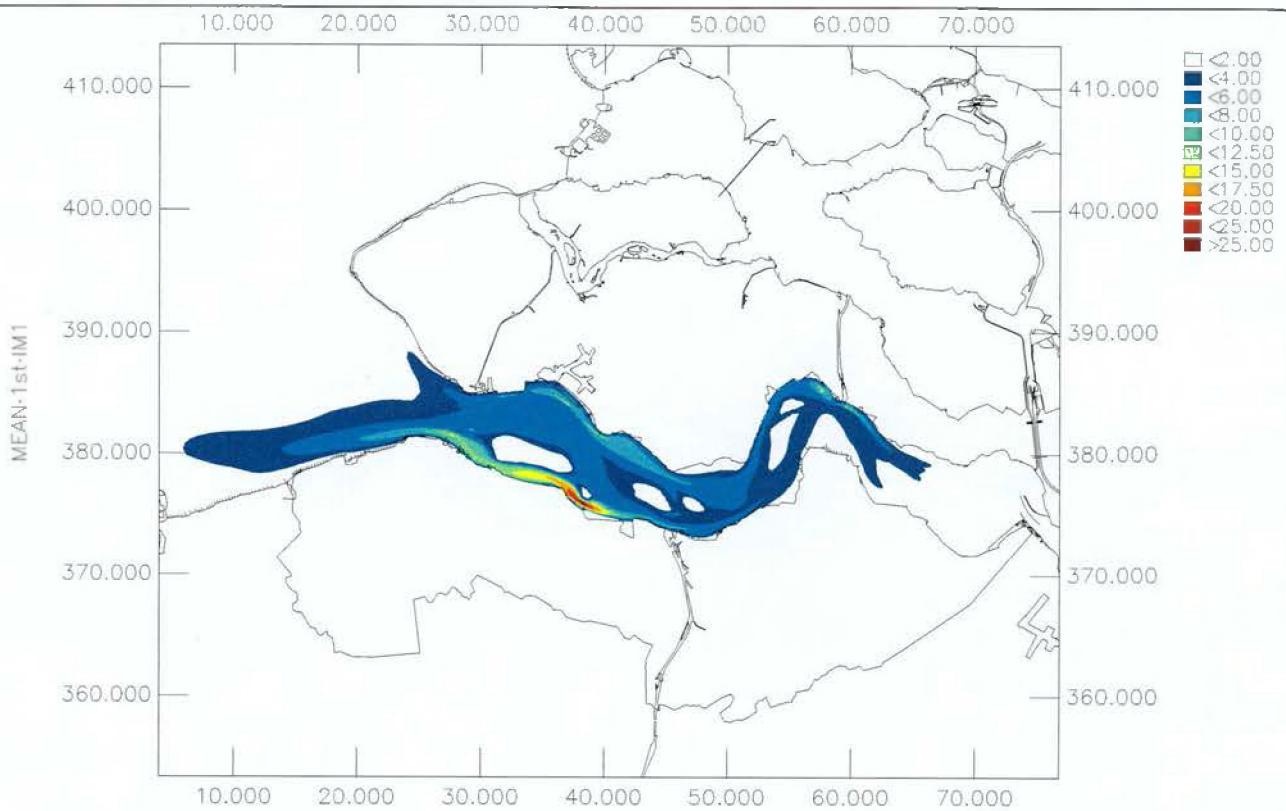


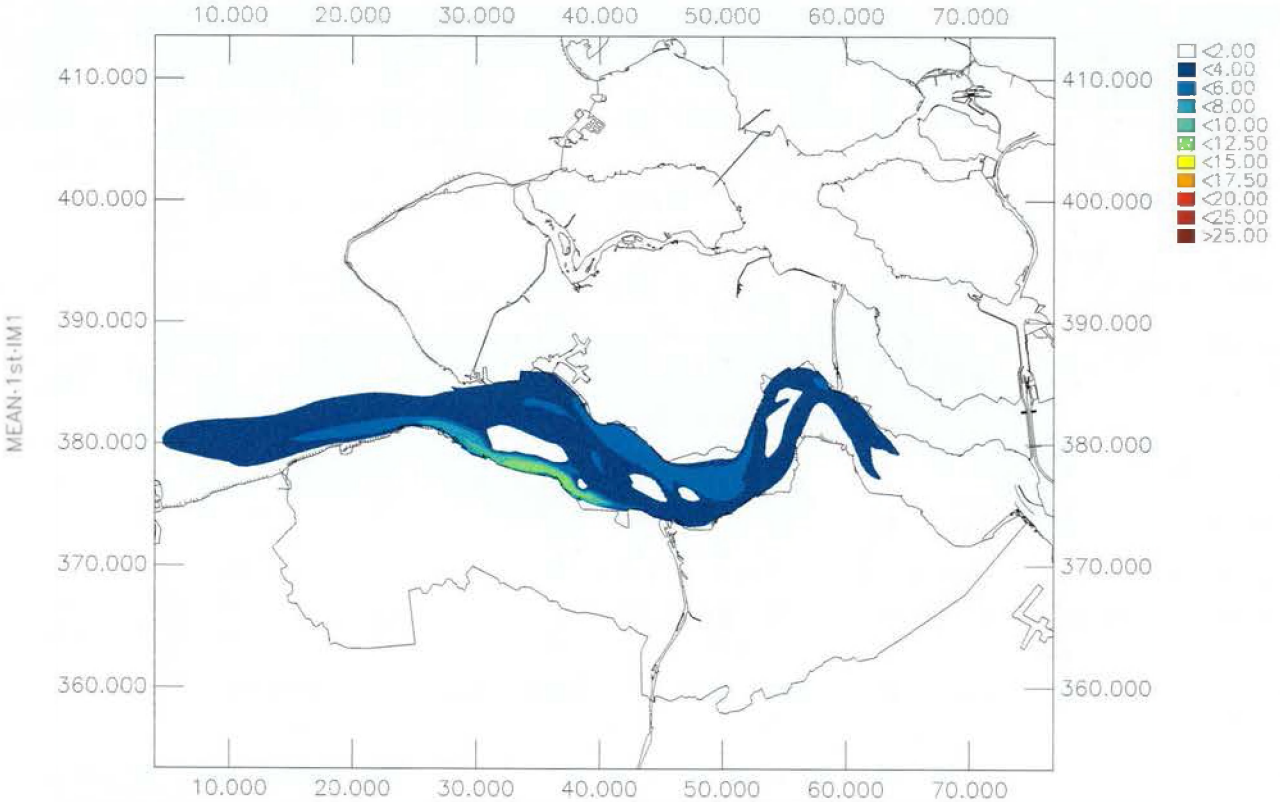
boven: hoeveelheid slib op bodem na maand stort (g/m2) beneden: hoeveelheid slib op bodem na maand zonder stort (g/m2) referentieberekening		w06c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



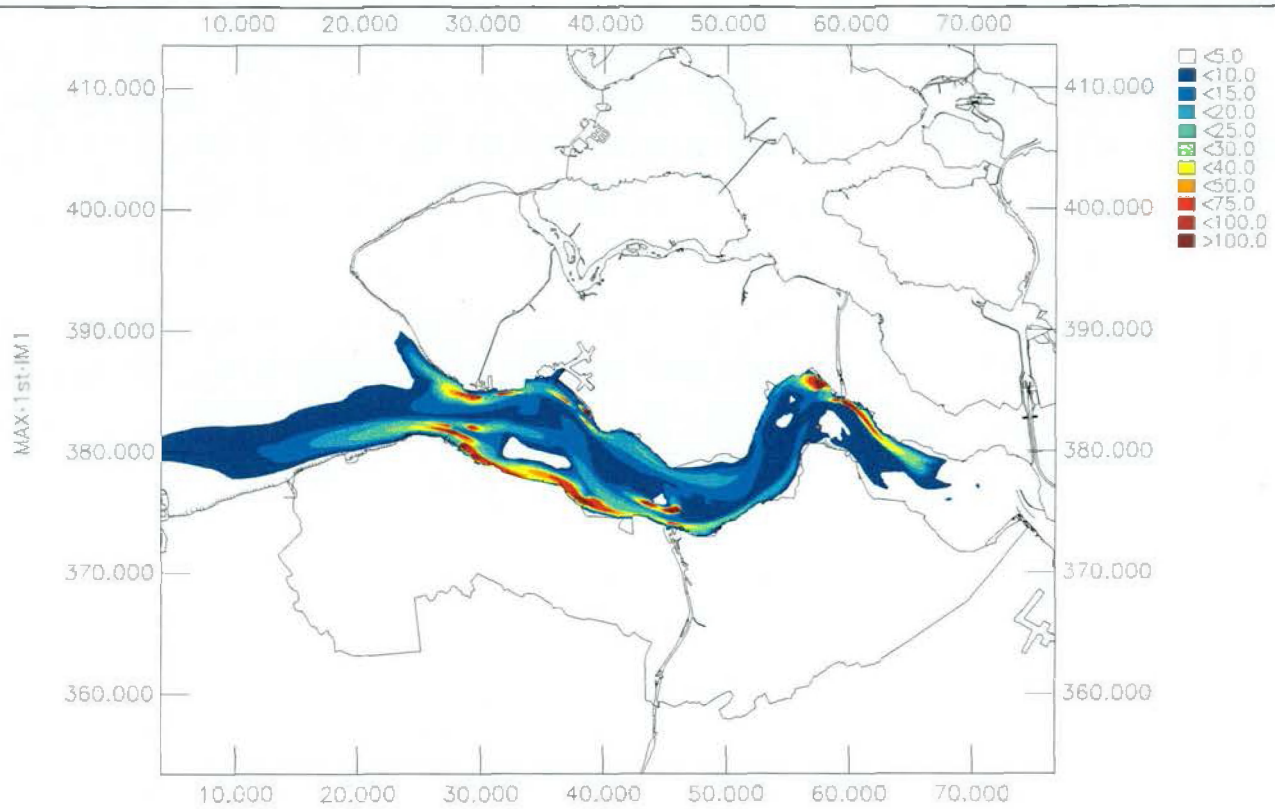


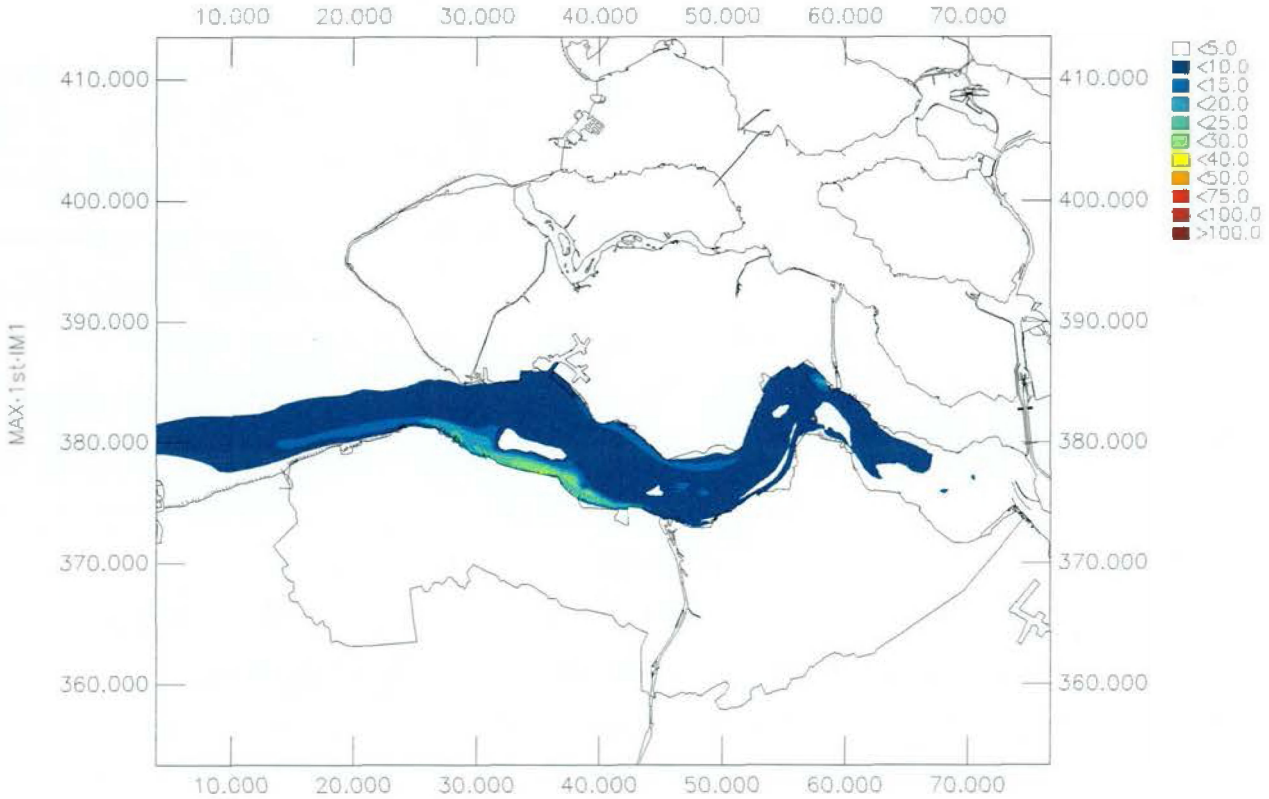
boven: fractie slib in bodem na maand stort (–) beneden: fractie slib in bodem na maand zonder stort (–) referentieberekening		w06c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



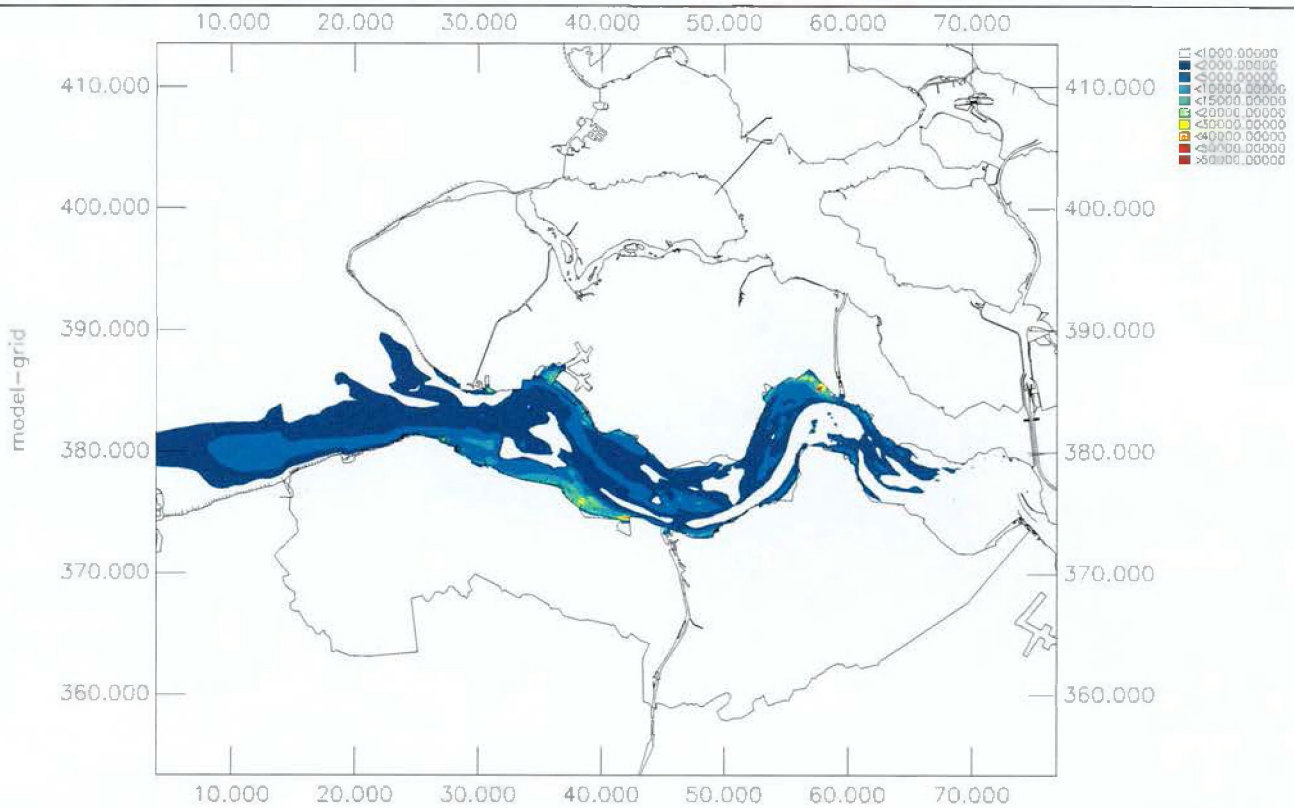


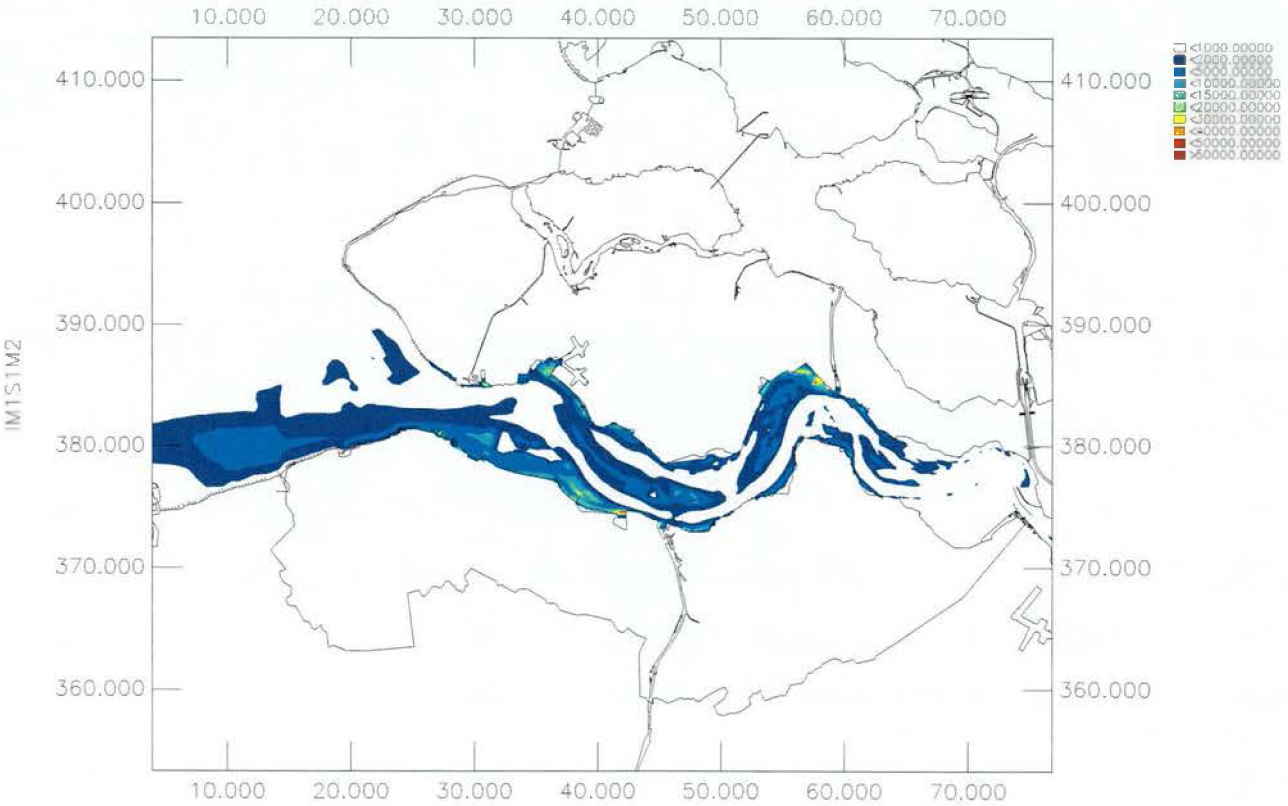
boven: maandgemiddelde slibconcentratie tijdens stort beneden: maandgemiddelde slibconcentratie na stort ws = 1 mm/s		w03c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.





boven: maximale slibconcentratie maand tijdens stort beneden: maximale slibconcentratie maand na stort ws = 1 mm/s		w03c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.





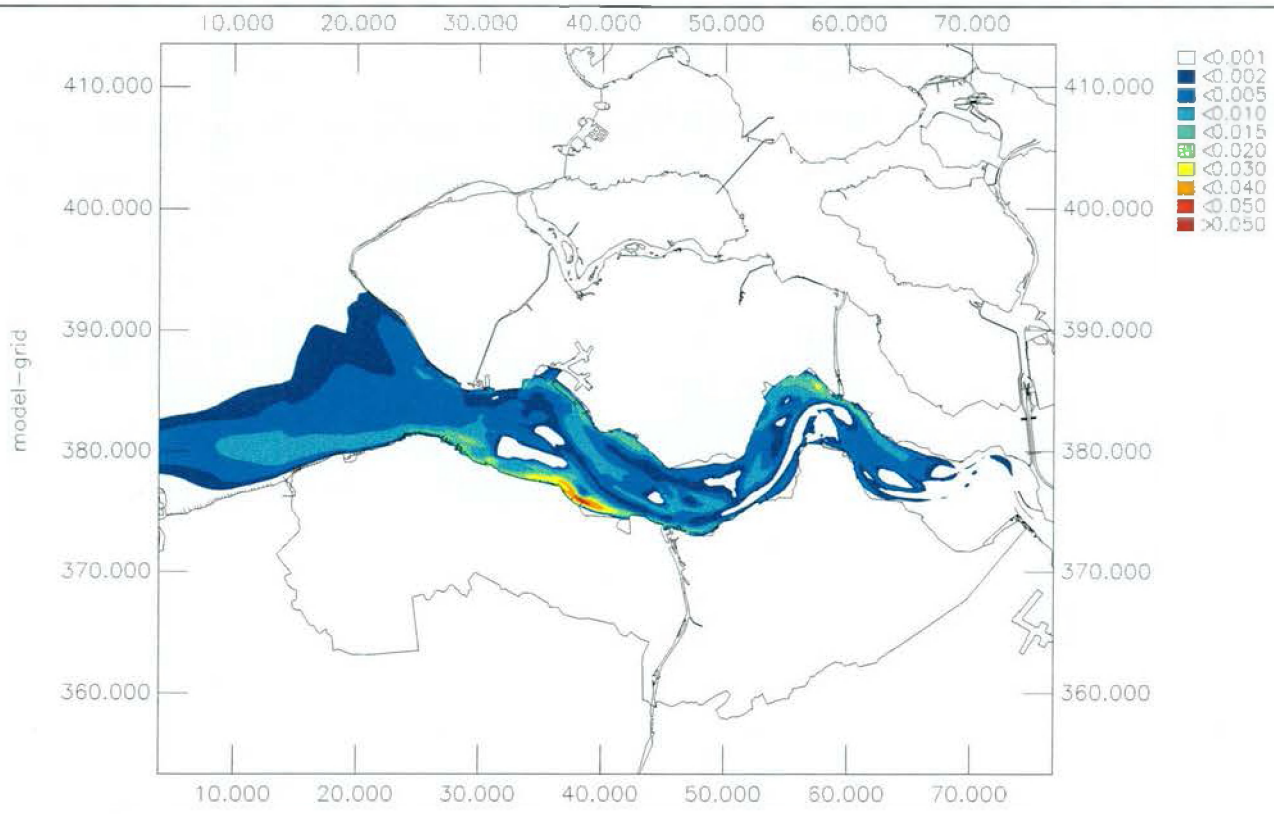
boven: hoeveelheid slib op bodem na maand stort (g/m2)
beneden: hoeveelheid slib op bodem na maand zonder stort (g/m2)
ws = 1 mm/s

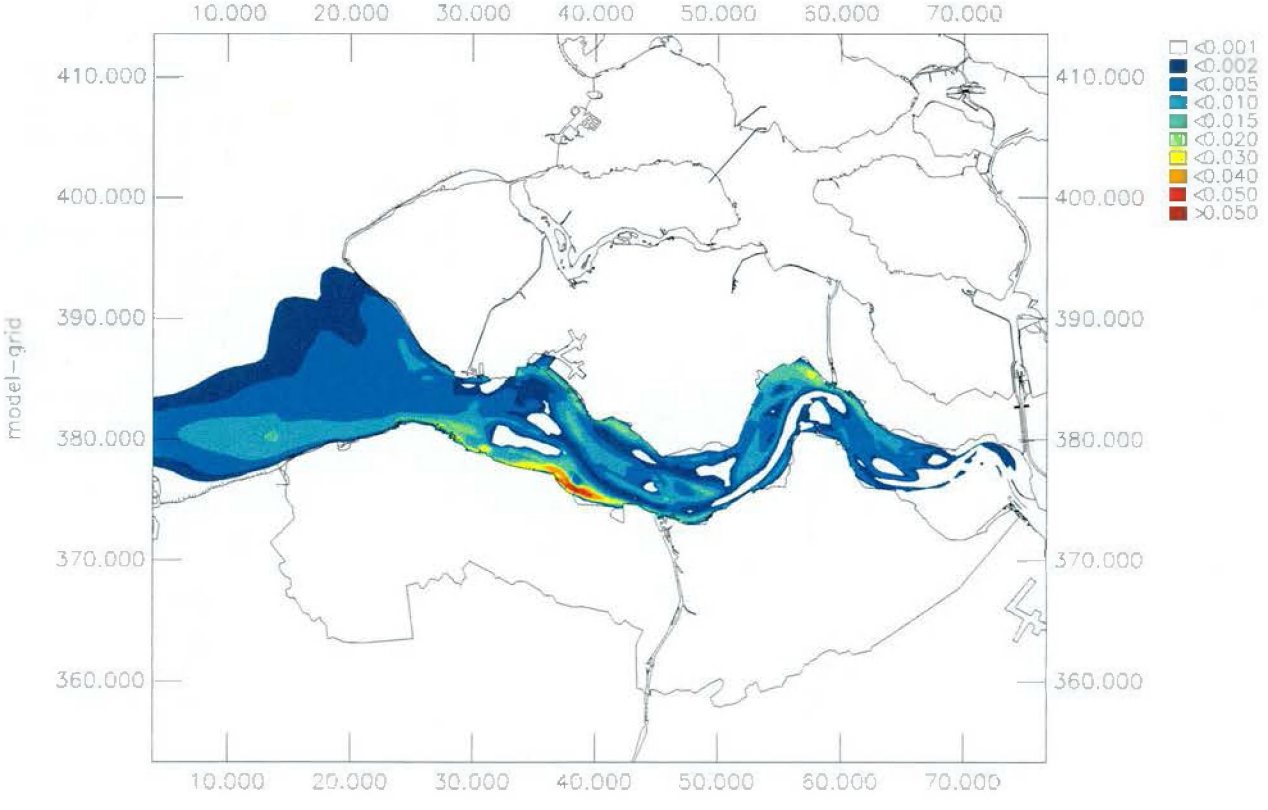
w03c

WL | Delft Hydraulics

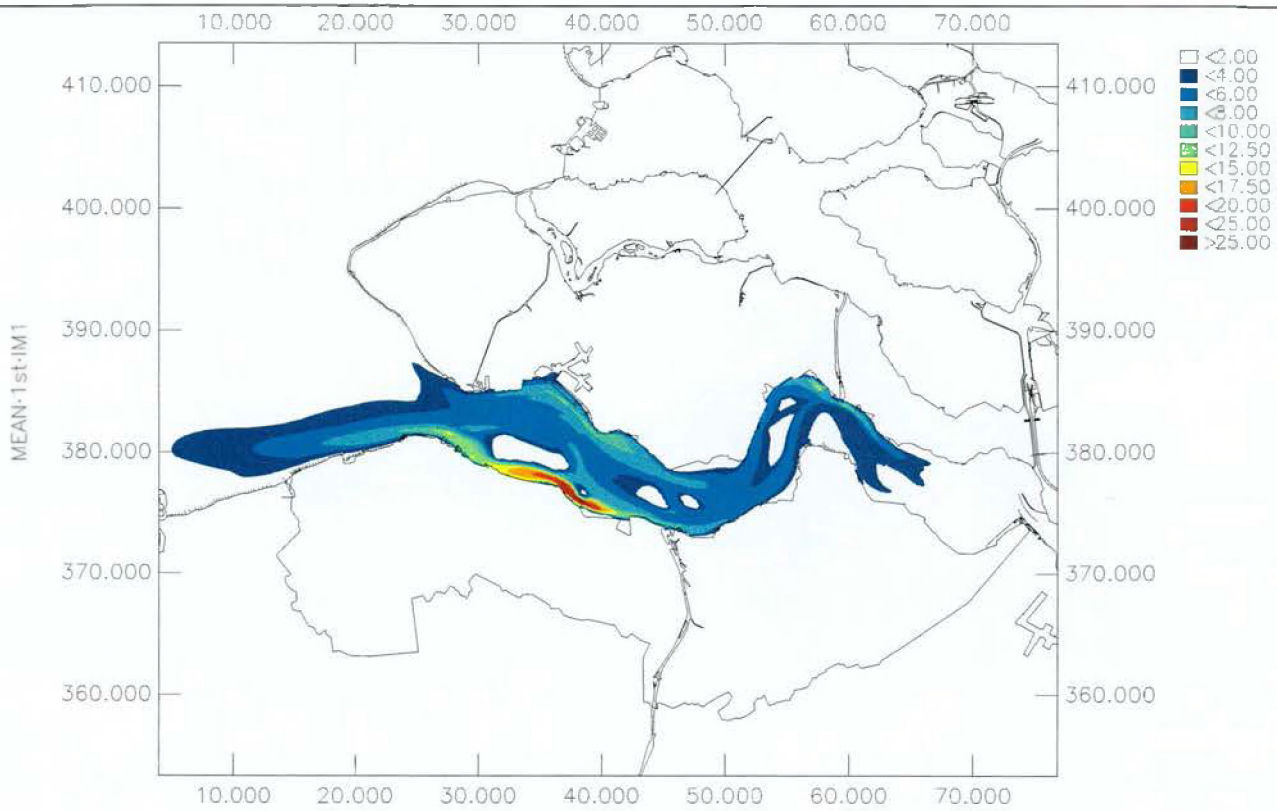
Z4112

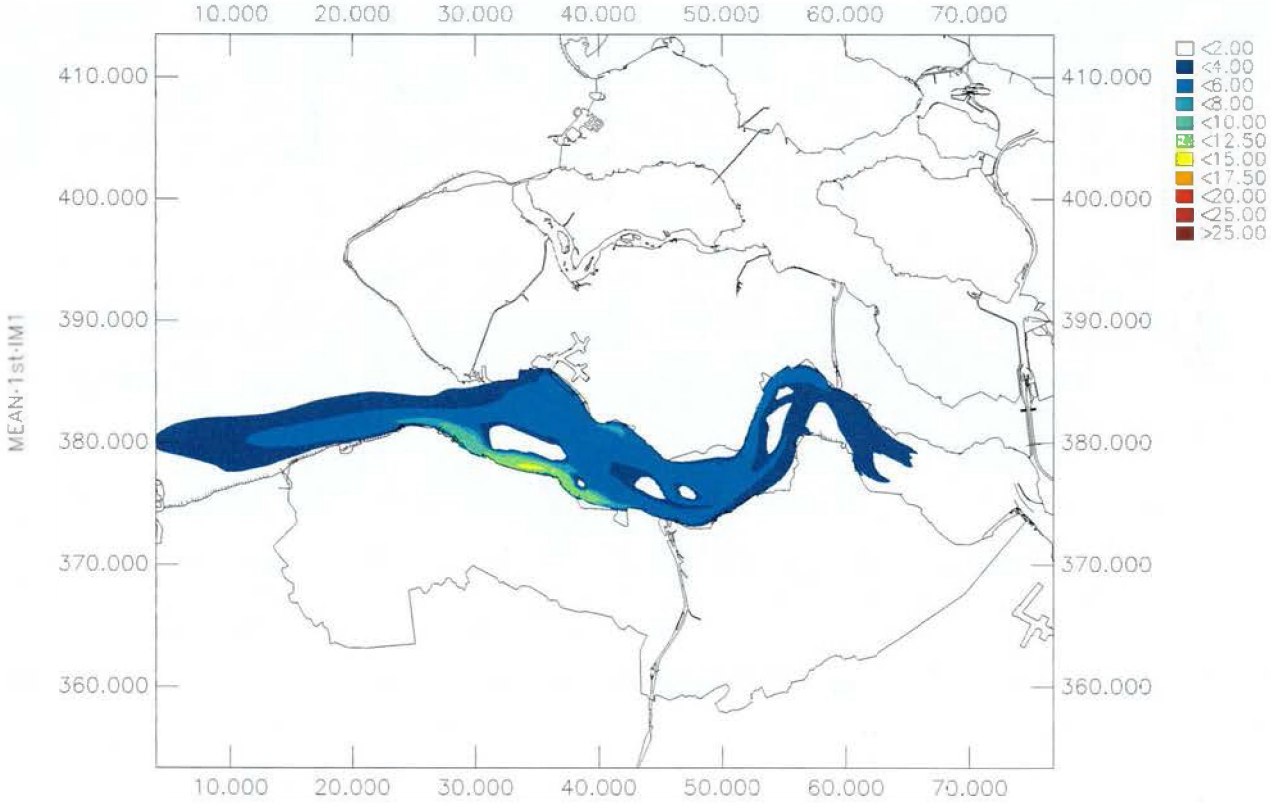
Fig.



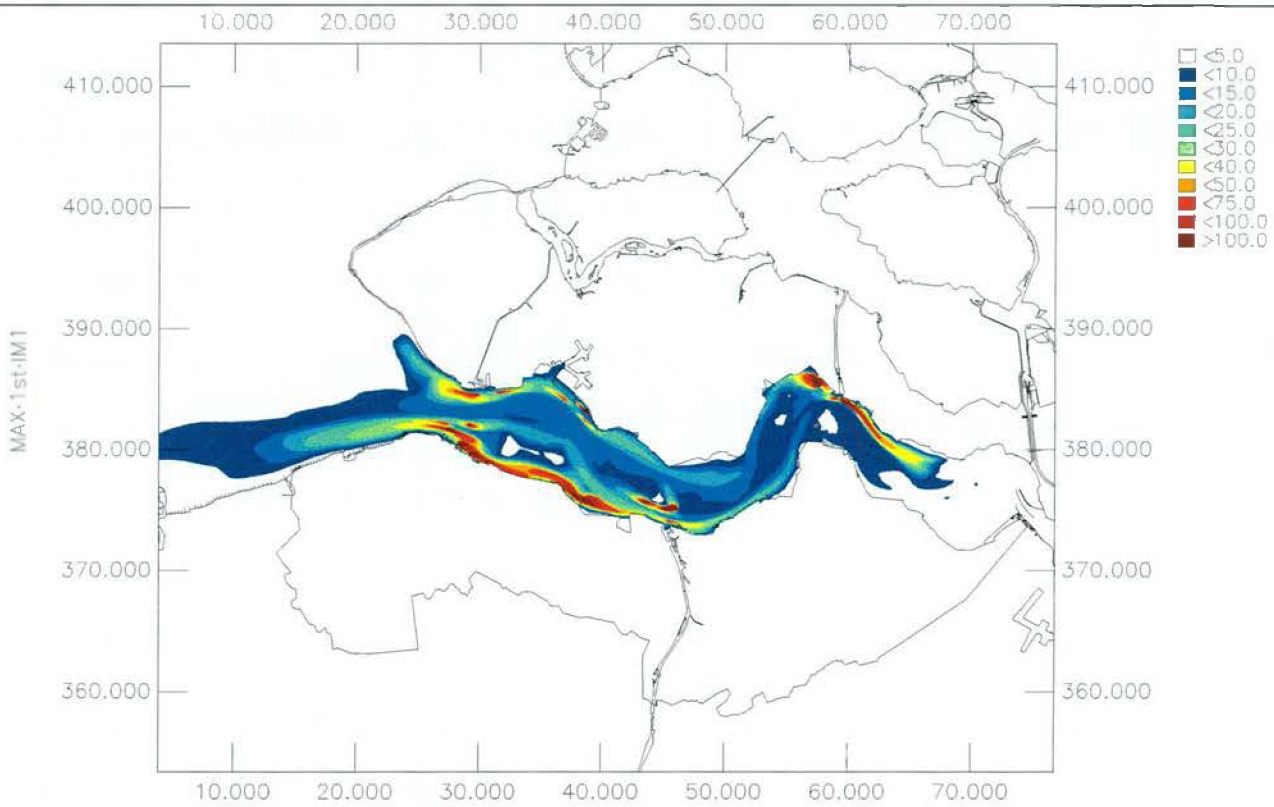


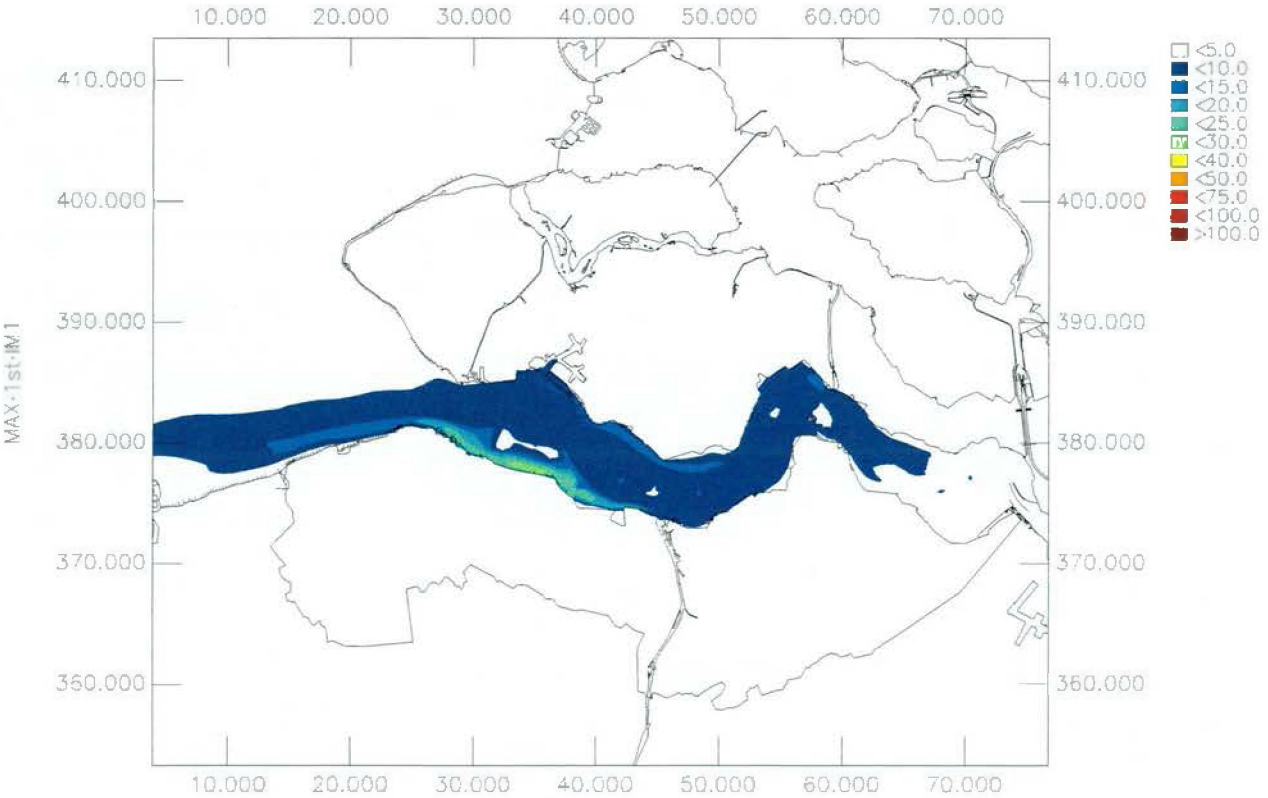
boven: fractie slib in bodem na maand stort (–) beneden: fractie slib in bodem na maand zonder stort (–) ws = 1 mm/s		w03c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



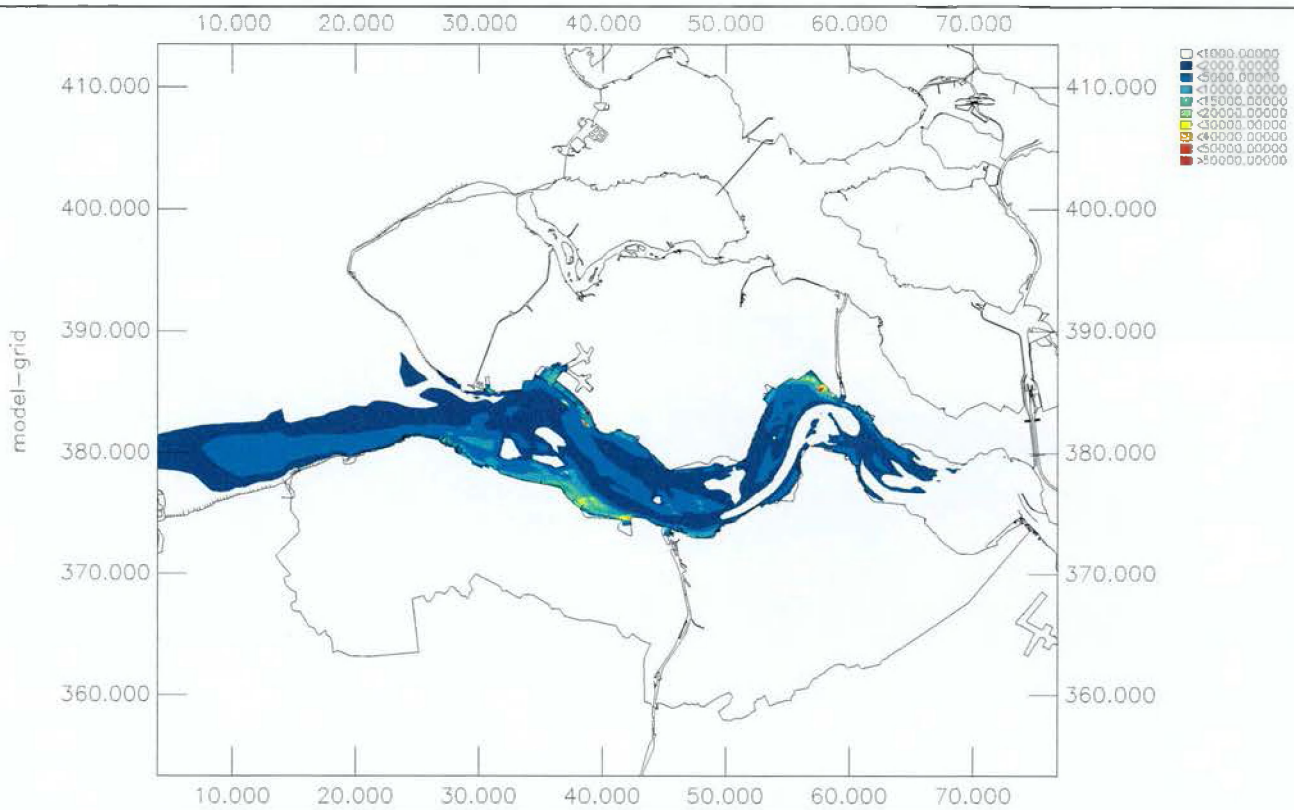


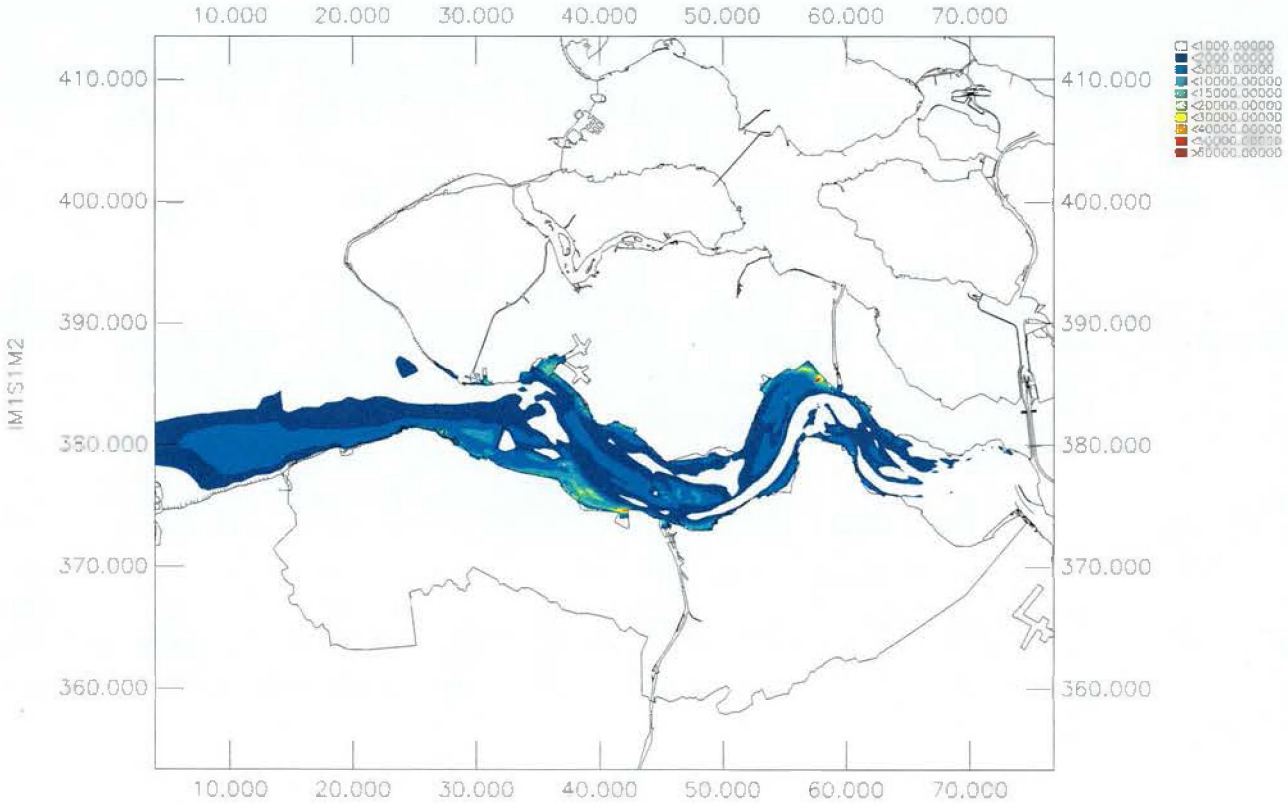
boven: maandgemiddelde slibconcentratie tijdens stort beneden: maandgemiddelde slibconcentratie na stort resuspensie 0.5x		w08c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



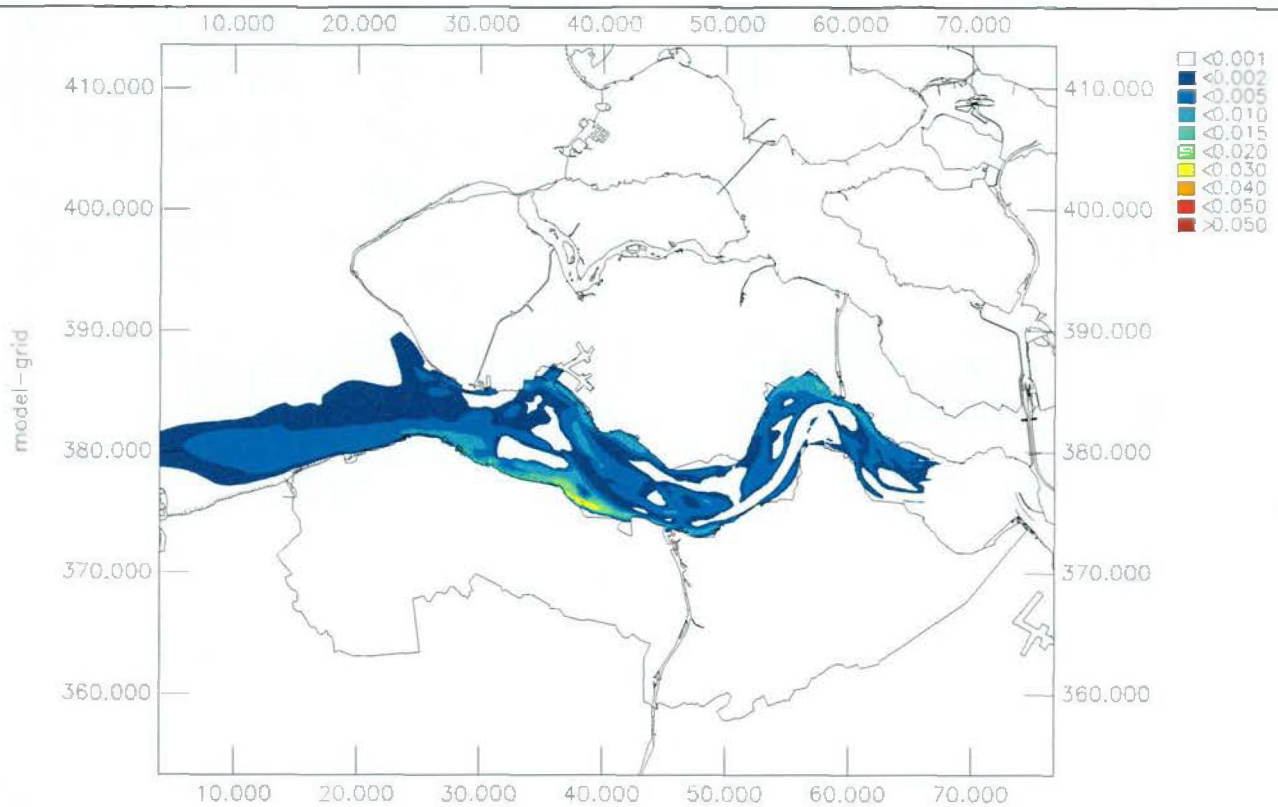


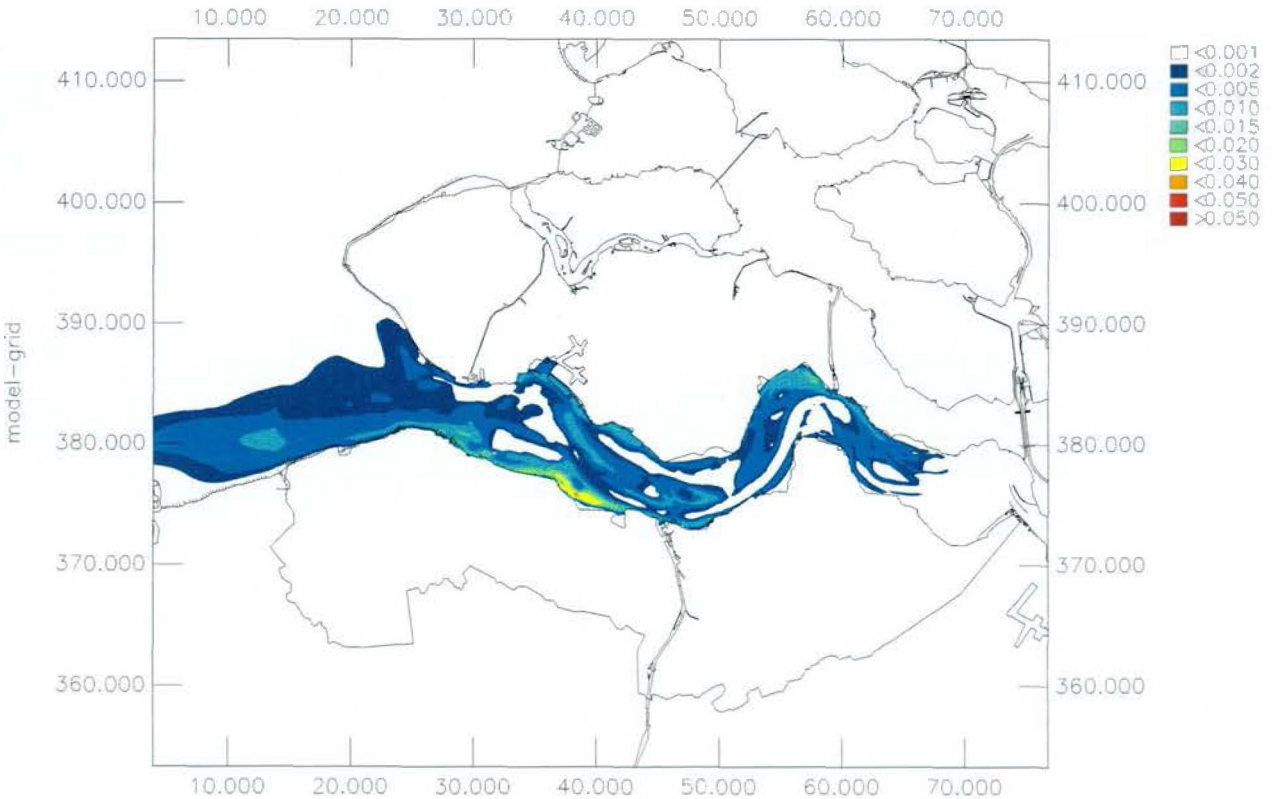
boven: maximale slibconcentratie maand tijdens stort beneden: maximale slibconcentratie maand na stort resuspensie 0.5x		w08c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



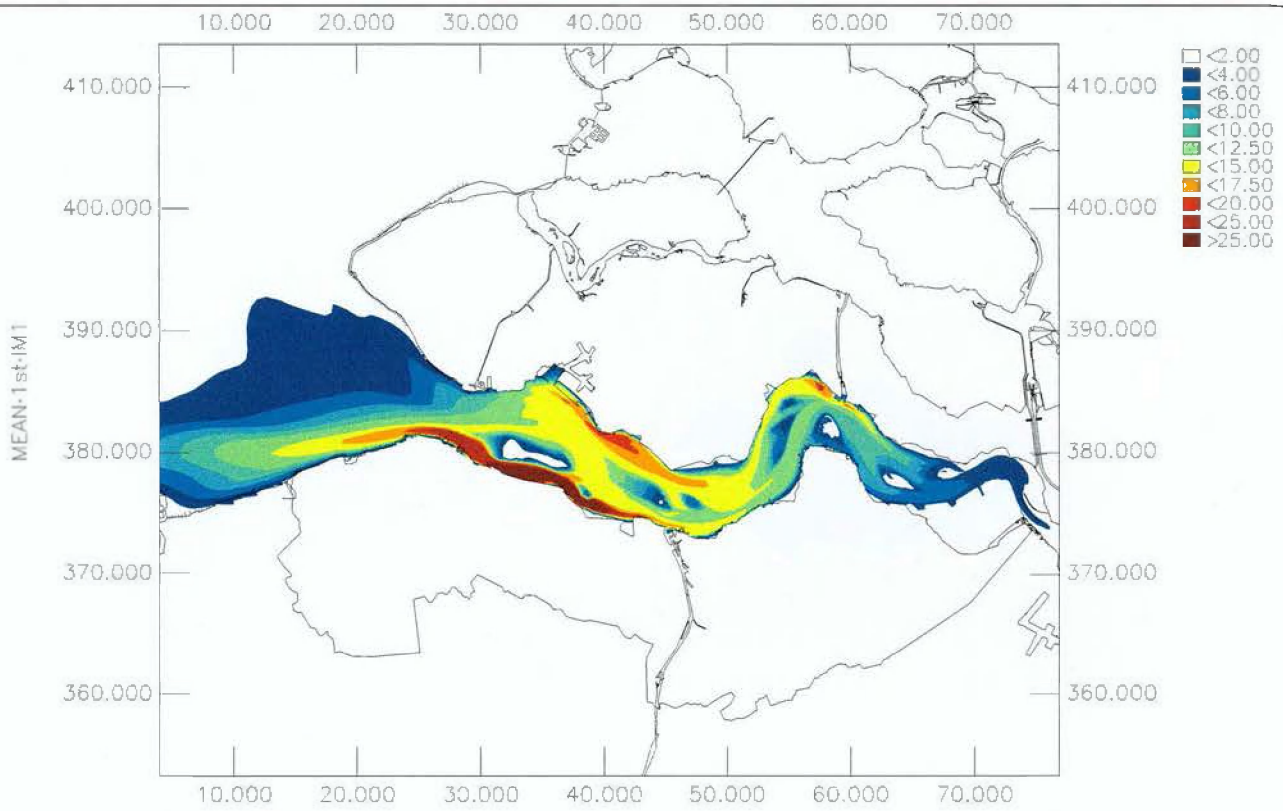


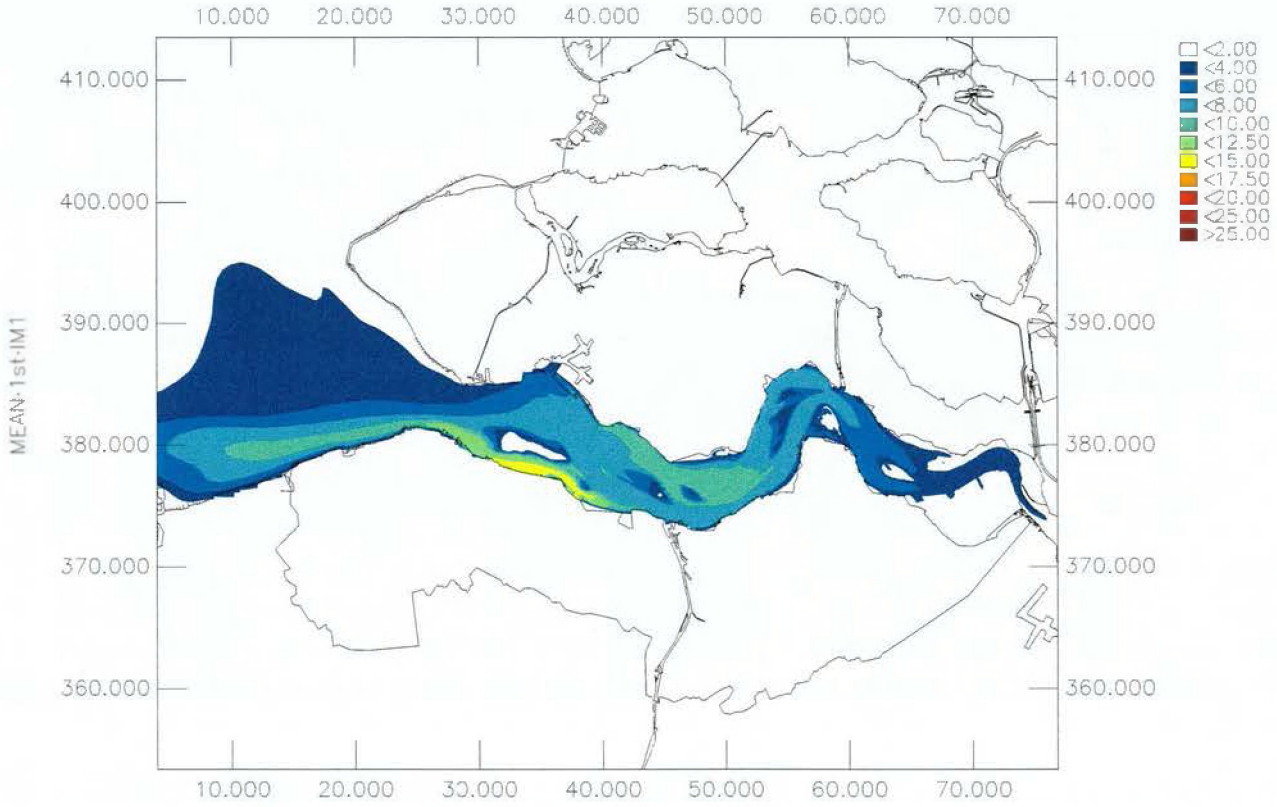
boven: hoeveelheid slib op bodem na maand stort (g/m2) beneden: hoeveelheid slib op bodem na maand zonder stort (g/m2) resuspensie 0.5x		w08c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



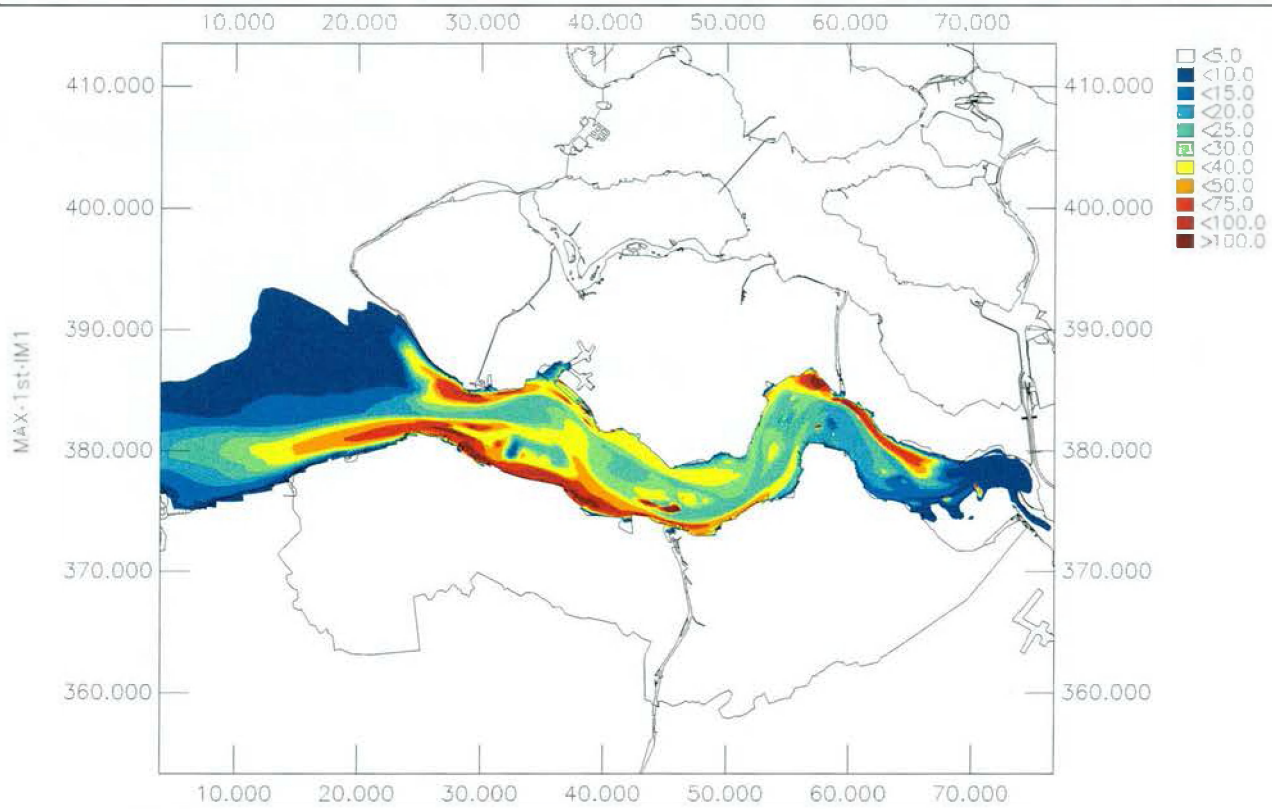


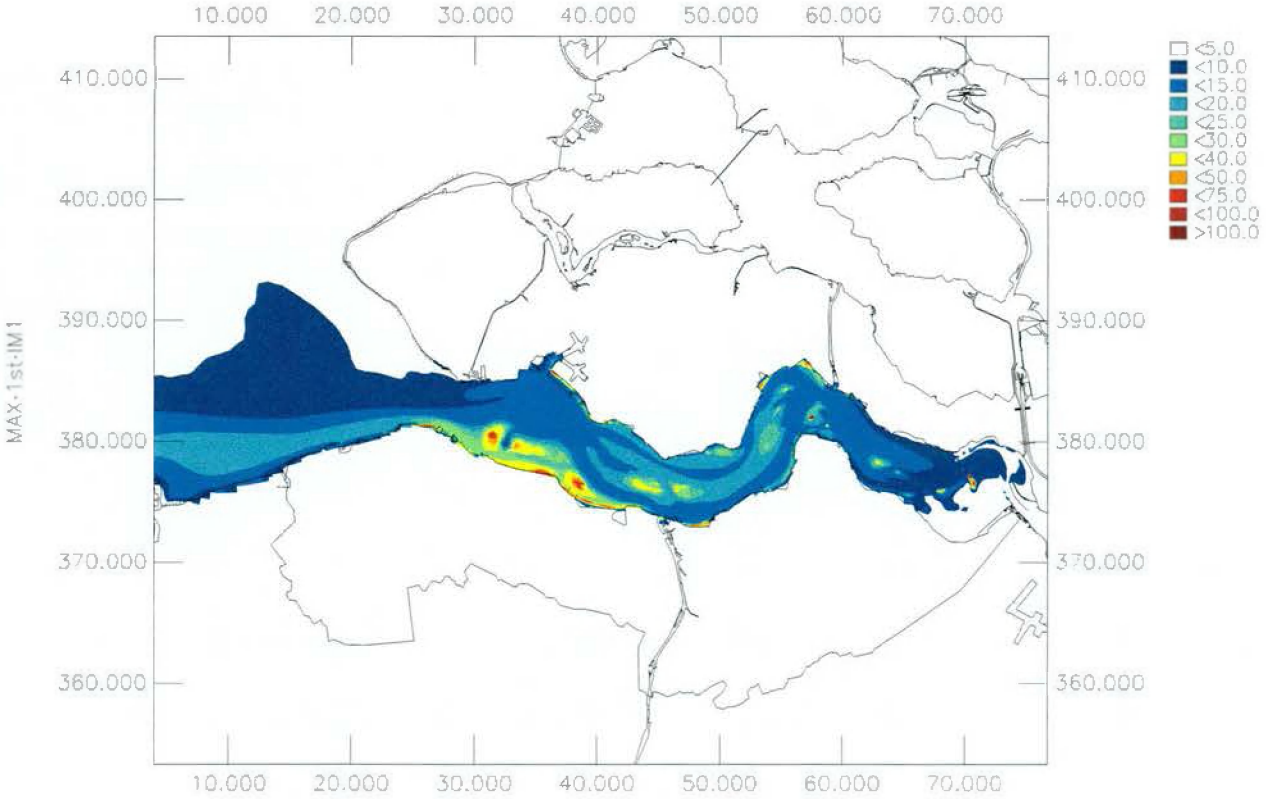
boven: fractie slib in bodem na maand stort (–) beneden: fractie slib in bodem na maand zonder stort (–) resuspensie 0.5x		w08c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



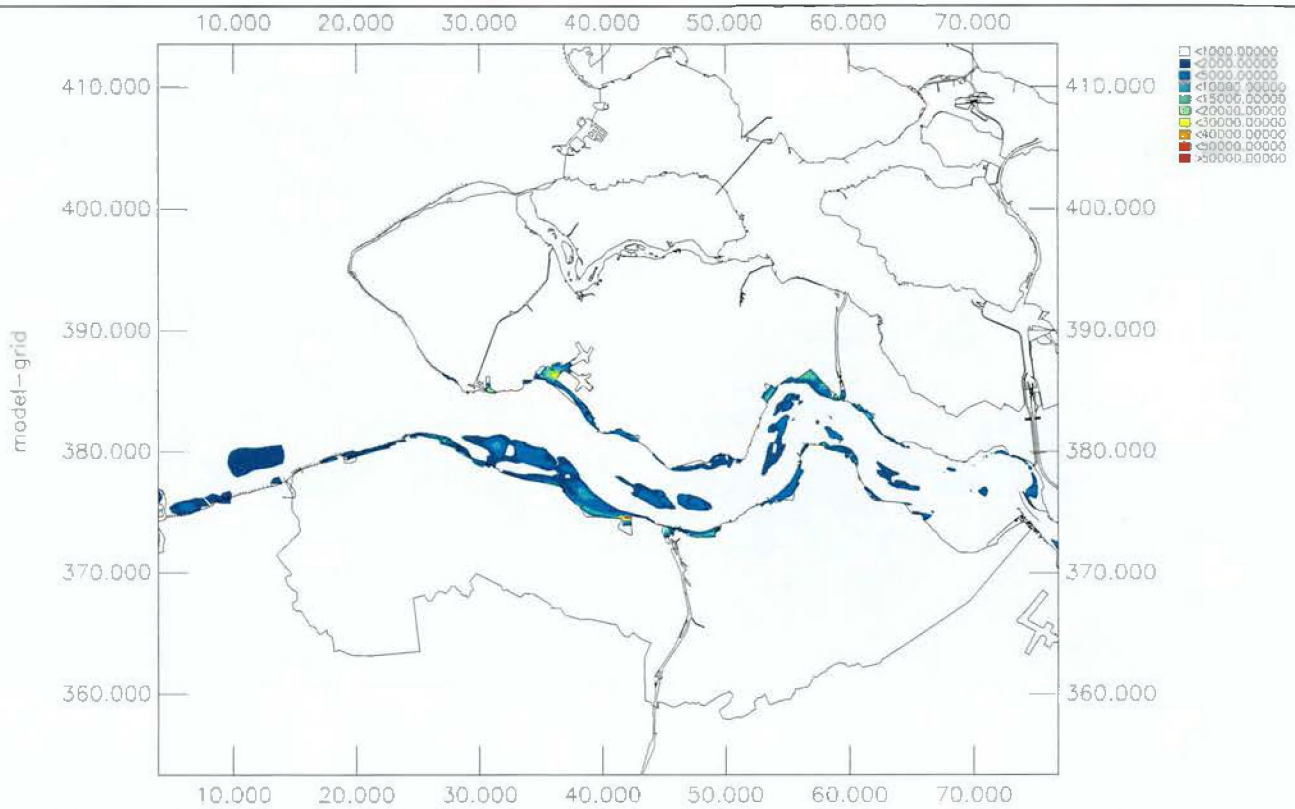


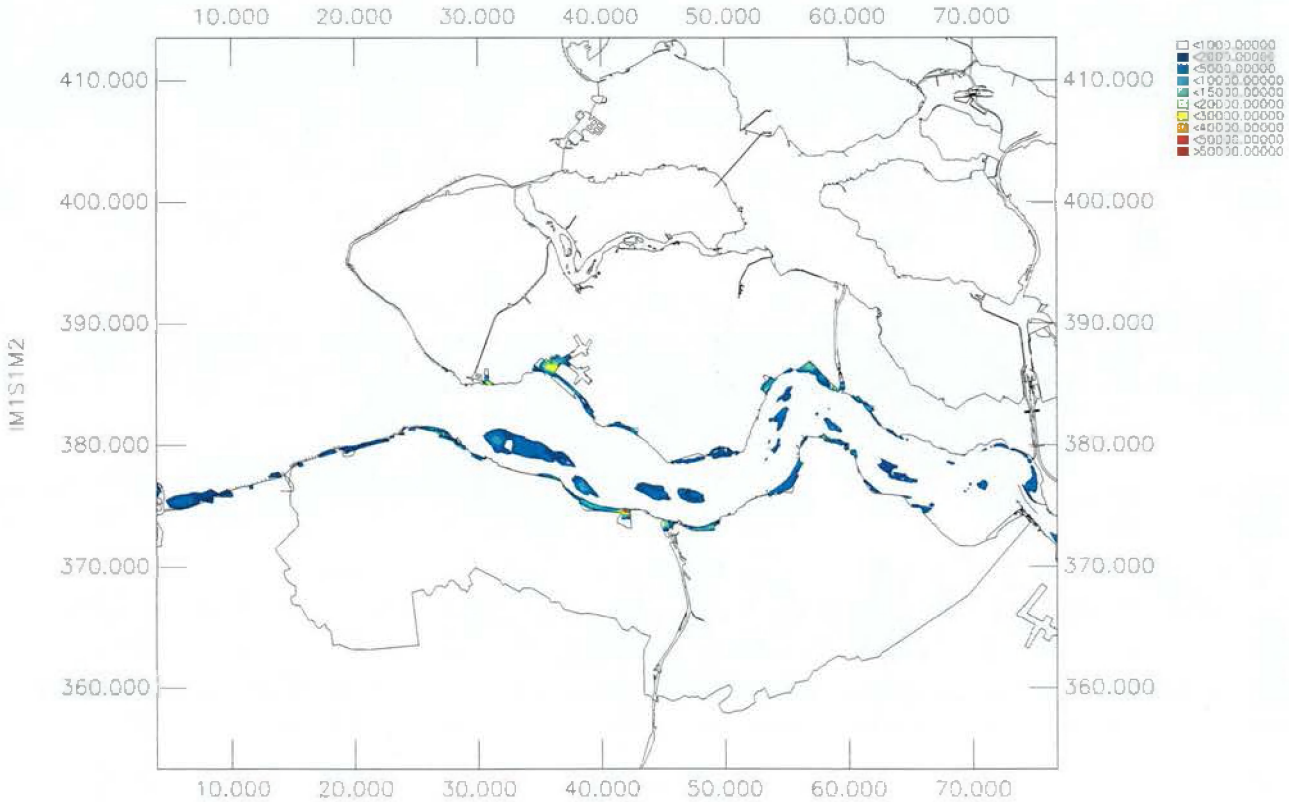
boven: maandgemiddelde slibconcentratie tijdens stort beneden: maandgemiddelde slibconcentratie na stort resuspensie 5x		w05c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



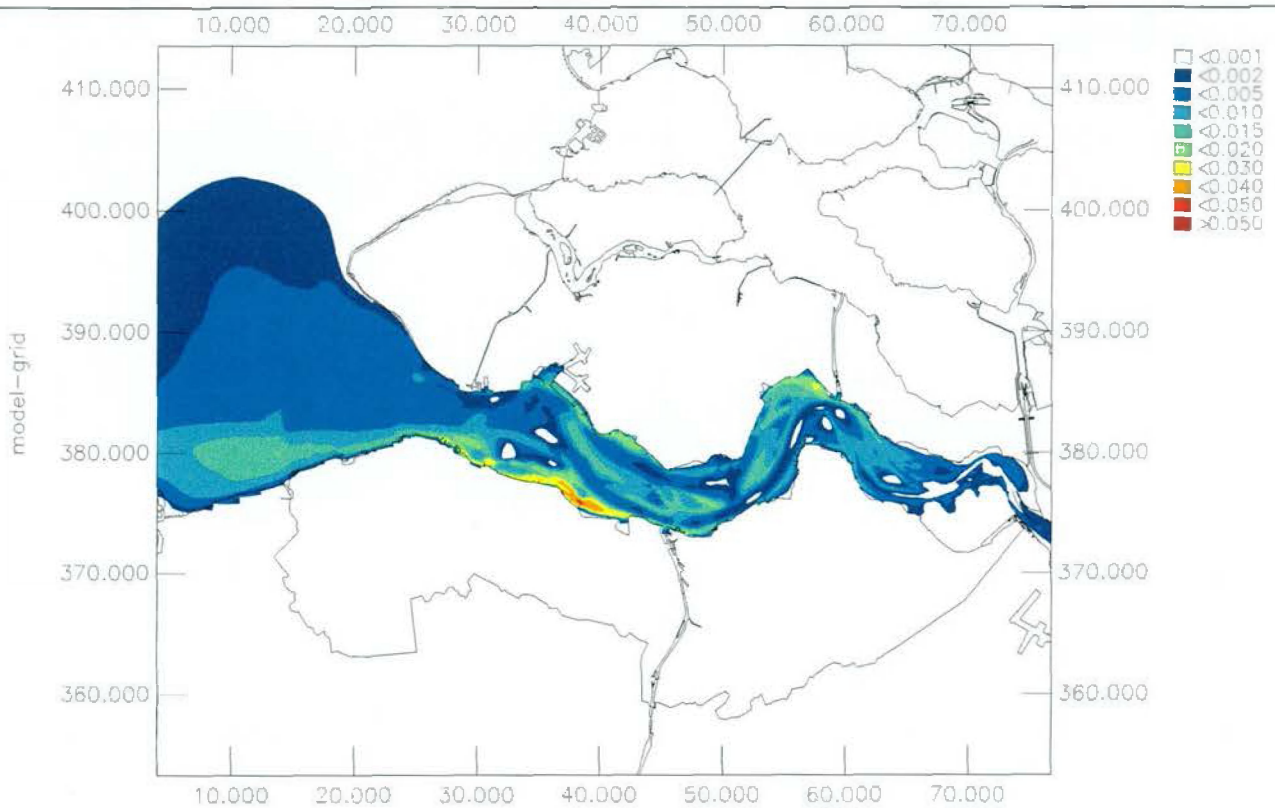


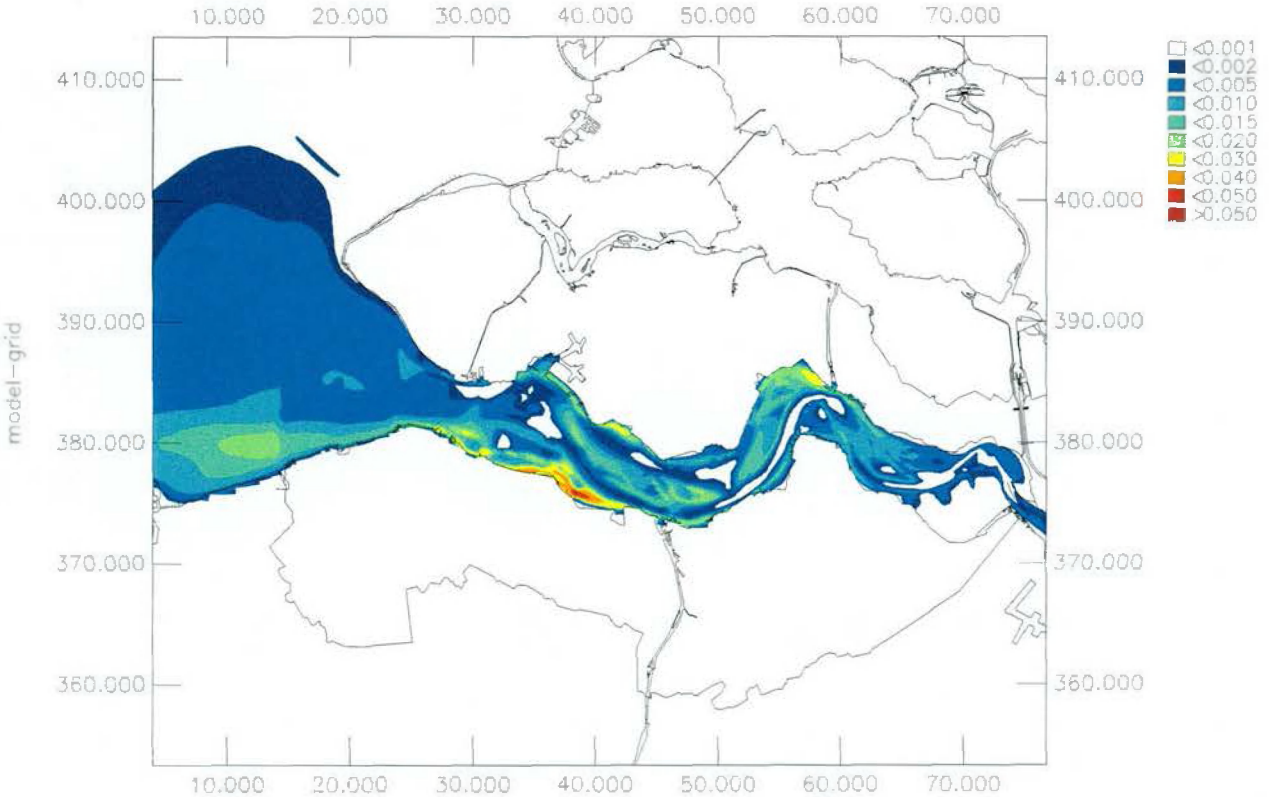
boven: maximale slibconcentratie maand tijdens start beneden: maximale slibconcentratie maand na start resuspensie 5x		w05c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



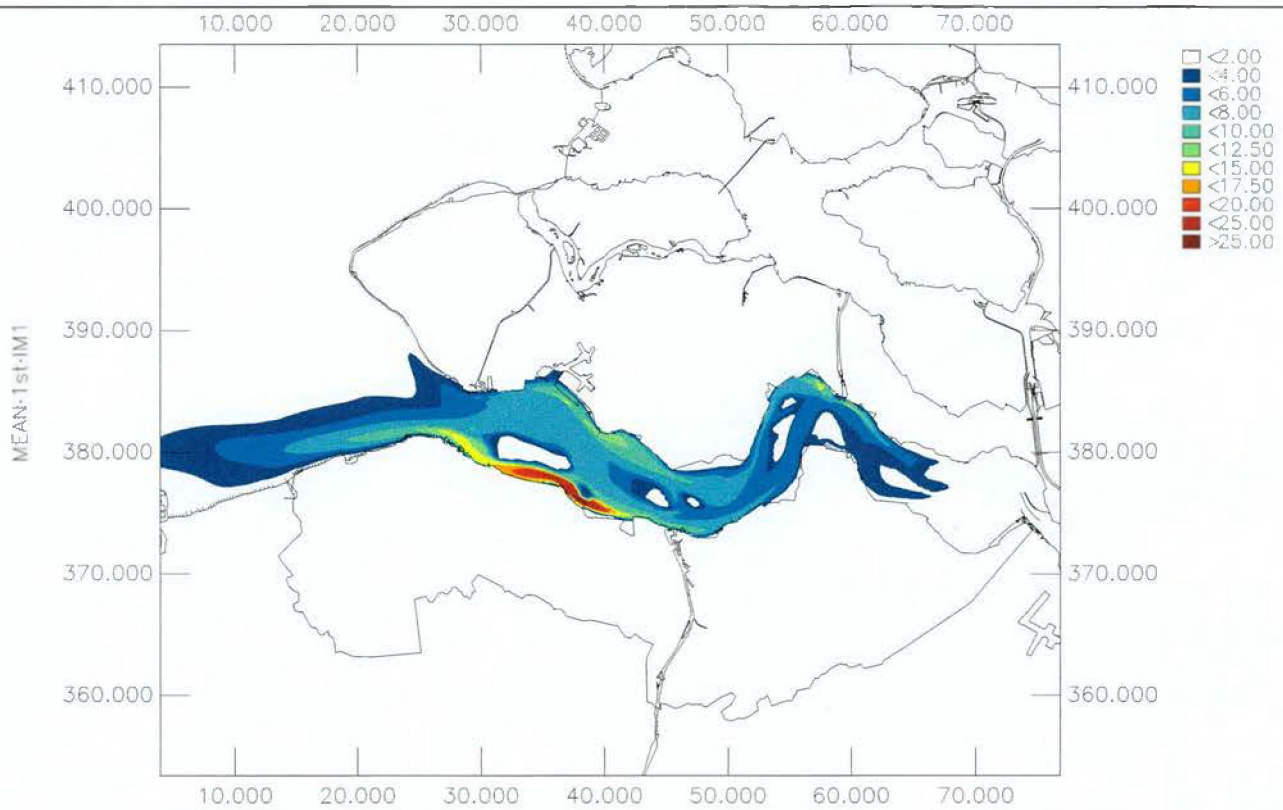


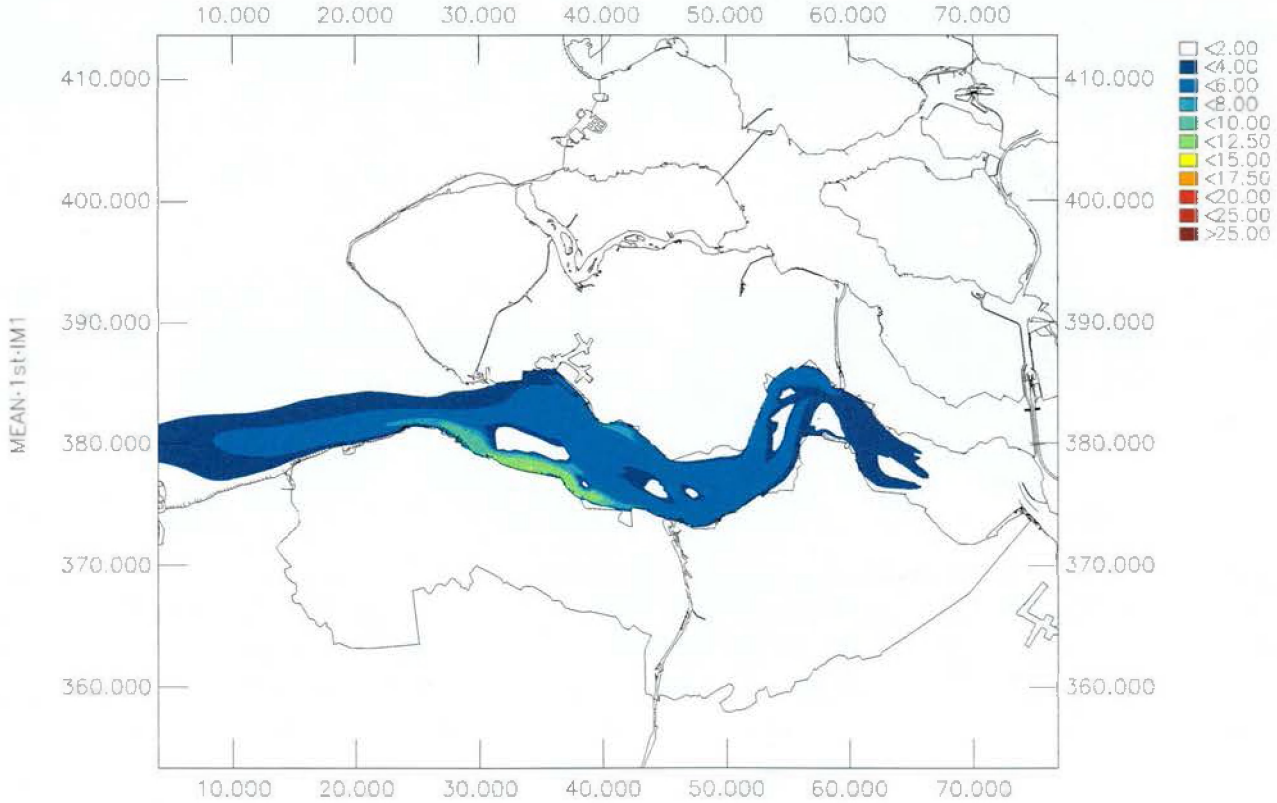
boven: hoeveelheid slib op bodem na maand stort (g/m2) beneden: hoeveelheid slib op bodem na maand zonder stort (g/m2) resuspensie 5x		w05c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.





boven: fractie slib in bodem na maand stort (–) beneden: fractie slib in bodem na maand zonder stort (–) resuspensie 5x		w05c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.





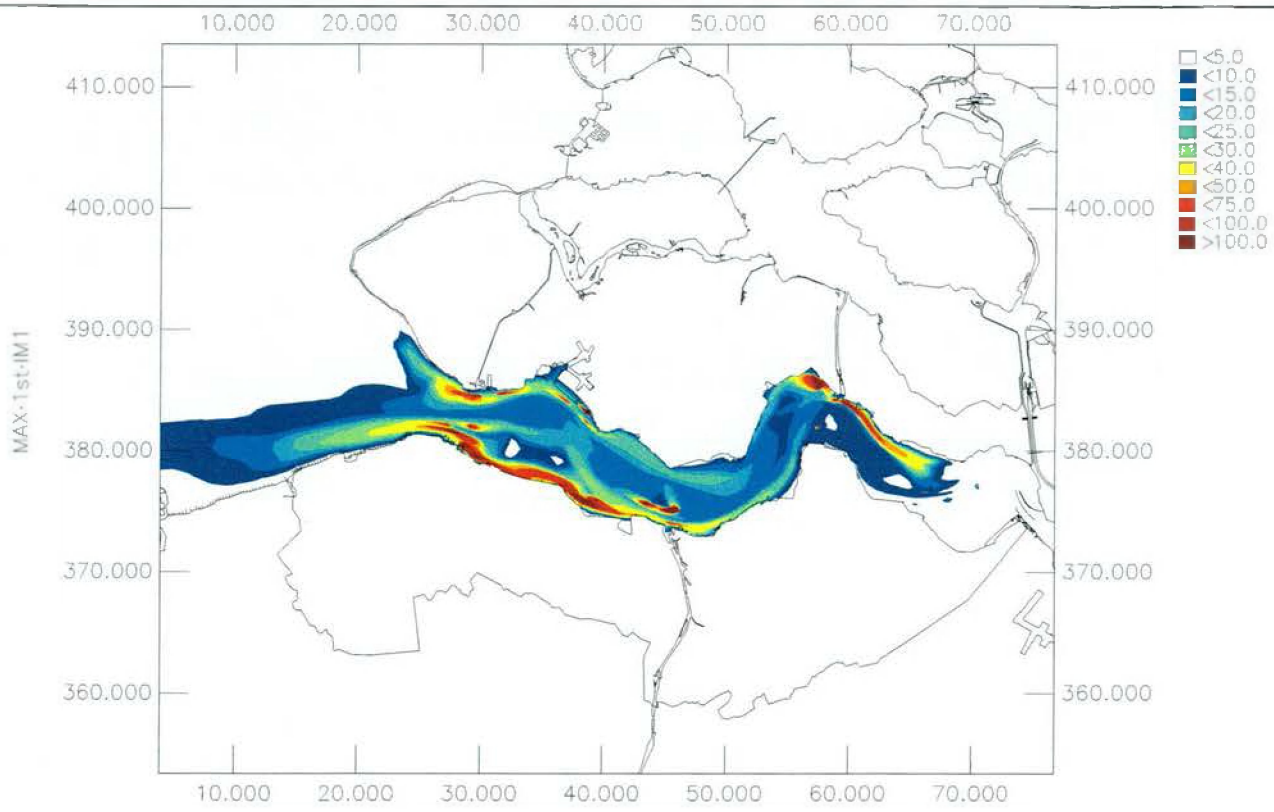
boven: maandgemiddelde slibconcentratie tijdens stort
beneden: maandgemiddelde slibconcentratie na stort
alfa = 0.05; d = 0.1 m

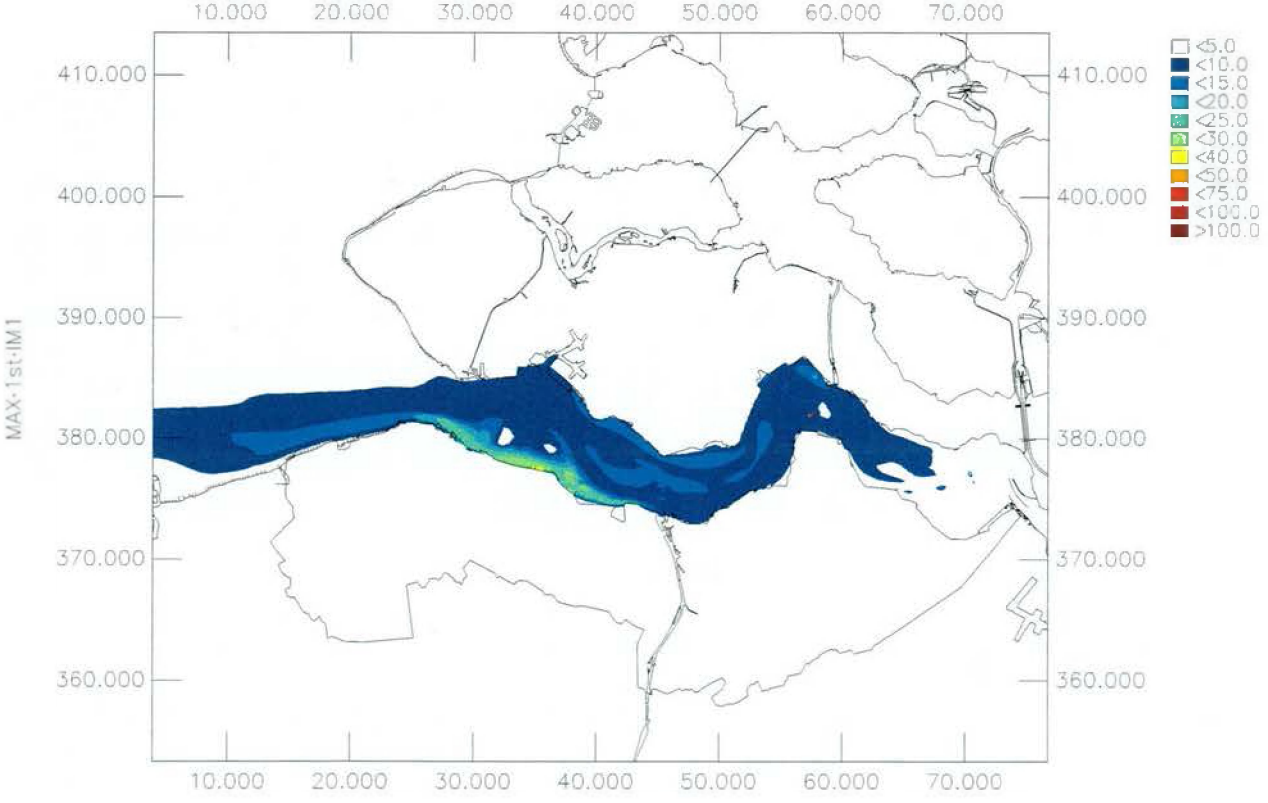
w04c

WL | Delft Hydraulics

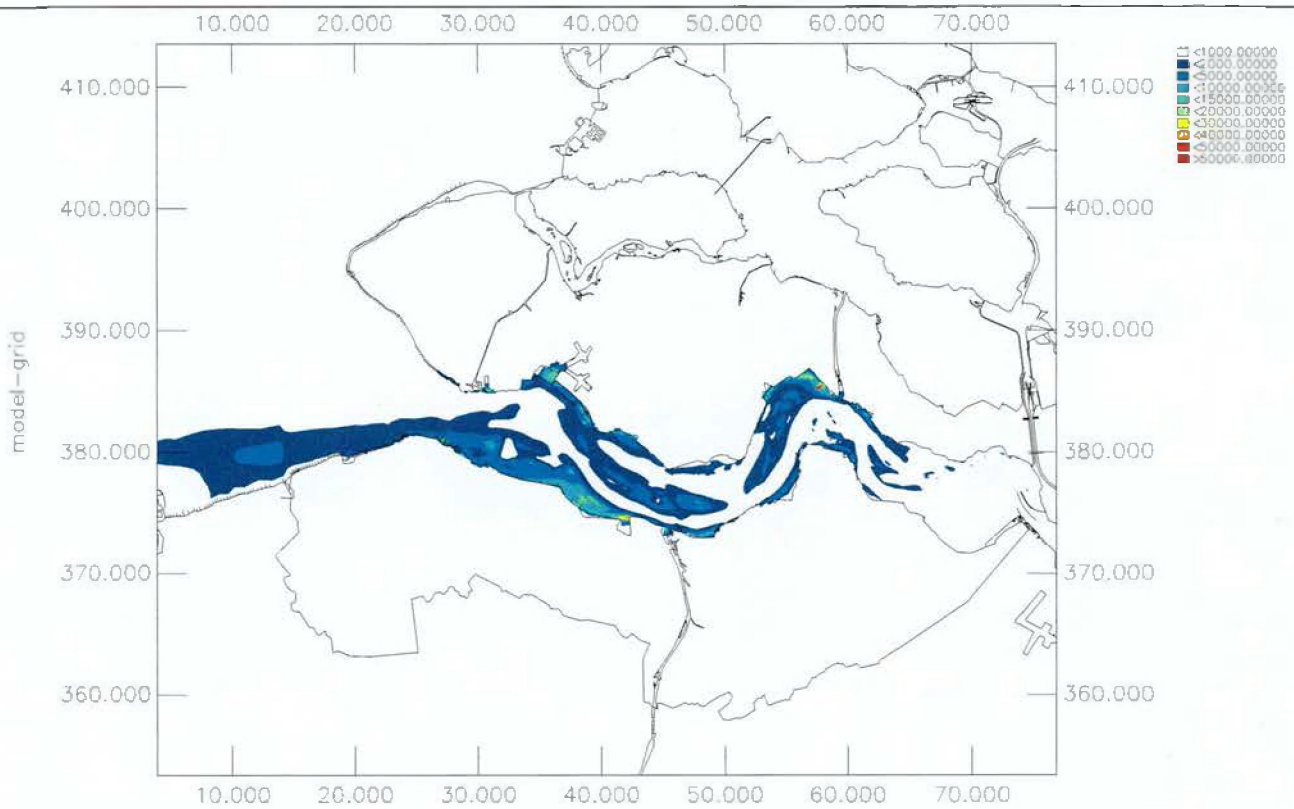
Z4112

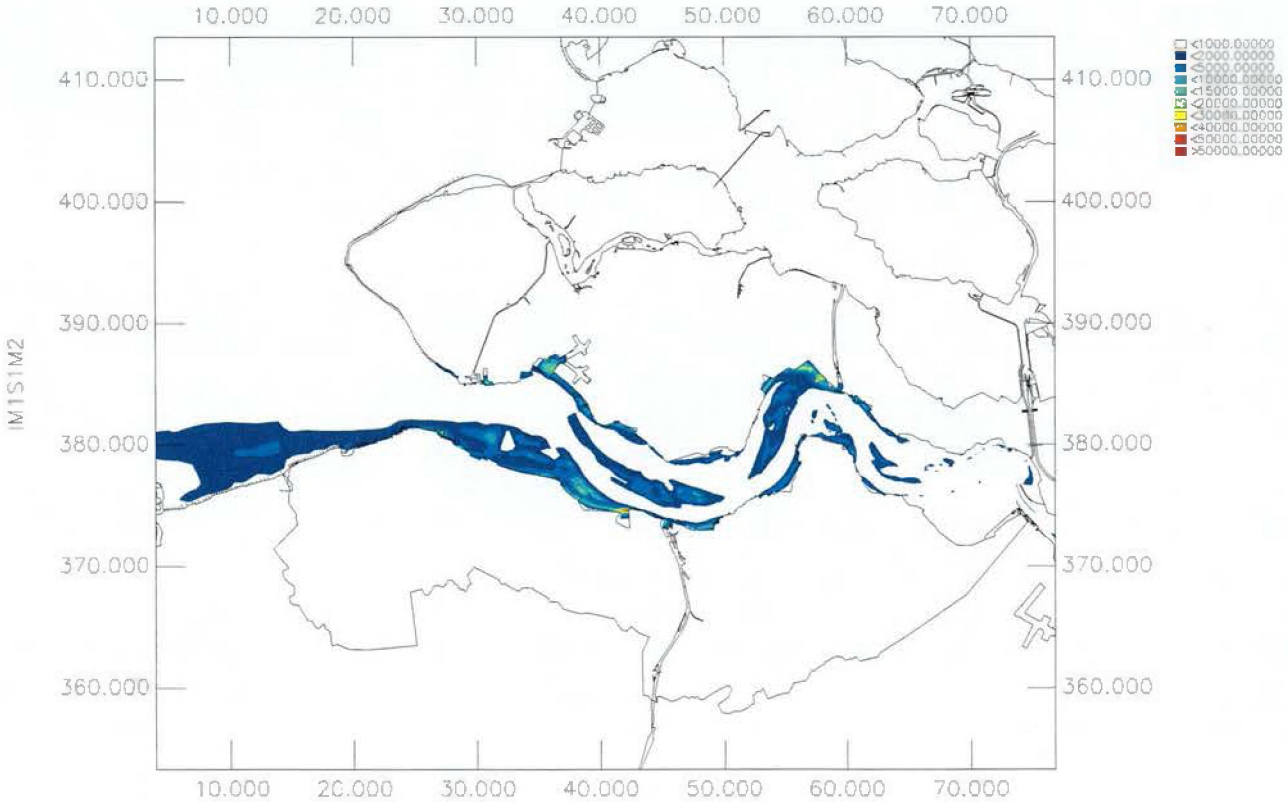
Fig.



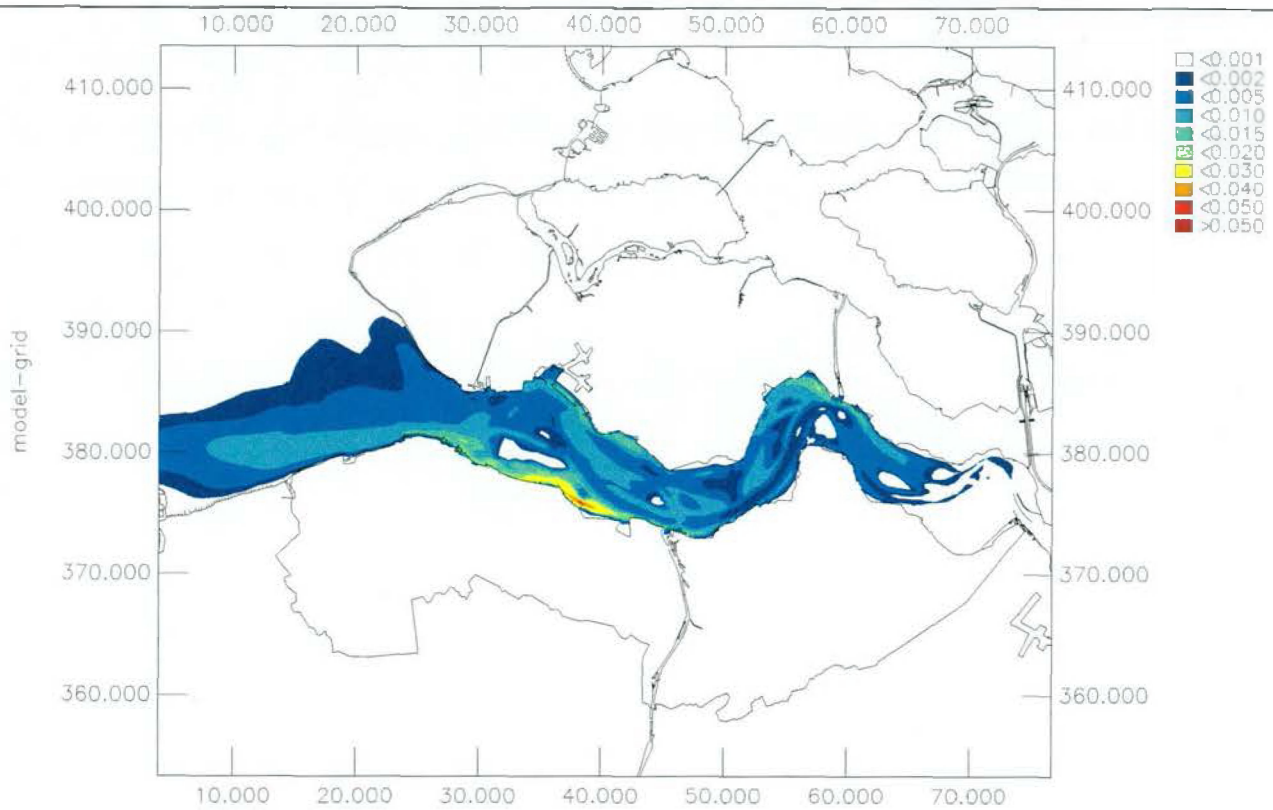


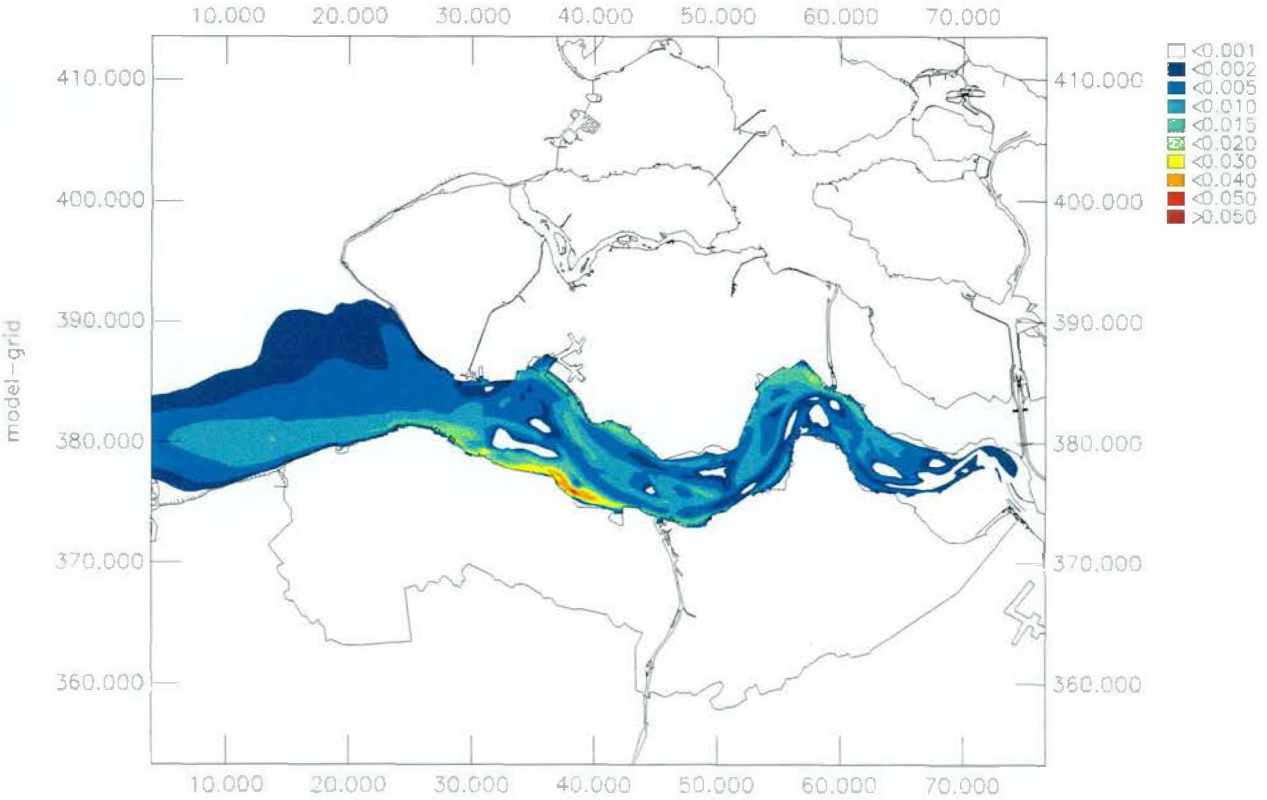
boven: maximale slibconcentratie maand tijdens stort beneden: maximale slibconcentratie maand na stort alfa = 0.05; d = 0.1 m		w04c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



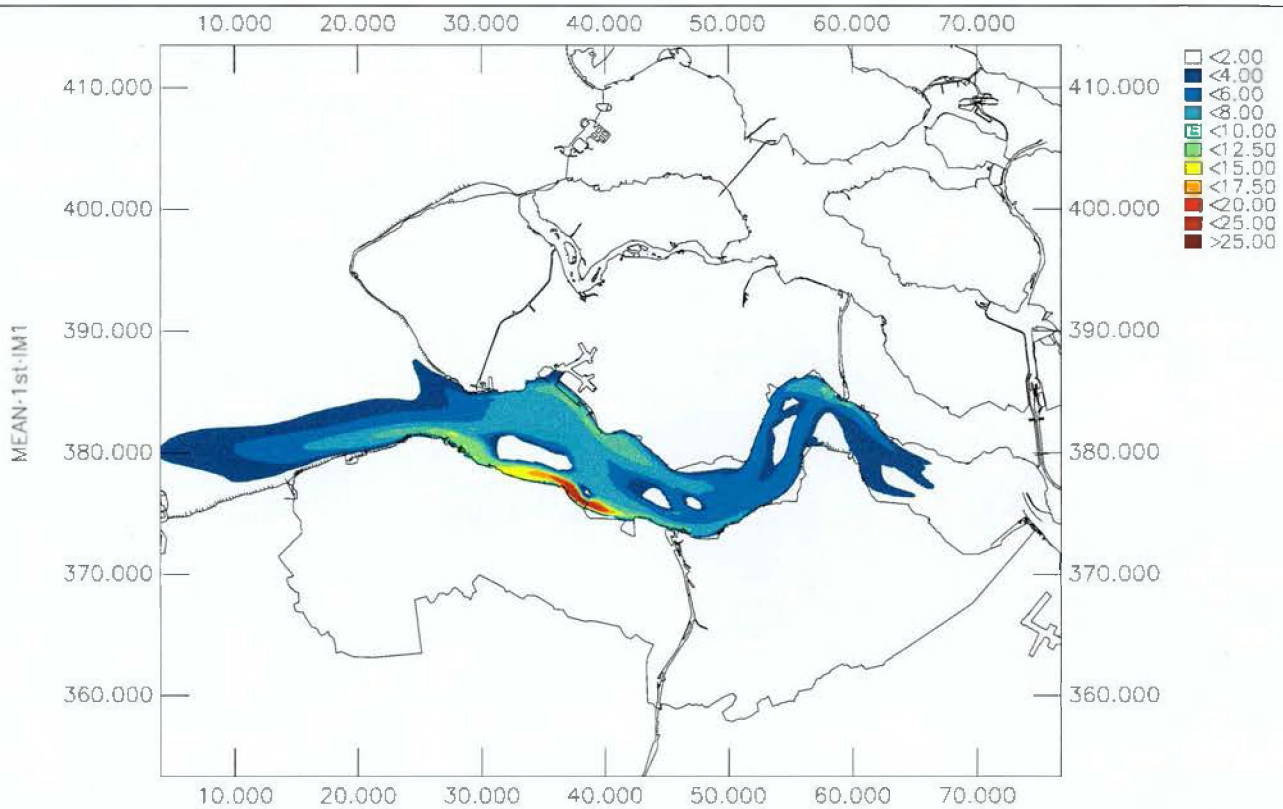


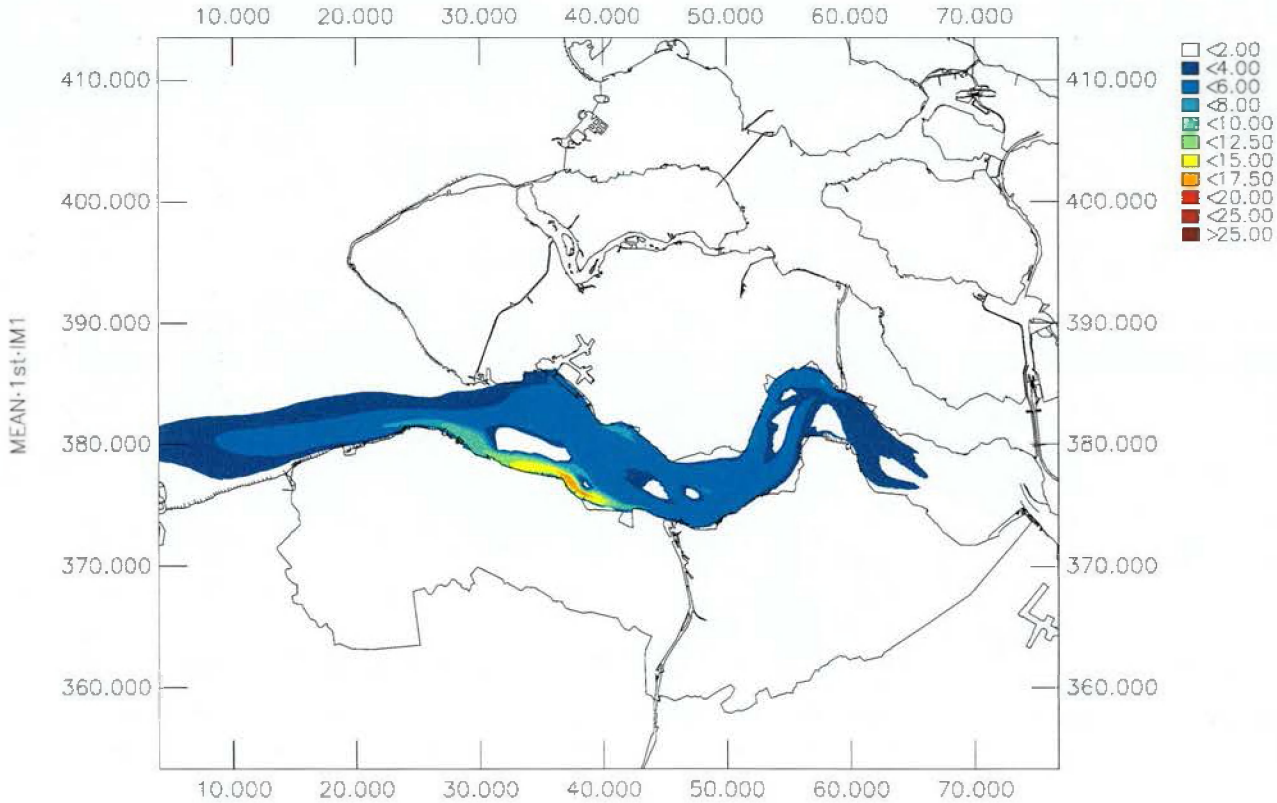
boven: hoeveelheid slib op bodem na maand stort (g/m2) beneden: hoeveelheid slib op bodem na maand zonder stort (g/m2) alfa = 0.05; d = 0.1 m		w04c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



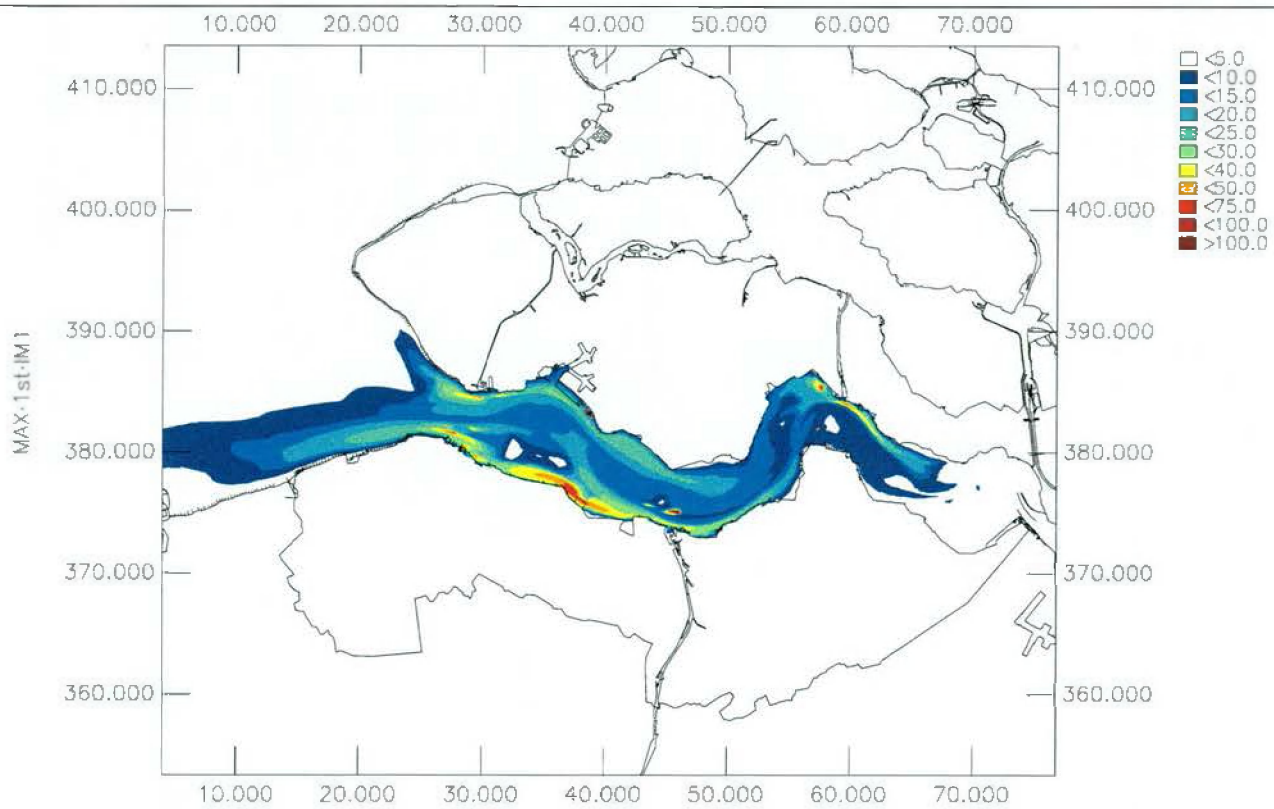


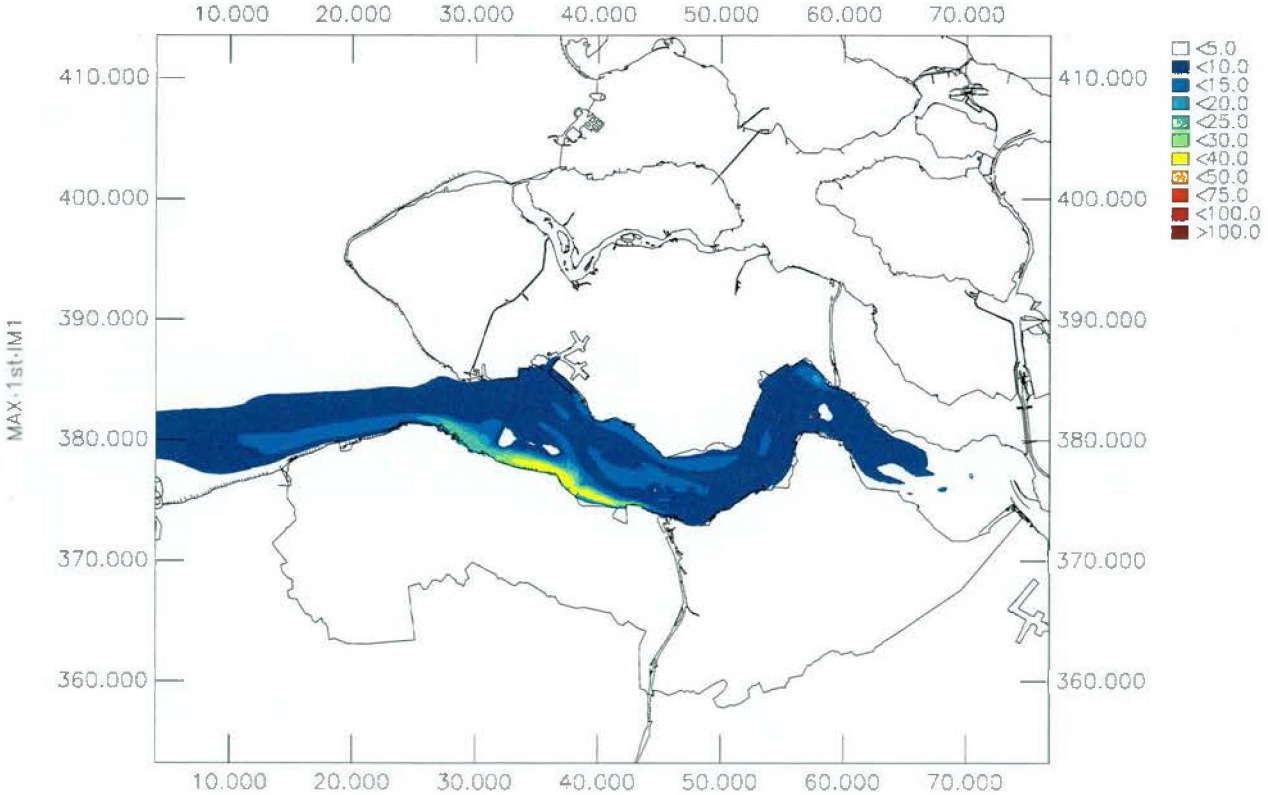
boven: fractie slib in bodem na maand stort (–) beneden: fractie slib in bodem na maand zonder stort (–) alfa = 0.05; d = 0.1 m		w04c
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



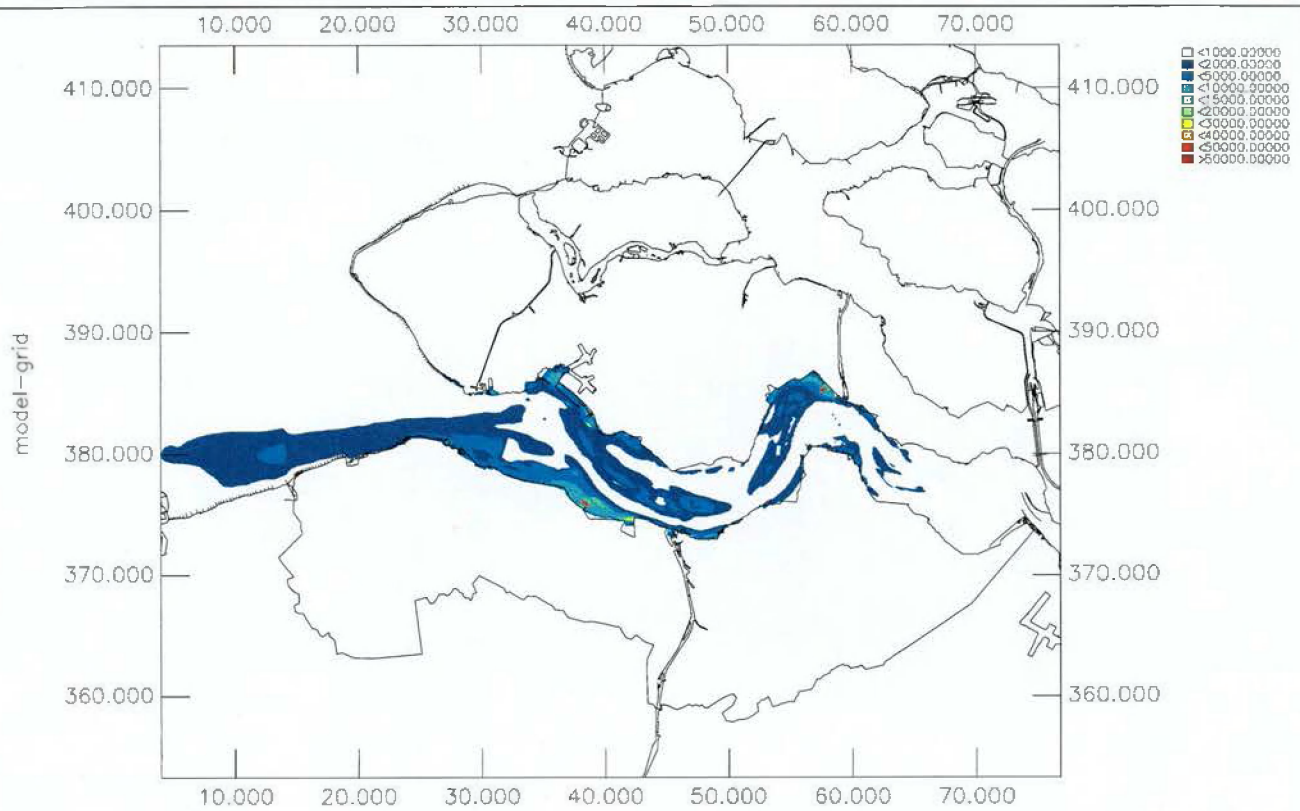


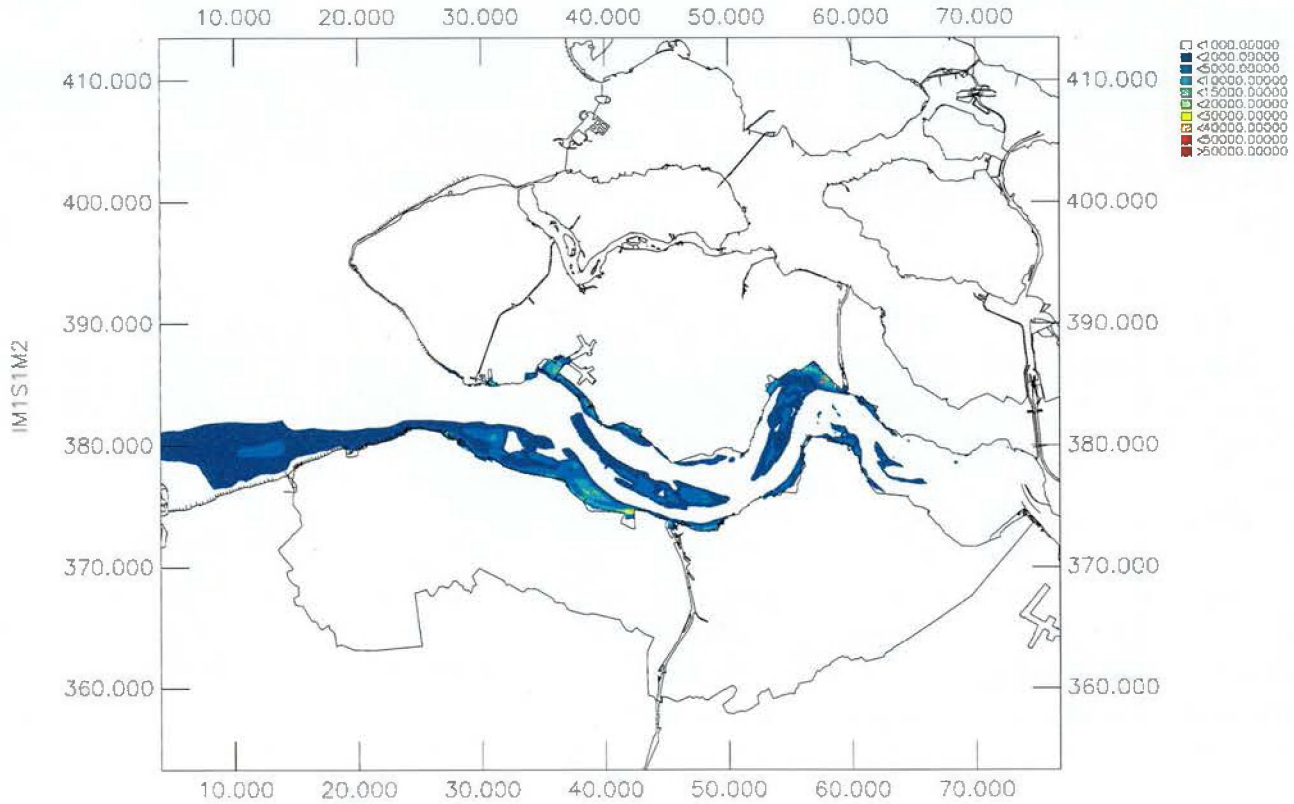
boven: maandgemiddelde slibconcentratie tijdens stort beneden: maandgemiddelde slibconcentratie na stort stort 10% in waterkolom		w07b
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.



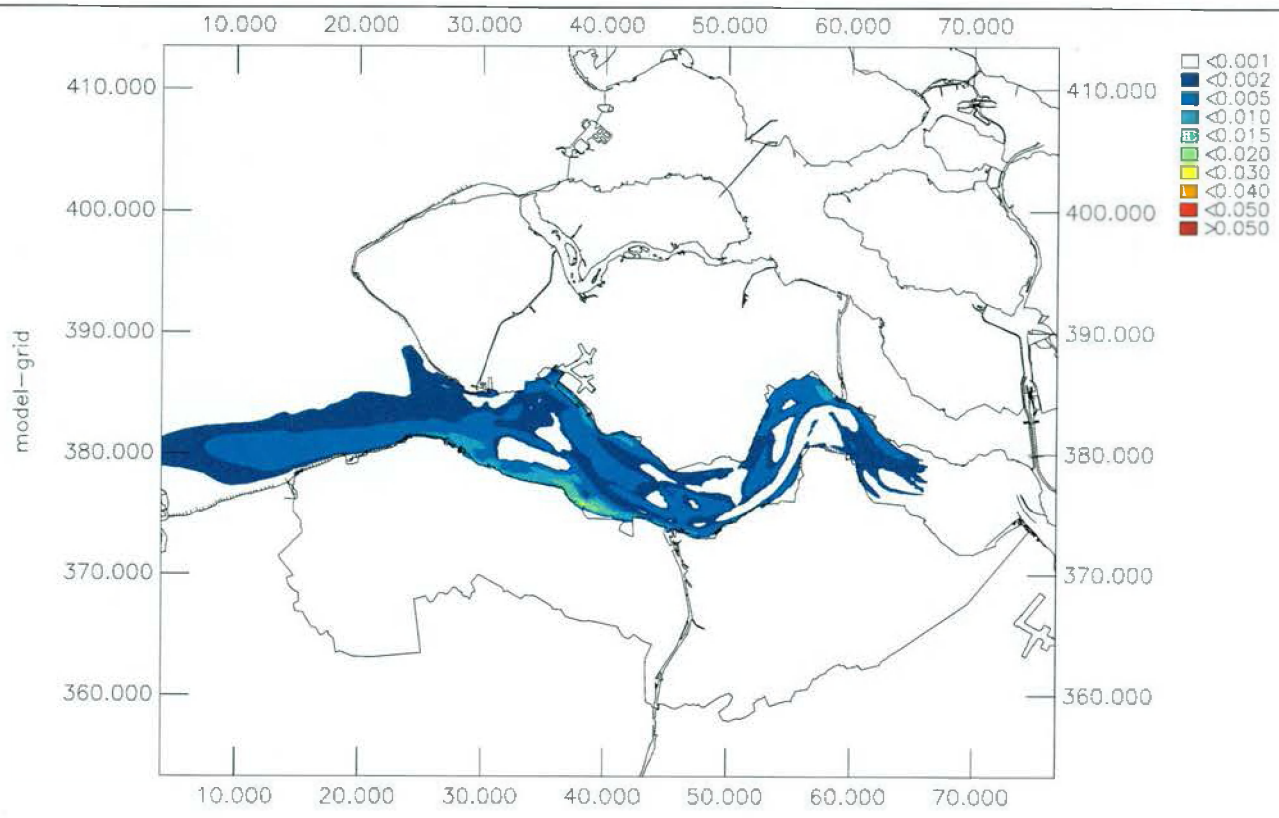


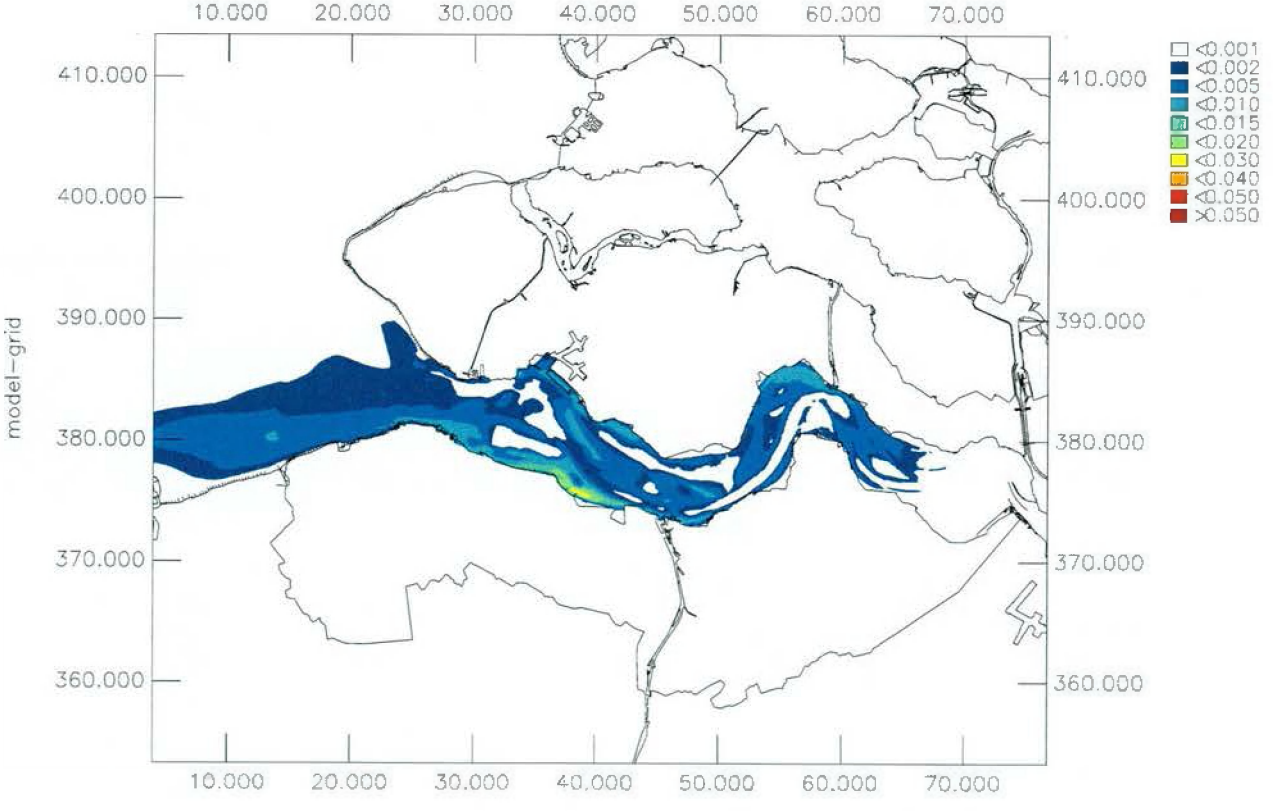
boven: maximale slibconcentratie maand tijdens stort beneden: maximale slibconcentratie maand na stort stort 10% in waterkolom		w07b
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.





boven: hoeveelheid slib op bodem na maand stort (g/m2) beneden: hoeveelheid slib op bodem na maand zonder stort (g/m2) stort 10% in waterkolom		w07b
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.





boven: fractie slib in bodem na maand stort (–) beneden: fractie slib in bodem na maand zonder stort (–) stort 10% in waterkolom		w07b
WL | Delft Hydraulics	Z4112	Fig.

G Morfologie

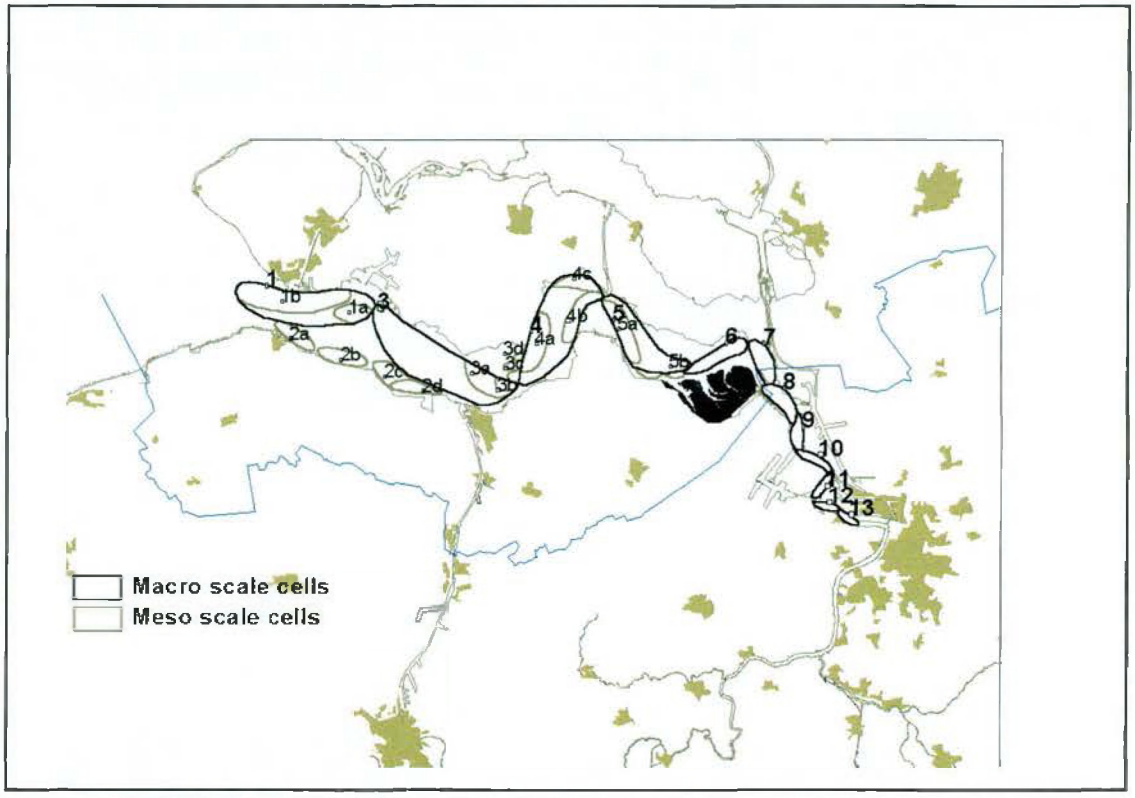
G Beschrijving morfologie van de Westerschelde

Schematisatie van het morfologische systeem

De Westerschelde wordt gekenmerkt door een mooi regelmatige patroon van geulen en platen. Morfologisch gezien, kunnen deze geulen worden verdeeld in eb- en vloedgeulen. Het onderscheid tussen eb- en vloedgeulen is gebaseerd op de ligging van de drempel (ondiepte) in de geulen: vloedgeulen hebben landwaarts een drempel, ebgeulen hebben zeewaarts een drempel (Van Veen, 1950). Daarnaast kunnen de geulen, in deelgebieden van de Westerschelde, worden onderverdeeld in grote hoofdgeulen en kleinere kortsluitgeulen. De hoofdgeulen en kortsluitgeulen vormen samen een regelmatig repeterend patroon dat wordt aangeduid als estuariene sectie of bochtgroep (Jeuken, 2000). Een estuariene sectie bestaat uit een grote gekromde ebgeul met daarnaast een rechte vloedgeul. De geulen worden meestal gescheiden door langgerekte plaatgebieden en met elkaar verbonden door de kleinere kortsluitgeulen. Iedere sectie wordt gekenmerkt door een eigen gedrag. Dit betekent dat de bochtgroep als een aparte morfologische eenheid kan worden beschouwd.

Op deze manieren van het schematisatie van het systeem van geulen en platen is in het kader van de LTV-studie voortgeborduurd (Winterwerp e.a., 2000). Op basis van het onderscheid tussen grote en kleine eb- en vloedgeulen is het systeem van geulen geschematiseerd als een ketting van morfologische cellen (Figuur G-1). Iedere cel bestaat uit een ebgedomineerde (eb)geul, een vloedgedomineerde (vloed)geul met daartussen een plaat. De grote geulen (hoofdgeulen) vormen de macrocellen. De messo-cellen zijn geassocieerd met de kleinere geulen of inscharingen. Een aantal van deze meso-cellen valt samen met de eerder genoemde kortsluitgeulen. Een belangrijke achtergrond van dit cellenconcept is, dat het handhaven van het meergeulensysteem een belangrijke voorwaarde is voor het behoud van de natuurlijkheid van het estuarium. Mogelijke effecten als gevolg van bagger- en stortactiviteiten op de handhaving van het meergeulensysteem moeten dus ook worden beschouwd bij eventuele vergunningverlening.

De intergetijdengebieden langs beide zijden van het estuarium, dus grenzende aan land, worden slikken genoemd. Vergeleken met de platen (intergetijdengebieden die eilanden worden tijdens laagwater) zijn de slikken vaak slibrijker. Op een aantal plaatsen zijn er schorren naast de slikken, hoger gelegen en begroeide gebieden die alleen tijdens hoogwater bij springtij worden overstroomd. Verreweg de grootste schor is het Land van Saeftinge. Andere schorren langs de Westerschelde zijn Pauline Schor, Schor van Waarde, Schor van Bath en Zuidgors.

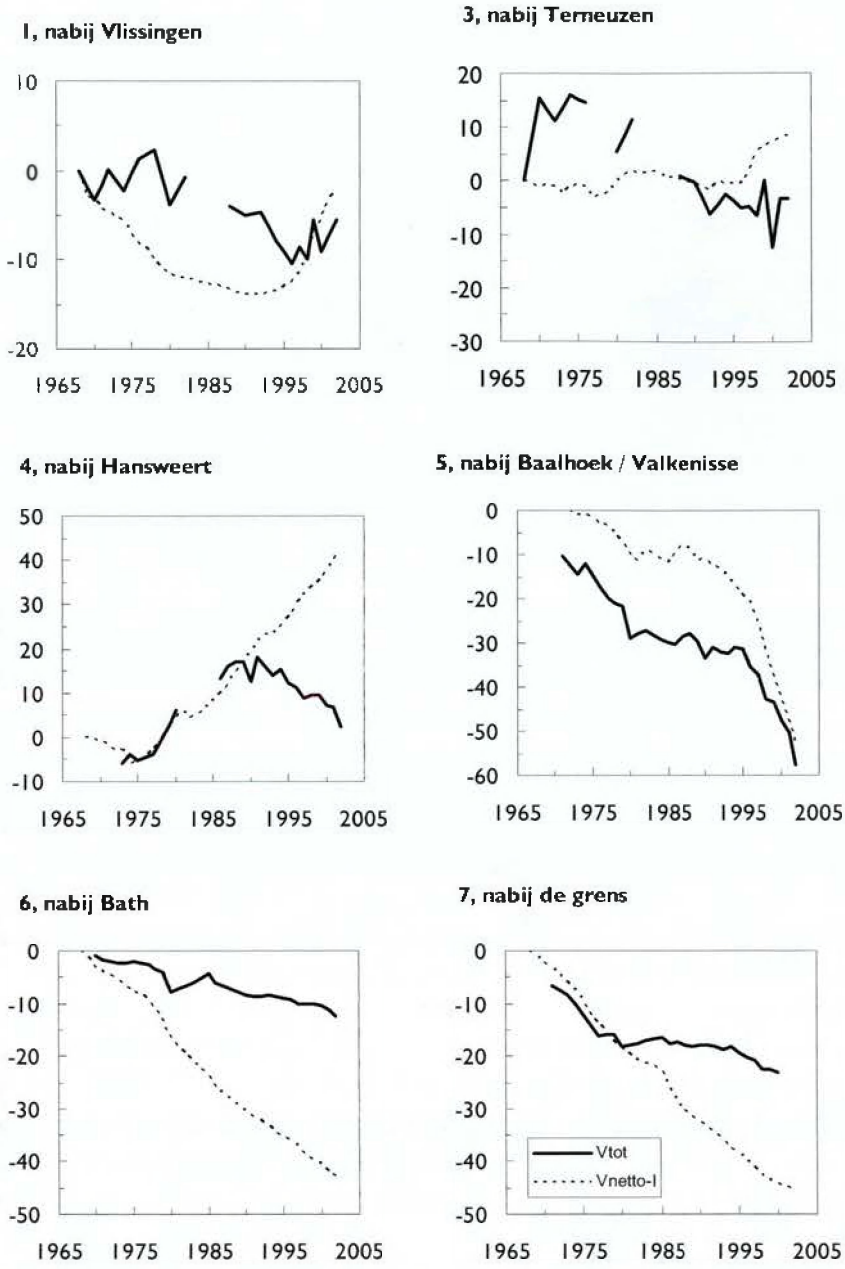


Figuur G-1 Verdeling van het estuarium in macrocellen / bochtgroepen

Veranderingen van macrocellen en zandbalans

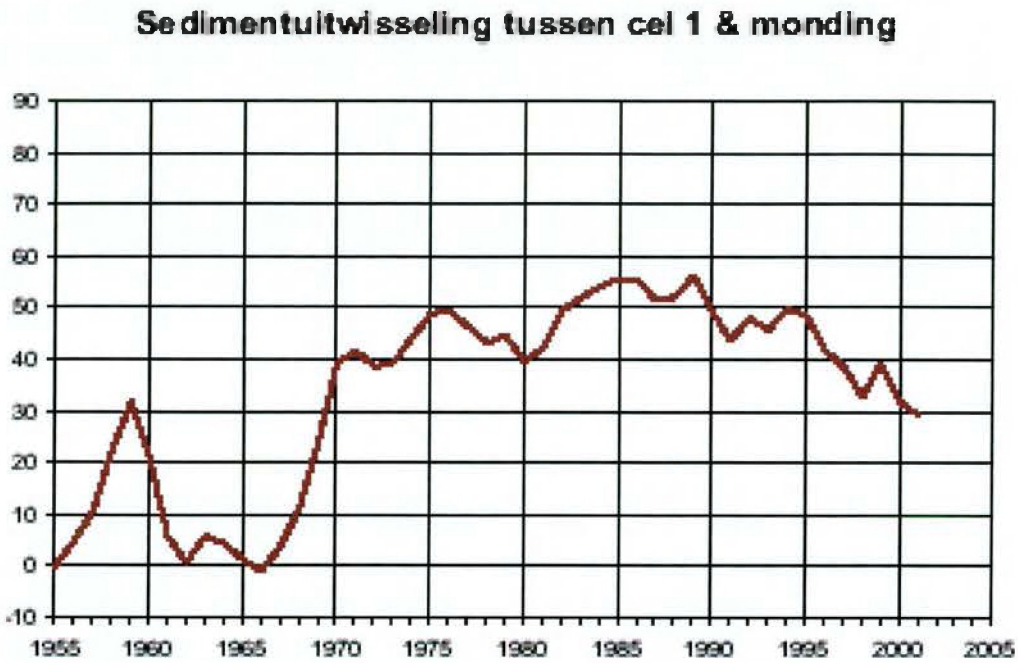
Figuur G-2 toont de gemeten tendensen van cumulatieve erosie en sedimentatie V_{tot} in de zes bochtgroepen van de Westerschelde. Het gaat hierbij dus om de totale erosie dan wel sedimentatie, die het gevolg is van ingrepen en 'natuurlijke' processen (volumeveranderingen geïnduceerd door de waterbeweging). De volgende trendmatige ontwikkelingen komen naar voren:

- De bochtgroepen 1 en 3 in het westelijk deel van de Westerschelde eroderen min of meer van nature gedurende de periode 1970/1975-1996. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze plaat-geul-systemen in de periode 1955-1970 ook gekenmerkt werden door overwegend erosie (Jeuken et al., 2003, 2004). De kortstondige sedimentatiepiek in vooral gebied 3 tussen 1970 en 1974 is slechts voor een deel mogelijk het gevolg van een meetfout (zie ook volgende paragraaf).
- De bochtgroep nabij Hansweert (4) wordt (vanaf 1960) tot 1986 gekenmerkt door een natuurlijke sedimentatie. Tussen 1986 en 1990 slaat die tendens tot sedimentatie om in erosie.
- De lange-termijn ontwikkeling van de gebieden 5, 6 en 7 in het oostelijk deel van de Westerschelde wordt sinds 1970 gekenmerkt door erosie. Deze erosie wordt grotendeels veroorzaakt door het netto baggeren in dit deel van het estuarium, dat veroorzaakt is door zandwinning en doordat sinds de tweede verruiming het gebaggerde materiaal voornamelijk in het westen wordt gestort. Vooral de variërende erosiesnelheid van het plaat-geul-systeem in macrocel 5 vertoont een opvallende overeenkomst met het netto baggeren. In de periode 1955-1970 werd bochtgroep 5 gedomineerd door sedimentatie (circa. 20 Mm^3, Jeuken et al, 2003), terwijl de gebieden 6 en 7 toen ook al erodeerde onder invloed van netto baggeren.



Figuur G-2 Tendensen van cumulatieve erosie en sedimentatie in de zes macrocellen van de Westerschelde (in Mm^3). Voor locatie zie Figuur G-1

Figuur G-3 geeft de cumulatieve import bij Vlissingen vanaf 1955 afgeleid door Nederbragt en Liek (2004) uit de zandbalans op basis van velddata. In een periode waarin de lijn stijgt betekent dat er import optreedt naar het estuarium, en als de lijn daalt betekent dat er export optreedt. De algemene trend is, dat aan het eind van de jaren tachtig van de vorige eeuw de import is omgeslagen naar export.



Figuur G-3 Cumulatieve sedimentuitwisseling tussen de Westerschelde en de monding.

Individuele geulen

Figuur G-4 en Figuur G-5 tonen de ontwikkeling van de grote individuele eb- en vloedgeulen in iedere macrocel. Hieruit komen de volgende ontwikkelingen naar voren:

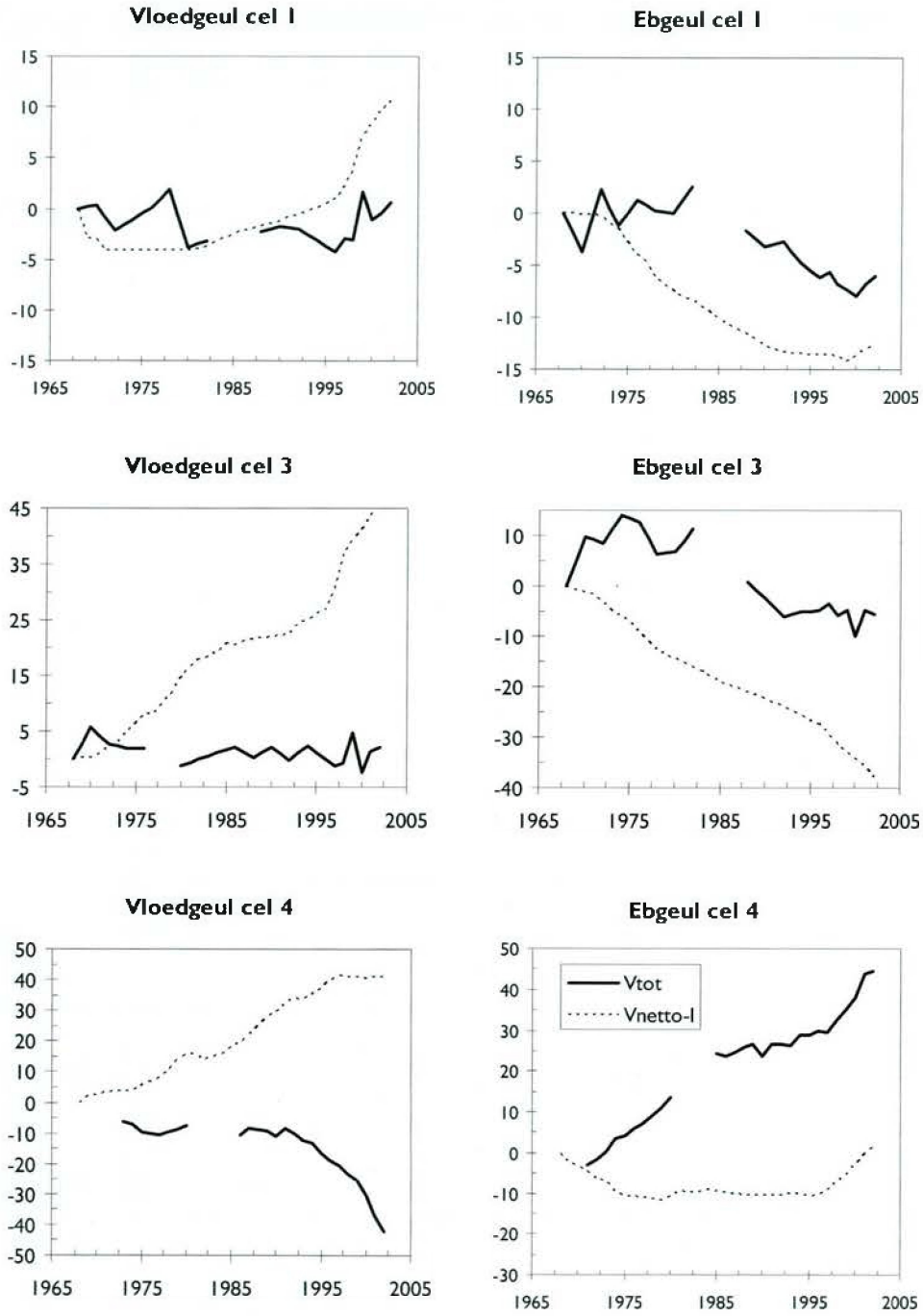
Macrocel 1 nabij Vlissingen wordt gekenmerkt door geen eenduidige erosie of sedimentatie in de vloedgeul gecombineerd met een erosie van de ebgeul sinds 1980. Bij dit beeld moet worden opgemerkt dat de morfologische veranderingen in dit gebied vooral samenhangen met het quasi-cylisch gedrag van kortsluitgeulen (op een tijdschaal van decennia) in het drempelgebied van de vloedgeul (zie Jeuken et al., 2003; 2004). De precieze afbakening tussen eb- en vloedgeul heeft grote invloed op de weergegeven erosie – en sedimentatietendensen. Een kleine verschuiving van deze grens tussen eb- en vloedgeul kan er toe leiden dat het beeld van erosie en sedimentatie precies omgekeerd is (erosie vloedgeul, sedimentatie ebgeul, zie Jeuken et al, 2003, 2004). De gevoeligheid van de grenzen van de geulen heeft te maken met het feit, dat de grensgebieden met kortsluitgeulen morfologisch het meest actief is.

Voor de geulen in macrocel 3 nabij Terneuzen geldt hetzelfde als voor de geulen in macrocel 1. Ook hier wordt de ontwikkeling van het plaatgeulsysteem in belangrijke mate beïnvloed door het quasi-cyclisch gedrag van kortsluitgeulen. Ook het beeld van geen eenduidige erosie of sedimentatie in de vloedgeul en erosie van de ebgeul wordt sterk beïnvloed door de precieze afbakening tussen eb- en vloedgeul. Een afbakening die gebaseerd is op de globale 'waterscheiding' tussen eb- en vloedgeul laat een beeld zien van een overwegend eroderende vloedgeul en een ebgeul die, na een korte periode van aanzienlijke sedimentatie, ook overwegend erodeert (Jeuken, 2000 en Jeuken en et al., 2003). De sedimentatie in de ebgeul tussen 1968 en 1975 hangt grotendeels samen met de erosie van het drempelgebied in de

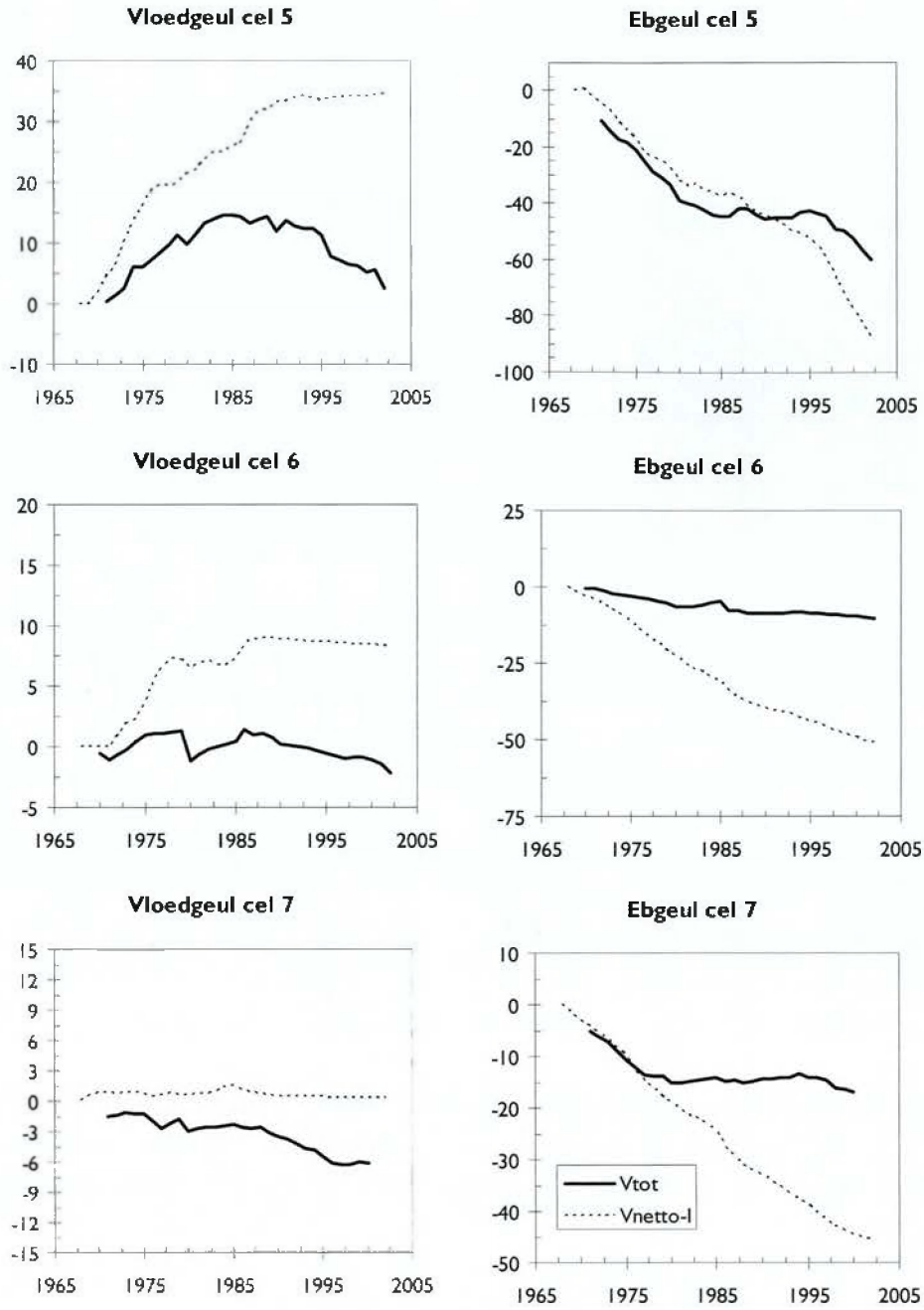
vloedgeul onder invloed van kortsluitgeulen, hoewel een invloed van meetfouten niet is uit te sluiten (Jeuken, 2000).

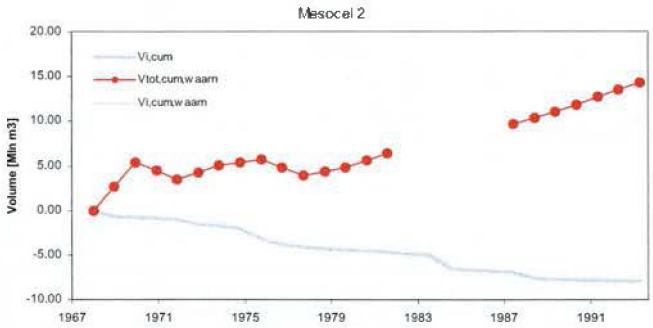
In macrocel 4, nabij Hansweert, erodeert de vloedgeul (Gat van Ossenisse/Overloop van Hansweert) terwijl de ebgeul Middelgat overwegend wordt gekenmerkt door sedimentatie. Ook deze ontwikkelingstendens kent een historische relatie (uit 1951) met het gedrag van kortsluitgeulen in het drempelgebied van de vloedgeul (zie Jeuken, 2000, Jeuken et al, 2003, 2004), die heeft geleid tot een bochtafsnijding van de ebgeul. De versterking van deze ontwikkelingstendens sinds 1997 hangt samen met omvangrijke stortingen in het kader van de tweede verdieping en het onderhoud van de vaargeul sindsdien. De sedimentatie van de ebgeul Middelgat is sinds 2005 weer omgeslagen naar een lichte erosie (mond. med. Kees van Westenbrugge).

In macrocel 5, het Valkenissegebied, bestaat de lange-termijn trend (sinds ten minste 1931) uit een erosie van de ebgeul en overwegend sedimentatie in de vloedgeul(en). Dit is in beginsel vooral een natuurlijk proces geweest. De invloed van het vaargeulonderhoud op deze ontwikkelingstendens nam in de loop der tijd toe, vooral sinds 1970 door het vele baggerwerk in de ebgeul en stortingen in de vloedgeul tijdens en na de eerste verdieping. Sinds 1985 erodeert de vloedgeul. Deze erosie valt samen met een afname van de jaarlijkse netto sedimentstortingen, het (geleidelijk) kloksgewijs roteren van de geul en het ontstaan, na een periode van afwezigheid, van nieuwe kortsluitgeulen in het drempelgebied van de vloedgeul. De erosie van de ebgeul krijgt een nieuwe impuls tijdens en na de tweede verdieping van de vaargeul in 1997/1998.



Figuur G-4 Tendensen van cumulatieve erosie en sedimentatie in de grote eb- en vloedgeul van de zes macrocellen van de Westerschelde (in Mm3). Voor locatie zie Figuur G-1





Figuur G-5 Tendensen van cumulatieve erosie en sedimentatie in de grote eb- en vloedgeul van de zes macrocellen van de Westerschelde (in Mm3). Voor locatie zie Figuur G-1.

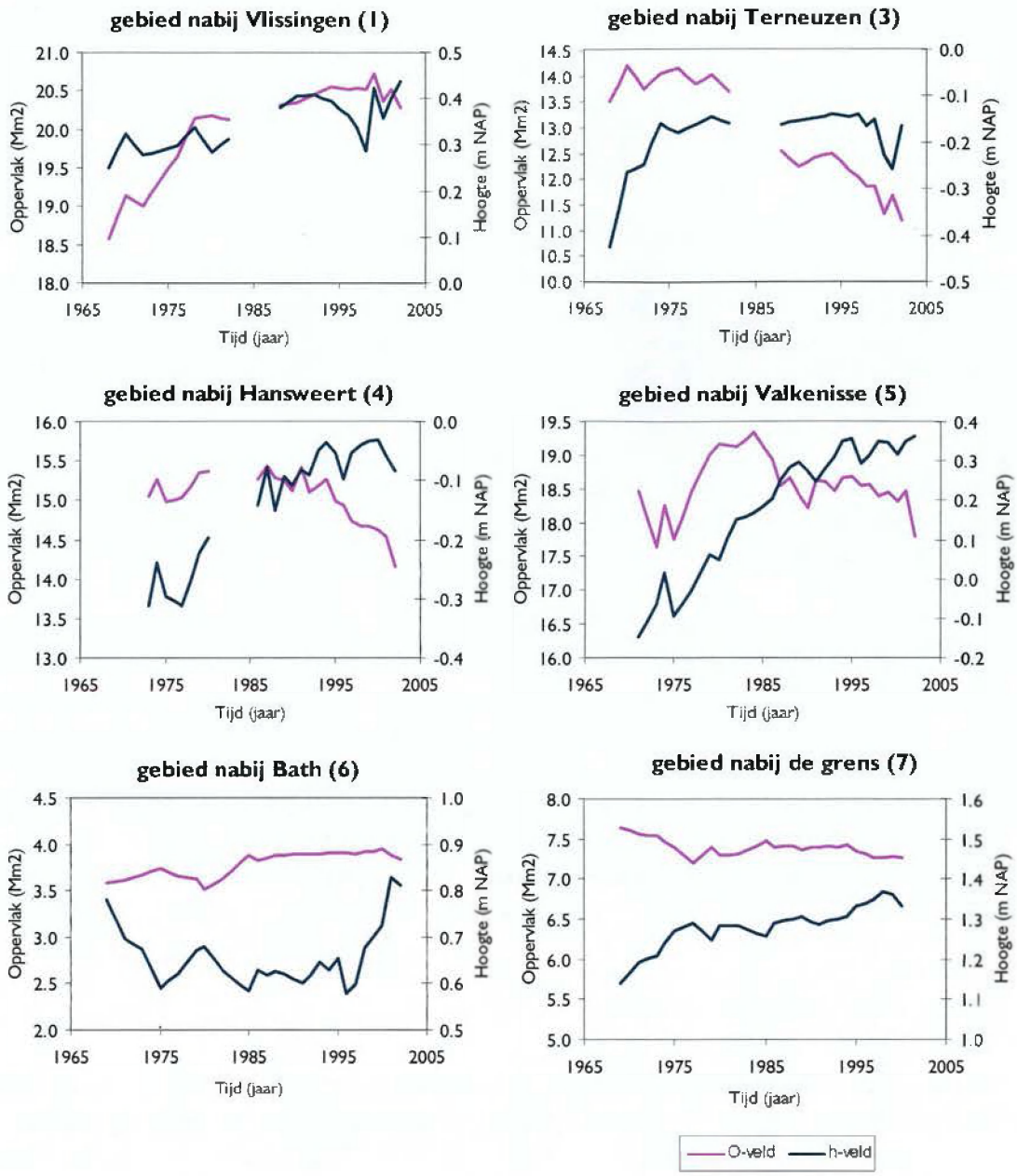
Het geulsysteem in macrocel 6, nabij Bath, wordt gekenmerkt door een erosie van de ebgeul onder invloed van netto baggeren. In de vloedgeul (Schaar van de Noord) treden kortstondige perioden van sedimentatie op tussen 1970 en 1985 die samenhangen met omvangrijke netto stortingen. Sinds 1985 wordt er niet of nauwelijks meer in deze geul gestort en erodeert de geul.

In macrocel 7 erodeert de vloedgeul (ondanks de aanwezigheid van de leidam sinds 1967), mogelijk als reactie op de aanzienlijke sedimentonttrekkingen in de aangrenzende Beneden Zeeschelde (zie ook § 2.3.2). De ebgeul erodeerde alleen tijdens en vlak na de perioden van de twee vaargeulverdiepingen in 1970-1975 en sinds 1997.

Intergetijdengebied per macrocel

Figuur G-6 toont de ontwikkeling van de intergetijdengebieden in de Westerschelde op het niveau van de macrocellen (morfologische eenheden voor de zandbalans). De ontwikkelingen sinds 1970 kunnen als volgt worden samengevat:

- Een toename van het areaal intergetijdengebied nabij Vlissingen en een zeer geleidelijke toename van de gemiddelde hoogte van deze gebieden, die gemiddeld ruim boven NAP liggen.
- Een afname van het areaal intergetijdengebied in macrocel 3 en een gemiddelde hoogte die sinds 1974 niet of nauwelijks toeneemt. De ontwikkelingen sinds 1974 hangen sterk samen met de migratie van kortsluitgeulen in het drempelgebied van de vloedgeul en de daarmee gepaard gaande erosie en omwerking van de intergetijdengebieden. De oorzaak van de kortstondige sterke variatie sinds 1997 is niet duidelijk.
- De gemiddelde hoogteligging van het intergetijdengebied nabij Hansweert neemt vooral in de periode 1970 tot 1990 fors toe, terwijl het areaal weinig verandert (= versteiling van de platen). Na 1990 verandert de hoogte weinig maar neemt het areaal af (verdere versteiling). Deze ontwikkeling van de intergetijdengebieden zal waarschijnlijk voor een deel worden veroorzaakt door het verdwijnen van kortsluitgeulen na de eerder genoemde bochtafsnijding van de ebgeul in 1951.
- De hoogte van het intergetijdengebieden in het Valkenissegebied neemt tussen 1970 en 1985 sterk toe, waarna deze toename afvlakt. De veranderingen van het areaal vertonen een nogal grillig beeld. De toename tussen 1970 en 1985 hangt vermoedelijk samen met het verdwijnen van kortsluitgeulen, terwijl de kortstondige afname na 1985 waarschijnlijk wordt veroorzaakt door het opnieuw ontstaan van kortsluitgeulen in het drempelgebied van de vloedgeul.
- De intergetijdengebieden in macrocel 6 (vooral slikken en schorranden) vertonen een grillige ontwikkeling van de gemiddelde hoogteligging. De oorzaak hiervan is niet goed bekend, maar kan samenhangen met laterale erosie en aangroei van slikken en mogelijke meetfouten.
- Het intergetijdengebied in macrocel 7, nabij de grens (vooral slikken en schorren), versteilt, doordat de hoogte toeneemt en het areaal enigszins afneemt.



Figuur G-6 Ontwikkeling van intergetijdengebieden (oppervlak en hoogte)

Slikken en schorren

Afgezien van inpolderingen veranderen de arealen van slikken en schorren nauwelijks sinds 1955 (Mol e.a., 1997). Er is langs de Westerschelde onvoldoende ruimte voor het ontstaan van nieuwe schorren. Verkleinen van de schorren door erosie wordt door menselijke maatregelen tegengehouden. Veel slikken liggen op onerodeerbare veenbanken, wat misschien de verklaring is waarom er tussen 1955 – 1994 ook weinig verandering in de slikareaal wordt waargenomen. G-1 geeft een overzicht van de areaalveranderingen van slikken en schorren samen (Mol e.a., 1997).

Tabel G-1 Areaalveranderingen van slikken en schorren per deelgebied en naar ligging aan een hoofd-nevengeul in de periode 1955-1994

Arealen in HA	Hoofdgeul	Nevengeul	Aangroei nevengeul	Toe- /afname areaal
Oost	-103	-63	+103	-63
Midden	-32	+18	0	-14
West	-23	-25	+128	+80
Totaal	-158	-70	+231	+3

Effecten bagger- en stortactiviteiten op de morfologie (resultaten Hoofdstuk 7)

Algemeen

Zowel de slibfractie als de zandfractie van het gestorte materiaal hebben invloed op de morfologische veranderingen in het estuarium. De slibfracties beïnvloeden de ontwikkelingen van slibrijke delen van de intergetijdengebieden en de schorren. In dit rapport wordt de invloed van de zandfracties van het storten beschouwd. De beschouwing wordt gedaan op verschillende ruimtelijke schaalniveaus.

Opgemerkt wordt dat de bagger- en stortactiviteiten zoals beschouwd in de huidige studie gaande activiteiten zijn. Dit betekent dat de morfologische ontwikkelingen zoals geschetst in dit rapport al mede een gevolg zijn van de beschouwde ingrepen, samen met andere ingrepen zoals de bagger- en stortactiviteiten voor het verruimen en onderhouden van de vaargeulen. Bij het evalueren van de effecten van de stortactiviteiten wordt hiermee rekening geulen.

Tabel G- 1 Storthoeveelheden in Miljoen m3 per jaar verdeeld over verschillende geulen

Cel	1	2a	2c, 2d	3	4	5	Totaal
ebgeul	1.0133	0.1051	0.72	0.37678	0.11175	0.1155	1.62
vloedgeul	0.28285				0.01		0.29
totaal	1.29	0.1051	0.72	0.38	0.12	0.12	2.74

In Tabel G-1 is de zandfractie van het gestorte materiaal verdeeld over de verschillende macro- en meso-cellen. Voor de macrocellen is het ook verder verdeeld over de eb- en vloedgeulen. Deze hoeveelheden zijn bepaald door eerst per stortvak het gestorte materiaal te verdelen naar slib- en zandfractie. De locatie van de stortvakken (Bijlage E) bepalen in welke geul van een cel een bepaald vak hoort.

Grootschalige zandbalans

Op het schaalniveau van het hele estuarium wordt het effect van de beschouwde bagger- en stortactiviteiten op de zandbalans verwaarloosbaar klein geschat. Het gebaggerde materiaal uit de havens is immers ooit van het estuarium vandaan gekomen. Er wordt ook voornamelijk gestort in de omgeving van de havens. Dit betekent dat de effecten op de zandbalans op het schaalniveau van de verschillende bochtgroepen (macrocellen) ook klein zijn.

Stabiliteit meergeulensysteem

Baggeren en storten geeft een verstoring voor de verhouding tussen de twee geulen in een (macro)cel. De natuur probeert dan de oorspronkelijke verhouding tussen de twee geulen te herstellen. Zo ontstaat er een nieuw dynamisch evenwicht bij een continue verstoring die niet te hoog is, waarbij bijvoorbeeld de natuurlijke erosie in een geul precies gelijk is aan de storting in dezelfde geul. Als de verstoring echter te groot is, kan een nieuw evenwicht niet ontstaan en het meergeulensysteem wordt instabiel (de geul waarin te veel gestort wordt sluit zich af, en er blijft maar één geul over). Als een dergelijke instabiliteit optreedt betekent het een ernstige aantasting voor het morfologische systeem. Daarom moet dit voorkomen worden.

Uit de LTV studie is gebleken dat vooral storten invloed heeft op de stabiliteit van meergeulenstelsels (Winterwerp e.a., 2000, 2001, Wang en Winterwerp, 2001). Om de stabiliteit van een meergeulenstelsel niet in gevaar te brengen moet de intensiteit van storten onder een kritisch niveau blijven. Dit kritische niveau van storten wordt het stortcriterium genoemd. Het stortcriterium in een bepaalde cel is gerelateerd aan de bruto sedimenttransportcapaciteit van de cel. Afhankelijk van de omstandigheden (zoals wel of niet is gebaggerd in de andere geul) wordt het stortcriterium bepaald op 5% tot 10% van de bruto transportcapaciteit (Wang en Winterwerp, 2001). Op basis hiervan zijn de stortcriteria van de verschillende macrocellen bepaald (Jeuken, 2001), zoals weergegeven in Tabel G-2. In de tabel is ook aangegeven welke geul in de cel het betreft, i.e de geul waarin het meest is gestort van vooral baggermateriaal uit onderhoud van vaargeulen en/of waarin de ontwikkeling kritisch is.

Tabel G- 2 Stortcriterium per macrocel

Macrocel	**1**	**3**	**4**	**5**
Stortcriterium (Mm^3/jaar)	0.7 – 1.4	0.95 – 1.9	0.95 – 1.9	0.9 – 1.8
Betreft	Vloedgeul	Vloedgeul	Ebgeul	Vloedgeul

De stortcriteria in de verschillende geulen zijn later aangepast (Jeuken et al, 2003, Jeuken, 2005). In deze aanpassingen is vooral rekening gehouden met de morfologische veranderingen onder invloed van andere ingrepen (baggeren, storten en zandwinning). Bijvoorbeeld in een geul waar zandwinning plaatsvindt, kan het stortcriterium met de hoeveelheid van zandwinning worden verhoogd. In deze studie willen wij in de eerste instantie alleen de effecten van het storten van het materiaal gebaggerd uit de havens beschouwen, zonder rekening te houden met de andere ingrepen. Daarom worden de oorspronkelijk bepaalde getallen voor de stortcriteria hier gehanteerd.

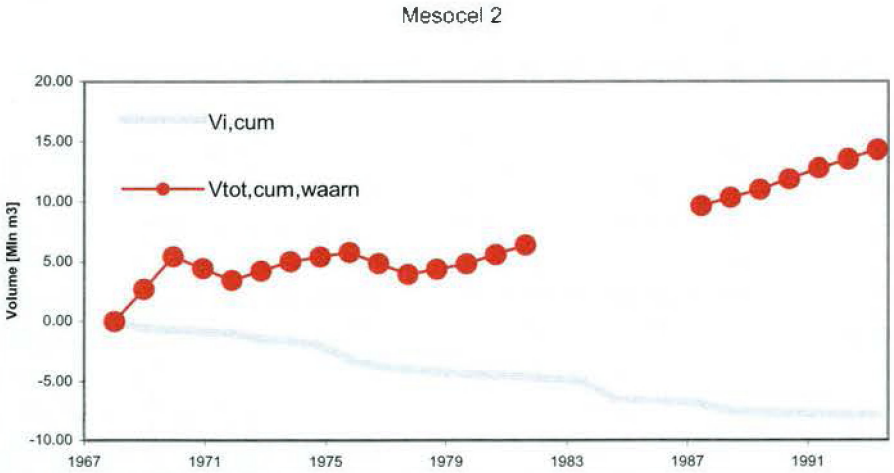
Vergelijken wij deze getallen met de storthoeveelheden (Tabel 10) en rekening houdend met de morfologische veranderingen van de verschillende geulen (§ **Error! Reference source not found.**.) komen wij tot de volgende constateringen per macrocel:

- Bij macrocel 1 is er vooral gestort in de ebgeul, die sinds jaren '80 vorige eeuw aan het verruimen is. De gestorte hoeveelheid in de vloedgeul is nog ver beneden het stortcriterium. Daarom wordt er geen negatieve effect m.b.t. stabiliteit van het meergeulensysteem in deze cel verwacht.
- Bij macrocel 3 wordt alleen gestort in de ebgeul, die sinds midden jaren '70 vorige eeuw een trend van verruiming vertoont. In de vloedgeul wordt er niet gestort. Er is dus zeker geen negatieve effect m.b.t. stabiliteit van het meergeulensysteem in deze cel.
- Bij macrocel 4 is de kritische geul de ebgeul, die sinds jaren '70 vorige eeuw een tendens van inkrimping vertoont, mede veroorzaakt door storten. De nu beschouwde

storthoeveelheid van ongeveer 0.1 miljoen m^3 per jaar is maar een fractie van het stortcriterium. Dit betekent dat de in deze studie beschouwde storten zichzelf geen instabiliteit van de het meergeulensysteem kan veroorzaken. Het draagt wel bij aan de waargenomen kanteling van het systeem (verruimen van de vloedgeul en inkrimpen van de ebgeul, zie Figuur G-4 in Bijlage G).

- Bij macrocel 5 wordt alleen gestort in de ebgeul, die sinds jaren 70 vorige eeuw een trend van verruiming vertoont. In de vloedgeul wordt er niet gestort. Er is dus zeker geen negatieve effect m.b.t. stabiliteit van het meergeulensysteem in deze cel.

Er wordt ook een aanzienlijke hoeveelheid gestort in meso-cel 2, in totaal ruim 0.8 miljoen m^3 per jaar. In de studies tot nu toe heeft men geen stortcriterium van de meso-cellen bepaald. Maar wij mogen wel vanuit gaan dat het stortcriterium in meso-cel 2 veel lager is dan de beschouwde macrocellen. Op basis hiervan kunnen wij dus verwachten dat er een probleem kan zijn in dit gebied. Daarom wordt dit gebied in nader detail bekeken. Figuur 20 (zie ook Figuren in Bijlage G) laat de morfologische verandering van hele gebied meso-cel 2 zien, samen met de totale ingrepen in dit gebied. Opvallend is dat volgens deze gegevens (Uit Wang en Jeuken, 2006) de totale ingrepen in dit gebied juist een onttrekking van zand is. Blijkbaar is de hoeveelheid zandwinning in dit gebied meer dan het storten. Het gebied vertoont een tendens van inkrimping sinds jaren '80 vorige eeuw. Alles overwegend moet dus worden geconcludeerd dat het storten in dit gebied de inkrimping van de geulen versterkt en dit kan dus een negatief effect betekenen.



Figuur G-7 Totale ingrepen en cumulatieve ontwikkeling in meso-cel 2

Intergetijdengebied en ondiep water

Voor het ecologische systeem zijn de arealen van de intergetijdegebieden en de ondiep water gebieden van belang.

De beschouwde stortvakken bevinden allemaal in diep water gebieden (dieper dan NAP -5 m). Dit betekent dat de stortactiviteiten geen directe afname van ondiep water areaal kan veroorzaken. Hoogstens kan het door het storten zelf en door verspreiden van het gestorte materiaal leiden tot toename van ondiep water areaal (ten koste van diep water). Als het verspreiden van het gestorte materiaal ertoe leidt dat het intergetijdegebied uitbreidt kan het een afname areaal ondiep water betekenen, ten gunste van areaal intergetijdegebied.

Het storten gebeurt in de geulen, in diep water gebieden. Dit betekent dat voor de areaal intergetijdegebieden de plaat-geul interactie moet worden beschouwd. Over het algemeen betekent dat een zandoverschot in een geul tot opbouw van de ernaast liggende geul leidt. De omvang van de platen worden in het algemeen bepaald door een balans tussen de opbouwende kracht van de getijstroming en de afbrekende krachten van de korte golven. Door het storten wordt de omvang van de geulen verkleind en daardoor de snelheid van de getijstroming verhoogd, wat dus een toename van de opbouwende kracht van de platen betekent. De opbouw kan zowel in de vorm van plaatverhoging als plaatuitbreiding (toename areaal) optreden. De omvang van de beschouwde stortactiviteit is echter beperkt, en daarom wordt verwacht dat de invloed op de platen beperkt is. De grootste invloed is te verwachten in het gebied meso-cel 2. Maar hier moet men ook rekening houden met de andere ingrepen zoals zandwinning.

Ten slotte nog een opmerking over de slikken. In principe kan een lokale verhoging (t.g.v. storten) van de stroomsnelheden in de geulen en ook op de slik erosie van de slik veroorzaken. Maar daar tegenover staat dat er meer slib in de water fase beschikbaar komt die de aanslibbing op de slik tijdens periode van lage stroomsnelheid bevordert. Uitbreiden van slikken wordt niet verwacht wegens gebrek aan ruimte (te steile geulwanden). Verder ook vanwege de beperkte omvang van het beschouwde storten wordt het effect op de slikken niet significant beschouwd.

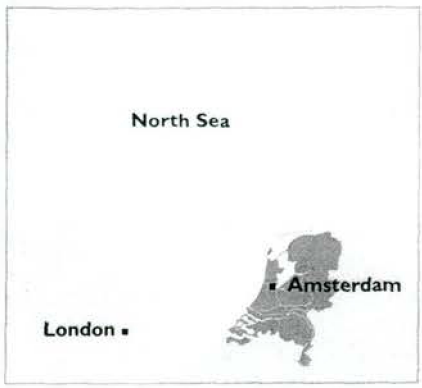
Alles samenvattend wordt er geen significant negatief effect m.b.t. ecologisch waardevolle gebieden (ondiep water en intergetijdegbieden) verwacht.

Cumulatieve effecten

In de voorgaande paragrafen is vooral aandachtgegevens/gelet op de effecten van het storten van het gebaggerde materiaal uit de havens. Deze effecten mogen echter niet los worden gezien van de invloeden van de andere ingrepen. De belangrijkste andere ingrepen zijn de zandwinning en de bagger- en stortactiviteiten m.b.t. het onderhoud van de vaargeulen. Uit de voorgaande beschouwing is duidelijk geworden dat de volgende zaken van belang zijn voor de cumulatieve effecten:

- Stabiliteit meergeulensysteem in macrocel 4. Het beschouwde storten van baggerspecie uit de havenszelf kan geen negatief effect veroorzaken, maar samen met de andere stortactiviteiten, die eveneens in de ebgeul (Middelgat) plaatsvinden, wel.
- Ontwikkeling van meso-cellen 2. Blijkbaar vinden er veel meer andere ingrepen plaats dan het beschouwde storten in deze studie. De andere ingrepen hebben tot gevolg dat er zand uit dit gebied wordt onttrokken. Dit vermindert de effecten van het beschouwde storten.

WL | Delft Hydraulics

Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon 015 285 85 85
telefax 015 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl

Rotterdamseweg 185
p.o. box 177
2600 MH Delft
The Netherlands
telephone +31 15 285 85 85
telefax +31 15 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl