



**MOVE de Westerschelde  
als Kraam- en kinderkamer  
in voor vis en garnaal in  
relatie tot de verruiming**

WERKDOCUMENT RIKZ/AB/2003.810x  
Juni 2003

Auteurs: M.A. Lievaart en A.J. Pouwer

# Werkdocument

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

Aan  
projectgroep Zeemove

Contactpersoon	Doorkiesnummer
Marjo Lievaart en Arjen Pouwer	-
Datum	Bijlage(n)
12 juni 2003	-
Nummer	Product
RIKZ/AB/2003.810x	Zeemove
Onderwerp	
MOVE de Westerschelde als kraam- en kinderkamer voor vis en garnaal in relatie tot de verruiming.	

## Inhoudsopgave:

1.	Inleiding.....	2
2.	Hypothesen .....	3
3.	Methode.....	4
3.1.	Data gebruikt voor toetsing .....	4
3.2.	Methode van toetsing.....	5
3.3.	Nadere onderbouwing van de aannames die ten grondslag liggen aan de hypothese .....	5
4.	Resultaten.....	6
4.1	Meerjarige trends.....	7
4.2	Functies van de Westerschelde voor vis en garnaal .....	11
5.	Conclusie .....	12
6.	Discussie .....	12
7.	Aanbevelingen .....	15

Vestiging Middelburg  
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg  
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672200  
Telefax 0118 651046

## Kraam- en kinderkamerfunctie Vis en Garnaal

### 1. Inleiding

De Westerschelde is een zeer geschikt gebied voor jonge vis en garnalen. Vooral in het Mesohaliene gebied, dit is het deel tussen Hansweert en de Nederlandse grens, komen hoge dichtheden aan bodemvissen en garnalen voor. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de grote hoeveelheden detritus in deze zone. Hoewel de biomassa hoog is, is de biodiversiteit over het algemeen vrij laag in deze brakke zone. In de mariene zone van de Westerschelde, het deel van Hansweert stroomafwaarts naar de monding, is de biodiversiteit hoog, terwijl de dichtheden en biomassa's juist laag zijn. De groep vissen is te onderscheiden in 3 hoofdgroepen: bij de bodem levende vissen (bentisch); in de waterkolom levende vissen (pelagisch) en zowel op de bodem als in de waterkolom levend (epibentisch). Vissen gebruiken de Westerschelde voor verschillende doelen. Zo is er de groep die de Westerschelde als kraamkamer (geboortegrond) en/of kinderkamer (foerageer en schuilfunctie) gebruiken, zij verblijven doorgaans maar een gedeelte van hun leven in het estuarium. Vaak verlaten deze als 1 of 2 jarigen het estuarium. Er zijn ook soorten die hun hele leven in de Westerschelde verblijven, hiervan is er nog een groep die buiten de Westerschelde kuit schiet. Garnalen zijn onder te verdelen in 2 hoofdgroepen de eerste groep leeft in de waterkolom, de tweede groep leeft op de bodem

Bentische vis leeft doorgaans van langzame of aan het sediment gebonden prooi zoals schelpdieren (syphons), polychaeten, nematoden, amphipoden en garnalen. Pelagische vis leeft van snel bewegende prooien zoals mesozoöplankton en hyperbenthos (garnalen), maar uiteraard ook van fytoplankton en microzoöplankton. Daarnaast is er de grote groep van garnalen die zowel bentisch als ook hyperbentisch voorkomen. De voedselpreferentie van de garnaal is gering, zij eten zeer gevarieerd van detritus, tot glasaal en schollarven toe (van der Veer et al, 1984).

Een gebied kan dienen als kinderkamer voor garnalen als vooral de aanwezigheid van voldoende voedsel is gegarandeerd. Korrelgrootte van het sediment, waterdiepte en getij-invloeden spelen hierbij een ondergeschikte rol. Dat ondiepe getijdegebieden belangrijke hoeveelheden vooral jonge garnalen herbergen is een gevolg van het overvloedige en gevarieerde voedselaanbod in die gebieden. Dieper water kan ook een belangrijke kinderkamerfunctie hebben als hier, door instroom van nutriëntenrijk rivierwater, een voldoende groot voedsel aanbod wordt gecreeërd (bv. calanoïde copepoden) (van Beek en Boddeke, 1990). De Westerschelde is een estuarium waar een zoet- zout gradiënt aanwezig is. Op de scheiding zoet/zout treedt sterfte op van plankton, wat een verhoging van het organisch detritus tot gevolg heeft. Hierop predeert de aasgarnaal. Op deze plekken zullen dus veel aasgarnalen voorkomen, waarop weer vissen prederen. Op deze grens zal men dus meer garnaal en meer vis aantreffen.

Het hyperbenthos: Mysidae, amphipoden, jonge garnaal hebben een zeer gevarieerd dieet en zijn een belangrijke schakel in op detritus gebaseerde voedselketens. Hun grootte ligt tussen die van zoöplankton en vis in. Bijna alle estuarine vis predeert op deze groep. Tabel 1 toont de soorten vis en hun voedsel en habitat preferentie.

**Tabel 1: Kinderkamer- en voedseltype van in de Westerschelde veel voorkomende soorten (uit van Damme en van der Veer (2001)). P=pelagisch, DE= demersaal epibenthisch, DB=demersaal benthisch.**

Soort	Kinderkamer type	habitat	Voedsel
Haring	P		Zoöplankton
Sprot	P		Zoöplankton
Zeebaars	DE	Zand/steen	Zoöplankton, crustaceeën, kleine vis
Steenbolk	DE	Steen/wrakken	Crustaceeën, larvale vis
Brakwatergrondel	DB	Slik en zand	Crustaceeën, schelpdieren
Dikkopje	DB	Zand	Crustaceeën, schelpdieren
Lozano's grondel	DB	Zand	Crustaceeën, nematoden
Schol	DB	Slik en zand	Crustaceeën, schelpdieren, polychaeten, nematoden
Bot	DB	Slik en zand	Crustaceeën, schelpdieren, polychaeten
Schar	DB	Slik en zand	Crustaceeën, schelpdieren, polychaeten, echinodermata
Tong	DB	Slik en zand	Crustaceeën, schelpdieren, polychaeten
Gewone garnaal	DB	Slik en zand	Schelpdieren (syphons), polychaeten, larvale vis
Aasgarnaal	DB	Slik en zand	(detritus ?)

Door met name de garnalenvisserij wordt de vrees geuit dat het leefgebied als gevolg van de verdieping achteruit gaat, waardoor ook de biomassa aan garnalen zal verminderen. Vooral aan de laagdynamische ondiepwatergebieden (tussen -2 m NAP en -5 m NAP) in de Westerschelde wordt een belangrijke functie als kraam- en kinderkamer toebedicht voor jonge vis en garnaal. De veel lagere dynamiek in dit milieutype maakt het mogelijk dat jonge schol, tong en bot maar ook garnalen en andere kreeftachtigen kunnen opgroeien. Voedsel is er volop. Het gebied is rijk aan bodemdieren en detritus dat wordt aangevoerd door de getijdestromingen. De hoge dichtheid vis en garnaal maken de laagdynamische ondiepwatergebieden een belangrijk foerageergebied voor visetende vogels.

## 2. Hypothesen

Door de Jong et al. (1997) is verondersteld dat de beschikbare opgroeigebieden voor jonge vis en garnaal (ondiepwatergebieden en laaggelegen intergetijdengebieden) zullen afnemen tussen 1996 en 2021. Voor ieder van de drie deelgebieden zijn hypothesen geformuleerd, gebaseerd op de verwachte veranderingen in stroomsnelheden en ecotooparealen. Er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen veranderingen als gevolg van de verruiming en de nulontwikkeling. De hypothesen zeggen alleen iets over het areaal dat is toe- of afgenomen en niets over de daar voorkomende aantallen of biomassa aan vis en garnaal.

E9: De potentieel beschikbare opgroeigebieden (=kinderkamers) voor larven, jonge vis en jonge garnaal zullen in het westelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen

*Toelichting: Door de sterke afname van het ondiepwater gebied, zal de potentiële kinderkamerfunctie afnemen*

E10: De potentieel beschikbare opgroeigebieden (=kinderkamers) voor larven, jonge vis en jonge garnaal zullen in het midden deel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen

*Toelichting: Door de sterke afname van het ondiepwater gebied, zal de potentiële kinderkamerfunctie afnemen*

E11: De potentieel beschikbare opgroeigebieden (=kinderkamer) voor larven, jonge vis en jonge garnaal zullen in het oostelijk deel van de Westerschelde met ca. 15% afnemen

*Toelichting: Door de sterke afname van het ondiepwater gebied en in mindere mate de afname van het laagdynamisch laaggelegen intertijdegebied, zal de potentiële kinderkamerfunctie afnemen*

De hypothesen zijn tussentijds niet aangepast (Liek, 2002).

### 3. Methode

De hypothesen gaan uit van een verandering van het beschikbare opgroeigebied. Deze is per deelgebied berekend door de preferentie of geschiktheid van de verschillende ecotopen te vermenigvuldigen met de veranderingen in het areaal van de betreffende ecotopen voor (1996) en na (2001) de verruiming. In de hypothesen wordt alleen een verwachting uitgesproken over de veranderingen in kinderkamerfunctie van de drie deelgebieden. Er wordt niet ingegaan op veranderingen in biomassa of aantallen vis en garnaal.

#### 3.1. Data gebruikt voor toetsing

Veranderingen in ecotooparealen tussen 1996 en 2001 zijn verkregen uit de ecotoopenkaarten die zijn gemaakt voor 1996 en 2001 (Twisk, 2003). Ecotoop preferenties (relatieve geschiktheden van de verschillende ecotopen) voor jonge vis en garnaal zijn afkomstig uit Huijs en Krijger (1998), zie tabel 3.

Additioneel zijn literatuurgegevens gebruikt betreffende het voorkomen van vis en garnaal in de Westerschelde (tabel 2).

**Tabel 2 Gebruikte literatuur in relatie met aantallen (A) en/of biomassa (B) van vis en garnaal.**

**X=literatuurstudie**

Auteur	Jaar	Titel	Vis	Garnaal
Hostens	2000	Spatial and seasonality in the epibenthic communities of the Westerschelde (Southern Bight of the North Sea)	A/B	A/B
Hostens	2003	Thesis	A/B	A/B
Mees et al.	1995	Comparative study of the hyperbenthos of three European estuaries		A/B
Van Beek en Boddeke	1990	Verspreiding en talrijkheid van garnalen ( <i>Crangon crangon L</i> ) in het Schelde estuarium		A
Welleman en Dekker	2001	Variatie in visvangsten in de Westerschelde en overige kustwateren tijdens de Demersal Fish Surveys	A	
Van Damme en van der Veer	2001	The nursery function of the Westerscheldt for fish and Crustaceans	X	X

### 3.2. Methode van toetsing

Vanwege de beperktheid van de gegevens is een statistische toetsing van de hypothesen niet mogelijk. Wel is er gekeken in hoeverre de geschiktheid van de drie deelgebieden als kinderkamer voor jonge vis en garnaal zijn veranderd tussen 1996 en 2001. Dit is vergeleken met de voorspellingen die zijn gedaan door Huijs en Krijger voor de periode 1996 tot 2021. Tevens is er kritisch gekeken naar de ecotoop preferenties van jonge vis en garnaal die zijn opgesteld door Huijs en Krijger (1998).

### 3.3. Nadere onderbouwing van de aannames die ten grondslag liggen aan de hypothese

De hypothesen zijn gebaseerd op de aanname dat er een min of meer constante relatie bestaat tussen ecotopen en kinderkamergebieden van larven, jonge vis en garnaal. Door Huijs en Krijger zijn ecotooppreferenties opgesteld van de verschillende ecotopen als kinderkamer voor jonge vis en garnaal. Het ecotoop dat het meest geschikt is heeft een preferentie van 100%. De overige ecotopen hebben een preferentie naar verhouding van dit meest geschikte ecotoop (tabel 3). Het ecotoop laagdynamisch ondiepwatergebied ( $v < 0,50$  m/s) in het deelgebied oost bijvoorbeeld is per oppervlakte eenheid 10 keer zo geschikt als kinderkamer dan het hoogdynamische ondiepwater ( $v > 0,50$  m/s).

**Tabel 3: Preferentie (relatieve geschiktheid in %) van de verschillende ecotopen als kinderkamergebied voor jonge vis en garnaal (Huijs en Krijger 1998)**

	Oost	Midden	West
Platen en slikken			
Laag dynamisch			
<NAP zand	10	10	10
<NAP slib	10	10	10
Ondiep water			
$v > 0,50$ m/s	10	10	10
$v < 0,50$ m/s	100	80	60

Een afnemend areaal beschikbare opgroeigebieden voor jonge vis of garnaal hoeft niet automatisch te betekenen dat de aantallen en/of biomassa afneemt. Verondersteld wordt dat er een minimaal oppervlak aan geschikt areaal moet overblijven. Er zou meer onderzoek gedaan moeten worden naar de kritische grens aan oppervlak waarbij de Westerschelde nog functioneert als kraam- en kinderkamer. Op dit moment kan er alleen iets gezegd worden over toe- of afnemen van aantallen en/of biomassa van vis en garnaal.

Verondersteld wordt dat gebieden met een lage stroomsnelheid geschikt zijn als kraam- en kinderkamergebied voor vis en garnaal. Gebieden met een hoge stroomsnelheid zullen minder geschikt zijn. Door Huijs en Krijger is gesteld dat de kraamkamerfunctie van een ondiepwatergebied afneemt bij stroomsnelheden hoger dan 0.5 m/s.

Huijs en Krijger stellen in hun definitie van kraam- en kinderkamer dat de maximale diepte -5 m NAP is. Een nadere onderbouwing wordt hiervoor niet gegeven.

#### 4. Resultaten

De verandering in potentieel beschikbare opgroeigebieden voor jonge vis en garnaal tussen 1996 en 2001 zijn berekend door de veranderingen in ecotooparealen (Twisk, 2003) te vermenigvuldigen met de ecotoop preferenties zoals ze zijn bepaald door Huijs en Krijger (1998), zie tabel 3. De resultaten zijn samengevat in tabel 4 en 5. In alle deelgebieden lijkt de geschiktheid te zijn toegenomen. De onzekerheid bij deze berekeningen is echter zeer groot (zie discussie).

**Tabel 4: Verschil in potentieel beschikbare opgroeigebieden voor jonge vis en garnaal tussen 1996 en 2001, opgesplitst naar de deelgebieden van de Westerschelde.**

opp x normgetal (ha)	1996			2000			verschil		
	Oost	Midden	West	Oost	Midden	West	Oost	Midden	West
Platen en slikken Laag dynamisch									
<NAP zand	15.3	17.8	15.3	18.2	15.5	22,7	2.9	-2.3	7,4
<NAP slib	23.1	24.5	47,4	19.5	33	64.5	-3.6	8.5	17,1
Ondiep water									
v>0,50 m/s	82.5	48.5	147	73.1	31.2	137.2	-9.4	-17.3	-9.8
v<0,50 m/s	34	37.6	91.2	88	157.6	129.6	54	120	38.4
totaal	154.9	128.4	278	198.8	237.3	359	43.9	108.9	53,1
percentage toename							28.3%	84.2%	19,10%

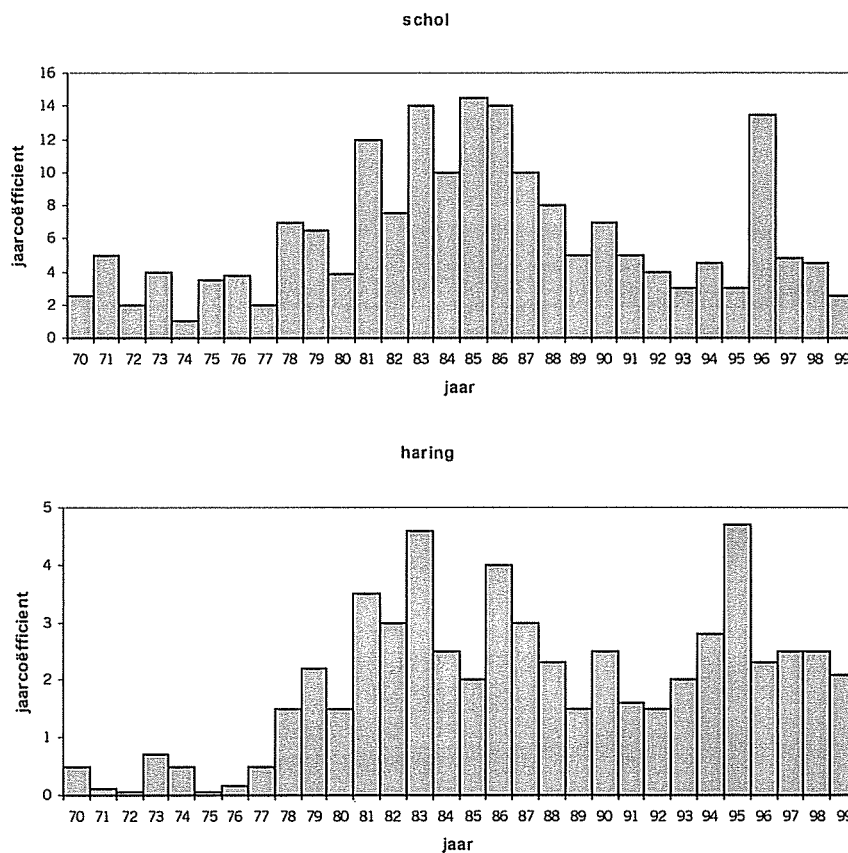
**Tabel 5: Samenvatting verandering potentieel beschikbaar opgroeigebied van jonge vis en garnaal tussen 1996 en 2001.**

Deelgebied	Verandering potentieel beschikbare opgroeigebieden
West	20%
Midden	80%
Oost	30%

#### 4.1 Meerjarige trends

Door het RIVO B.V. wordt ieder najaar vis en garnaal bemonsterd in de Demersal Fish Survey. Welleman en Dekker (2001) hebben de vangsten van 0-groep vis (zeer jonge vis) tussen 1970 en 1999 ingedeeld in 5 vangstklassen. Deze klassen verschillen van vis tot vis en zijn gemaakt op basis van de totale vangstverdeling. Biomassa's zijn hieruit in het geheel niet af te leiden. Aan de hand van de op deze manier ontstane vangstkaarten kan de conclusie worden getrokken, dat er een zeer grote jaar-tot-jaar variatie optreedt voor de meeste soorten. In figuur 1 worden de jaarcoëfficiënten voor schol en haring weergegeven.





Figuur 1 jaarcoëfficiënten voor schol en haring over de periode 1970 t/m 1999 waarbij er is gecorrigeerd voor diepte en gebied (uit Welleman en Dekker, 2001).

Van Damme and van der Veer (2001) zien geen duidelijk beeld over effecten van de verdieping van de Westerschelde op het voorkomen van juveniele vis. Ook seizoensvariatie speelt bij veel soorten een belangrijke rol in het wel of niet voorkomen van een bepaalde soort op één moment. Dit kan komen door o.a. migratie binnen de Westerschelde van schorrekreken naar bijvoorbeeld ondiepe platen of verplaatsing doordat het voedsel- aanbod elders groter is. Gecombineerd met een niet zo frequente bemonstering (1 keer per jaar in de herfst) kan dit al snel resulteren in over- of onderschatting van jaargemiddelden aan juvenielen voor een bepaalde soort.

Algemene tendens:

Welleman en Dekker 2001 hebben maar 1 jaar na de verdieping onderzocht: alleen 1999. Voor de platvissen schol, tong, schar en bot is geen duidelijke invloed van de verdieping te zien. De variatie door de jaren is over heel de reeks hetzelfde, met enkele top jaren en enkele zeer magere jaren. Deze liggen niet rond de de periode van de verdieping.

Kabeljauw wordt in zeer minieme hoeveelheden gevangen in de Westerschelde. Geen effect waarneembaar.

In de zeventiger jaren kwam haring slechts beperkt voor in de Westerschelde. Sinds 1980 schommelt het bestand in de Westerschelde aanzienlijk

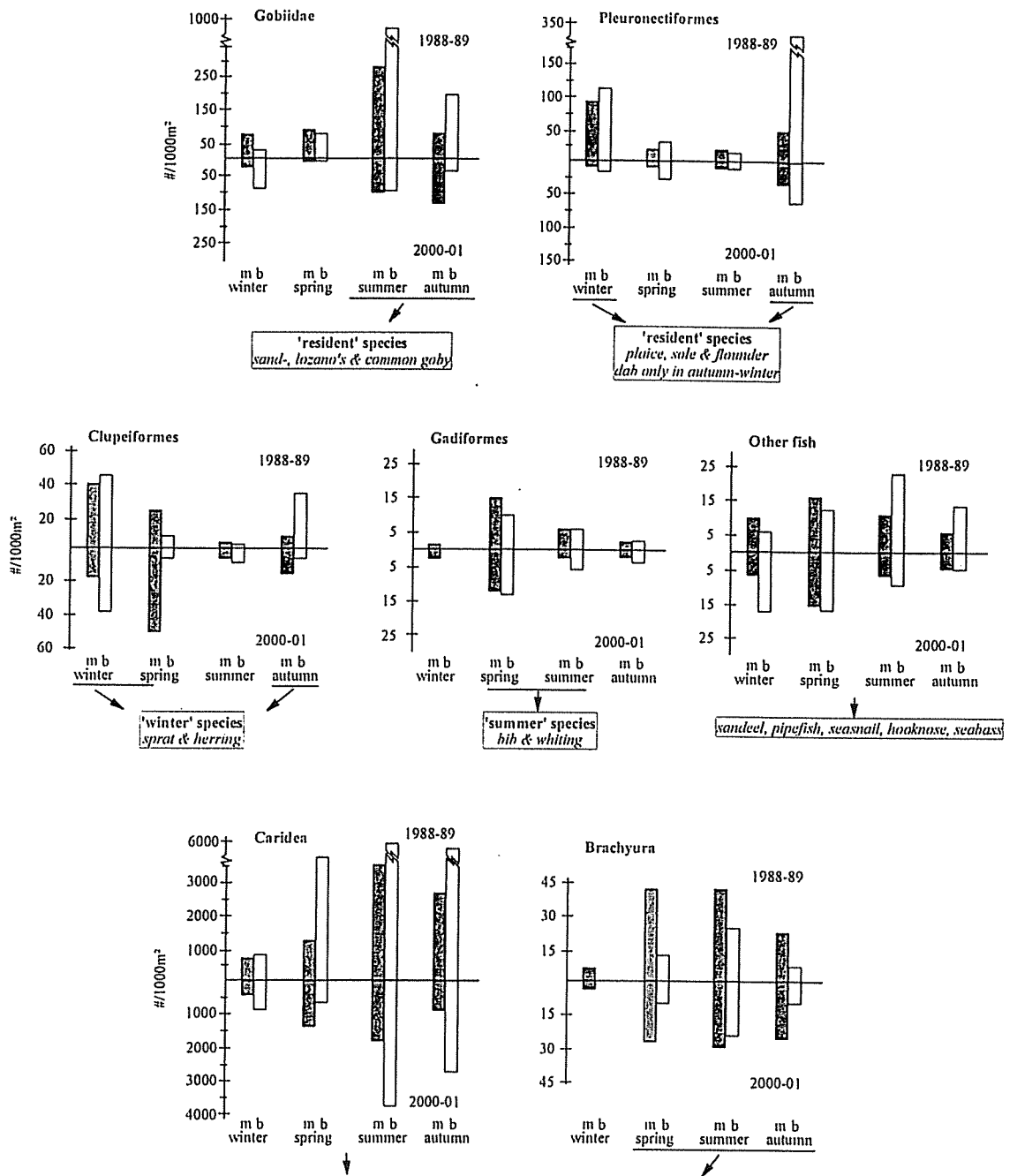
Sprot werd in 1995 in heel de Westerschelde in zeer grote hoeveelheden aangetroffen, terwijl het jaar daarop niets werd gevangen. In 1997 werden ter hoogte van Saefthinghe weer kleine hoeveelheden 0-groep sprot aangetroffen in de vangst met in 1998 en 1999 een doorzettende tendens naar hogere aantallen.

De epibenthische soorten kunnen worden onderscheiden in een polyhaliene- (van de monding tot aan Hansweert) en een mesohaliene gemeenschap (van Hansweert tot de Nederlandse grens) langs de gemiddelde saliniteits- zuurstof – doorzicht gradiënt van het estuarium.

Maandelijksse monsternames tonen dat 8 epibenthische soorten gedurende het hele jaar voorkomen, de meerderheid van de soorten toont een seizoensvariatie en komen daardoor in een beperkte tijd van het jaar in grote hoeveelheden voor (figuur 2). Deze figuren laten de variatie gedurende het jaar zien, maar nog belangrijker de verspreiding over de deelgebieden marien en brak. Het mariene deel loopt van de monding tot aan Hansweert, het brakke deel loopt van Hansweert tot aan de Nederlandse grens. Ook is in de figuren de hoeveelheden vis en garnaal voor en na de verdiepingswerkzaamheden af te lezen. De hoogste aantallen vis zijn de platvissen. Over het algemeen komen de platvissen voor in de zomer en herfst en voornamelijk in het brakke deel van de Westerschelde. Voor de verdieping (1988-1989) kwamen er maximale aantallen voor van ca. 1000/1000m<sup>2</sup> en ca. 350/1000m<sup>2</sup>. Deze aantallen zijn na de verdieping (2000-2001) gereduceerd tot respectievelijk ca. 100/1000m<sup>2</sup> en ca. 50/1000m<sup>2</sup>.

De pelagische vissen komen verspreid over het mariene en brakke deel van de Westerschelde voor. Zij zijn veel minder locatiegebonden dan de platvissen. De aantallen schommelen tussen de 1 en 50 stuks per 1000 m<sup>2</sup>. Voor en na de verdieping zijn de variaties in aantallen dusdanig groot dat er geen relatie met de verdieping is te leggen. Garnalen komen merendeel voor in de zomer en herfst en merendeel in het brakke deel van de Westerschelde. De maximale aantallen zijn gereduceerd van ca. 6000/1000m<sup>2</sup> voor de verdieping tot ca. 3500/1000m<sup>2</sup>.

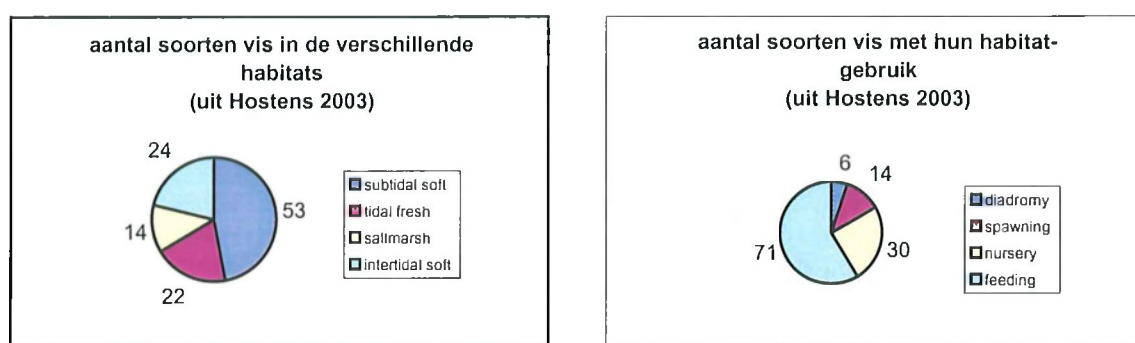
Het feit dat juveniele vissen hoofdzakelijk aangetroffen werden in de hoge dichtheidsklassen, suggereert dat het Westerschelde estuarium een geschikt gebied is als kraam- en kinderkamer.



Figuur 2: Seizoens-, ruimtelijke- en lange termijn patronen van gemiddelde dichtheden per taxonomische groep in de periode 1988-1989 (bovenkant van de grafieken) en 2000-2001 (onderkant van de grafieken) in de Westerschelde; subgebieden: mariens (m) en brak (b). Dit is een indicatie van de belangrijkste soorten. Uit Hostens, 2003.

#### 4.2 Functies van de Westerschelde voor vis en garnaal

Bouma *et al.* (in prep.) hebben een Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) opgesteld voor de zoute en brakke Rijkswateren. Hierin staan de diverse te onderscheiden ecotopen beschreven met voorkomende diersoorten. Een habitat is de leefomgeving waarin een bepaalde soort leeft. Een soort kan verschillende habitats nodig hebben in de loop van een jaar of zijn levenscyclus. Deze habitats kunnen bij elkaar liggen (bv. lage zandplaat - hoge zandplaat; lage zandplaat - sublitoraal) of in verschillende gebieden (b.v. schorkreek Westerschelde – Noordzee). Figuur 3 geeft een overzicht van het gebruik van de Westerschelde door de verschillende vissoorten. Harde substraten zoals geulrand en dijkvoet verdediging met stortsteen zijn een habitat dat niet is meegenomen, omdat vrijwel geen data over aantallen voorkomende vis van deze gebieden bekend zijn.



Figuur 3: Verdeling van vis over de diverse habitats. Subtidal en intertidal soft zijn de zand en slik gebieden in de Westerschelde bedoeld. Tidal fresh zijn de zoete getijde gebieden in de Zeeschelde en saltmarsh de schorren en dan met name de schorren in Saeftinghe.

Het merendeel van de vissoorten in de Westerschelde bevindt zich in de zandige en slikkige brakke en zoute gebieden van de Westerschelde. Het merendeel van de vissoorten (71) gebruikt de Westerschelde als voedselgebied. Veel minder soorten (30) benutten de Westerschelde als kraam- en kinderkamer. Uit bovenstaande figuur 2 blijkt dat de Westerschelde voor vissen voor een groot deel bijdraagt aan de voedselvoorziening. Essentieel is daarom om de diverse relaties tussen vis en hun specifieke voedselbehoefte te volgen, meten en te testen op verandering. Een koppeling met de verdieping is mogelijk te maken. *Gezien de grote relatie met voedsel verdient het de aanbeveling een koppeling tussen de diverse vissoorten en hun specifieke voedsel te maken en deze te bezien in verband met de verdieping van de Westerschelde. Indien het voedsel aanbod is veranderd dan kan dit grote gevolgen hebben voor het voorkomen van diverse vissoorten.*

Uit Hostens (2003) blijkt dat 30 soorten vissen de Westerschelde benutten vanwege de kraam- en kinderkamerfunctie. De beschrijving van de kraam- en kinderkamer functie is volgens Huijs en Krijger: maximale diepte -5 m NAP en een maximale stroomsnelheid van 0,5 m/s. Echter, elke onderbouwbaar hiertoe mist. Desalniettemin is het toch van belang de kraam- en kinderkamerfunctie nauwkeuriger te omschrijven en te trachten deze helder en inzichtelijk in kaartvorm te presenteren. In de discussie wordt hier verder op ingegaan.

## 5. Conclusie

Uit de verandering in ecotooparealen lijkt dat het areaal kraam- en kinderkamer is toegenomen in de periode 1996-2001, met name in het middendeel van de Westerschelde. Dit is in tegenstelling met de verwachtingen zoals ze zijn geformuleerd in de hypothesen. Echter de onzekerheden bij zowel de ecotooppreferenties als de verandering in ecotooparealen zijn groot. Gevoegd bij het feit dat we nu slechts gegevens hebben tot en met 2001 (4 jaar na de verruiming) en de hypothesen uitspraak doet over de situatie in 2021 is er vooralsnog geen reden om de hypothesen te verwerpen.

Er zijn op dit ogenblik geen bruikbare gegevens voorhanden om de ontwikkeling van jonge vis en garnaal in de Westerschelde te onderzoeken en de effecten van de verruiming te toetsen.

## 6. Discussie

Kritische analyse ecotoopbenadering

### *a. normgetal*

Huijs en Krijger (1998) hebben voor ieder ecotooptype in de Westerschelde een normgetal opgesteld hetgeen de relatieve geschiktheid weergeeft van het betreffende ecotoop als kraamkamer voor jonge vis en garnaal. Het laagdynamisch (stroomsnelheid  $<0.5 \text{ m s}^{-1}$  ondiep water, tussen  $-2 \text{ m NAP}$  en  $-5 \text{ m NAP}$ ) gebied in het oostelijk deelgebied is gekenmerkt als meest geschikt en heeft daarom een normgetal van 100% gekregen. Verder naar het westen neemt de geschiktheid af. Hoogdynamisch ondiepwater gebied evenals het laaggelegen (dieper dan  $0 \text{ m NAP}$ ) intergetijdengebied zijn van minder belang als kraamkamer voor jonge vis en garnaal. Ze geven echter geen duidelijke onderbouwing voor deze normstellingen. In het volgende stuk wordt ingegaan op het belang van de parameters deelgebied, diepte en stroomsnelheid voor de functie als kraamkamer.

### Deelgebied

De Westerschelde is een estuarium waar een zoet- zout gradiënt aanwezig is. Op de scheiding zoet/zout (in het oostelijke deelgebied) treedt sterfte op van plankton, wat een verhoging van het organisch detritus tot gevolg heeft. Hierop predeert de aasgarnaal. Op deze plekken zullen dus veel aasgarnalen voorkomen, waarop weer vissen prederen. Op deze grens zal men dus meer garnaal en meer vis aantreffen. Meer naar het mariene deel van de Westerschelde nemen de aantallen af. Vermoedelijk is het meest geschikte gebied: oost bepaald op basis van vangsten van Hostens in 1988-1989. Hij vindt in het oostelijk gebied de hoogste aantallen en biomassa's van vissen en invertebraten (waaronder garnalen). Afnemend naar midden en west.

### Diepte

Door Huijs en Krijger (1998) is gesteld dat de diepte voor kraam en kinderkamer max.  $-5 \text{ m}$  is. Tabel 6 geeft de diepten zoals deze in de literatuur bekend zijn. De tabel geeft voornamelijk informatie over adulte exemplaren. De stelling volgens Huijs en Krijger geldt voornamelijk voor schol en bot. De overige bentische vissen hebben hun leefgebied dieper gelegen. Het leefgebied van pelagische vis is moeilijk af te bakenen. Bij hoogwater zullen ze ook boven de platen komen, bij laag water in de geulen.

**Tabel 6: benthische vissen en hun voorkomen naar diepte**

Nederlandse naam	diepte voorkomen
dikkopje	< -1 tot -10 m
brakwatergrondel	-1 tot -10 m
Lozano's grondel	-1 tot -10 m
Schol	-1 tot -5 m
Bot	-1 tot -5 m
tong	< -1 tot -10 m
Schar	tot -30 m
gewone garnaal	-1 tot -30 m

### Stroomsnelheid

Huijs en Krijger gaan ervan uit dat hoge stroomsnelheden ongunstig zijn voor jonge vis. Waarschijnlijk wordt de geschiktheid van een gebied voor jonge vis en garnaal meer bepaald door turbulentie dan door stroomsnelheden. In hoog turbulente gebieden wordt de jonge vis uit hun geschikte leefomgeving geslagen waardoor ze mogelijk in een minder gunstig gebied komen waar ze zich niet kunnen handhaven. Gebieden met een te lage turbulentie zijn ook niet gunstig vanwege bezinken van de jonge larven die daardoor een tekort krijgen in voedsel en zuurstofvoorziening. Turbulentie is mede gerelateerd aan de stroomsnelheid en de waterdiepte. Bij lagere waterdiepte heeft stroomsnelheid meer invloed op de turbulentie dan bij grotere waterdiepte.

Turbulentie wordt ook bepaald door de mate van golfwerking en het profiel van de bodem. Een onregelmatige bodem heeft meer invloed op turbulentie dan een vlakke bodem. Ook de hoogteverschillen van het bodemprofiel is van grote invloed op turbulentie en zorgt voor horizontale ronddraaiende bewegingen van de waterkolom. Bovendien zorgen bouwwerken (strekdammen, havenhoofden, enz) voor vertikaal ronddraaiende bewegingen van de waterkolom

Het in kaart brengen van de turbulentie in de Westerschelde is zeer moeilijk, vandaar dat gekozen is voor een methode die relatief eenvoudig is toe te passen en inzicht geeft in de plaatselijke horizontale stroomversnelling. Het uitgangspunt is de dimensieloze formule:

$$v^2/d.g$$

v= stroomsnelheid (m/s)

d= diepte (m)

g= zwaartekracht (m/s<sup>2</sup>)

Middels stroomsnelheids- en diepte modellen is de stroomversnellingkaart van 1989 en van 2001 in kaart gebracht (bijlage 1 en 2). Wat opvalt aan deze figuren is dat de stroomversnelling in het midden en oostelijk gebied is afgenomen. Het oosten werd voor de verdieping gekenmerkt als een ondiep gebied. De hoofdgeul is over de gehele Westerschelde op dezelfde diepte gebracht, waardoor de ingreep en het effect van de ingreep in het oosten groter is dan in het westen. Voor het bepalen van de meest gunstige plaatsen voor de kraam- en kinderkamerfunctie is het aan te bevelen om de stroomversnelling, zoals boven beschreven, te gebruiken. Middels deze formule wordt een combinatie van stroomsnelheid en diepte genomen.

Gegevens van vis en garnaal (uit Hostens, 2003) zijn gecombineerd met de stroomversnellingkaarten. De situatie voor de verdieping is weergegeven in bijlage

3, na de verdieping in bijlage 4. Zowel vissen als garnalen komen verspreid over de Westerschelde voor in de zoute en brakke delen. In het oosten, waar het hoogste aanbod aan voedsel is, komen de hoogste aantallen voor. In één oogopslag is te zien dat de voorkomens van vis en garnaal drastisch is verminderd over de gehele Westerschelde en met name in het oostelijk gebied. Opgemerkt dient te worden dat het aantal bemonsterde lokaties in 2000-2001 lager is dan die in 1988-1989. Het oosten is ook het gebied waar de stroomversnelling is verminderd als gevolg van een verdieping waardoor er een enorme een verstoring is ontstaan in de geschikte ondiepe delen.

#### *b. methodiek areaal bepaling*

De resultaten van de analyse, beschreven in hoofdstuk 3, lijken in tegenspraak te zijn met de verwachtingen zoals zijn uitgesproken door Huijs en Krijger (1998). Zij verwachten in alle drie de deelgebieden een afname (over de periode 1996 tot 2021) in het potentieel beschikbaar opgroei gebied voor jonge vis en garnaal. In deze studie wordt over de periode 1996 tot 2001 juist een toename gesignaleerd in geschikt gebied. Daar de ecotooppreferenties in allebei de studies hetzelfde gehouden zijn worden de verschillen uitsluitend veroorzaakt door verschuivingen in ecotooparealen. De onzekerheid rond de veranderingen in ecotooparealen, zoals is bepaald door Twisk (2003) is groot. Het belangrijkste ecotoop voor jonge vis en garnaal (laagdynamisch ondiepwatergebied) is slechts klein in oppervlak (tussen de 30 en 200 ha per deelgebied) dus relatief kleine fouten in geobserveerde oppervlaktes kunnen grote gevolgen hebben. Tevens is er een relatief grote onzekerheid tussen het onderscheid in hoogdynamisch en laagdynamisch ondiepwater in 1996 en 2001. Voor 1996 (SCALWEST-fijn) is er een ander hydrodynamisch model gebruikt dan in 2001 (SCALWEST-2000), zie Twisk (2003). Een belangrijk verschil is dat er in het SCALWEST-fijn model is gerekend met een bodemruwheid per ruimtelijke eenheid terwijl er bij SCALWEST-2000 verschillende bodemruwheden zijn gebruikt voor die delen die boven en onder de laagwaterlijn liggen.

#### *Aantallen*

Omtrent de aantallen en biomassa van vis en garnaal is geen toe of afnemende trend te ontlenen over de jaren 1970 tot 2000. Het verloop hiervan is afhankelijk van andere invloeden dan de verdieping.

Zo is voedselaanbod de meest belangrijke factor voor het voorkomen van jonge vis en garnaal. Daarnaast spelen in de vergelijkbaarheid van jaren ook de wijze van monsternamen een belangrijke rol. Bemonsteringen hebben over het algemeen in de geul plaatsgevonden en niet in de ondiepe intergetijdengebieden. Tevens zijn er door de verschillende onderzoekers diverse bemonsteringsmethodieken gehanteerd.

#### *Menselijke invloeden*

Menselijke invloeden kunnen gerelateerd worden aan de biodiversiteit, het voorkomen en de dichtheden van de biota in een systeem. Zij kunnen ingedeeld worden in 2 hoofdgroepen:

- toevoegingen (vervuilingen, ziekten, bouwwerken)
- verwijderingen (ruimte in oppervlak of volume en van fysische of chemische componenten)

De geconstateerde veranderingen in terugname van aantallen bodemvissen en garnalen kan mogelijk vallen binnen de groep 'verwijderingen', namelijk habitat reductie en verstoring van de draagkracht van het systeem. Invloed van verdieping heeft vooral invloed op het veranderen van ecotooptypen. Door het baggeren en

storten van sediment is voor de benthische vissen de kwantiteit en kwaliteit van het beschikbare gebied waarschijnlijk sterk veranderd. Door het heen en weer transporteren van sediment en daarmee het verstoren van de bodemdieren, is het beschikbare voedselaanbod waarschijnlijk aanzienlijk verminderd. Dit is terug te vinden in de zeer sterke afname in aantallen platvissen (figuur 2)

Voor de pelagische vissen betreft dit een verandering in areaal volume en kritisch beschikbare inhoud aan geschikt areaal. Kennelijk is de kritische grens nog niet bereikt want de gevolgen in aantallen pelagische vissen is niet toetsbaar veranderd (figuur 2).

Het meest waarschijnlijke is dat de baggerwerkzaamheden in de Westerschelde hebben bijgedragen aan de afgenomen dichtheden in 2000-2001.

Daarnaast is er nog een tweede mogelijke verklaring voor de afname in dichtheden, namelijk "bron verwijdering" door overbevissing. Over het algemeen vindt deze plaats buiten het estuarium, en kan leiden tot een gereduceerde populatie levensvatbaarheid en veranderde trophische interacties. Hetgeen leidt tot een afnemende invoer van juveniele in de estuariene kraam- en kinderkamers. Binnen het MOVE-kader is hier op dit moment nog niet naar gekeken, maar is een factor die zeker meegenomen dient te worden

**Als gevolg van de verandering in ecotooparealen en daarmee waarschijnlijk het verminderde voedselaanbod lijkt het er vooralsnog op dat de totale Westerschelde minder geschikt is geworden als kraam-en kinderkamer. Indien de Westerschelde in de drie deelgebieden wordt onderverdeeld is de afname in geschiktheid het grootst in oost. Koppeling aan de functie in ecotooptypen zou in eerste instantie gerelateerd moeten zijn aan het voedselaanbod in het desbetreffende ecotoop.**

## 7. Aanbevelingen

Uit bovenstaande komt naar voren dat gericht onderzoek naar de geschiktheid van de verschillende ecotopen voor jonge vis en garnaal nodig is. Het formuleren van een alternatief ecotopenstelsel dat betere handvaten biedt voor de bepaling van de kraam- en kinderkamerfunctie is zeer aan te bevelen.

Momenteel worden op het RIKZ twee nieuwe ecotoopstelsels ontwikkeld die zich goed lenen voor het bepalen van het meest geschikte ecotoop voor de kraam- en kinderkamerfunctie. Voor de benthische vissen zou hiervoor het Zoutewateren EcotopenStelsel (ZES) kunnen worden gebruikt. Voor de pelagische vissen zou hiervoor het Pelagisch EcotopenStelsel (PES) kunnen worden gebruikt. Beide stelsels gaan uit van parameters en grenzen gekozen op basis van voorkomen van organismen. Met behulp van deze kaarten zouden voorspellingen kunnen worden gedaan omtrent het geschikte gebied en het al dan niet voorkomen van jonge vis en garnaal. Tevens is deze methode bruikbaar bij de vergelijking van de situatie voor en na de verruiming van de Westerschelde. Op dit moment is er wel een pelagische ecotopenkaart van de situatie na de verruiming (bijlage 5) maar nog geen pelagische ecotopenkaart van de situatie voor de verruiming van de Westerschelde.

*Aanbevolen wordt om de methode volgens de ZES en de PES binnen korte tijd op te pakken, zodat de verandering van pelagische ecotopen als gevolg van de verruiming inzichtelijker wordt.*



Samenvatting aanbevelingen uit de discussie:

*Gezien de grote relatie met voedsel verdient het de aanbeveling een koppeling tussen de diverse vissoorten en hun specifieke voedsel te maken en deze te bezien in verband met de verdieping van de Westerschelde. Indien het voedsel aanbod is veranderd dan kan dit grote gevolgen hebben voor het voorkomen van diverse vissoorten.*

*Nader onderzoek naar de overbevissing in de Voordelta en de koppeling hiervan op de import van (juvenile) vissen in het Westerschelde estuarium is noodzakelijk om uitsluitend de gevolgen van de verdieping in kaart te brengen.*

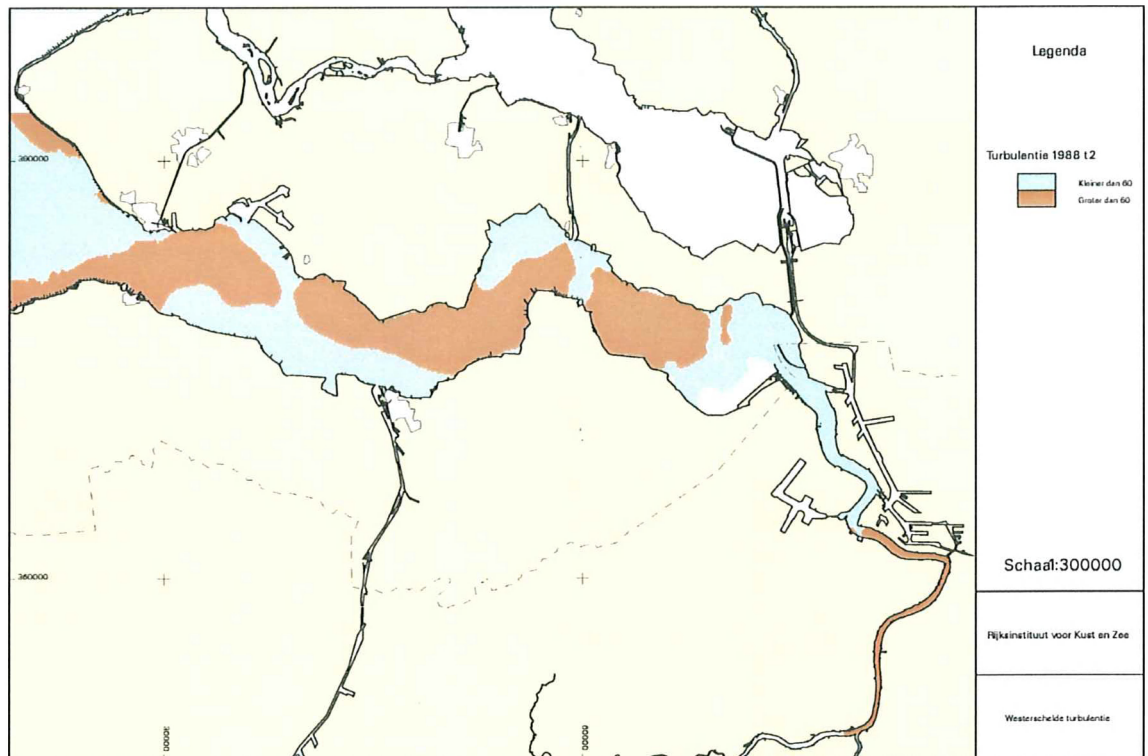
#### Literatuur

- van Beek, F.A. en R. Boddeke (1990). Verspreiding en talrijkheid van garnalen (*Crangon crangon* L) in het Schelde estuarium. Ijmuiden, RIVO: 1-50.
- Bouma, H., et al. (in prep.) Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES), RIKZ: 1-156.
- Bouma, H., et al. (2002). Stand van zaken ontwikkeling pelagisch ecotopenstelsel, RIKZ: 1-63.
- Daan, N. (2000). Deskstudie Draagkracht Westerschelde voor jonge vis. Wageningen, RIVO: 1-28.
- Elliott, M. en K. Hemmingway, Eds. (2002). *Fishes in estuaries*, Blackwell Science.
- van Damme, C.J.G. en H.W. van der Veer (2001). The nursery function of the Westerscheldt for fish and crustaceans. Den Burg, Texel, NIOZ: 1-30.
- Hampel, H., et al. Changes in marsh nekton communities along the salinity gradient of the river Schelde; preliminary results.
- Hampel, H., et al. Habitat values of mature and developing tidal marsh creeks for fish and macrocrustaceans in the Westerschelde.
- Heath, M. R., et al. (1988). "Vertical distribution of herring larvae in relation to physical mixing and illumination." *Marine Ecology Progress Series* 47: 211-228.
- Hostens, K. (2003). The demersal fish and macro-invertebrate assemblages of the Westerschelde and Oosterschelde estuaries (Southern Bight of the North Sea). Dissertatie. Gent: 1-205.
- Hostens, K. (2000). "Spatial patterns and seasonality in the epibenthic communities of the Westerschelde (South Bight of the North Sea)." *Journal of the Marine Association U.K.* 80: 27-36.
- Hostens, K. en J. Mees (1999). "The mysid-feeding guild of demersal fishes in the brackish zone of the Westerschelde estuary." *Journal of Fish Biology* 55: 704-719.
- Huijs, S. en G. Krijger (1998). Prognose ecotooparealen over 25 jaar. p. MOVE.
- Liek, G. A. (2002). Herziene versie van de hypothesenlijst uit MOVE rapport 2, RIKZ: 1-10.
- Lievaart, M. A. en E. C. Stikvoort (2002). Datarapportage ecologie Monitoring Verruiming Westerschelde (T3 t/m 2001), RIKZ: 1-19.
- MacKenzie, B. R. en T. Kiørboe (2000). "Larval fish feeding and turbulence: a case for the downside." *Limnology and Oceanography* 45: 1-10.
- Mees, J., et al. (1995). "Comparative study of the hyperbenthos of three European estuaries." *Hydrobiologia* 311: 153-174.
- MOVE (1997). De toestand vna de Westerschelde aan het begin van de verdieping 48'/43'. Middelburg, RIKZ.
- Stikvoort, E. C. en M.A. Vink (2001). Datarapportage Ecologie Monitoring Verruiming Westerschelde (T<sub>2</sub>, t.m 2000). RIKZ/AB/2001.817x
- Twisk, F. (2002). Toelichting op de ecotopenkaarten Westerschelde 1996 en 2001, RIKZ: 1-35.

- Twisk, F.en A. van der Pluym (2002). Kaarten van de habitatgeschiktheid voor vissen, strandkrab en garnaal in de Westerschelde. Een ruimtelijke vertaling van de resultaten uit veldonderzoek in de periode 1988-1992, RIKZ
- Twisk, F. (2002). Toelichting op de ecotopenkaarten Westerschelde 1996 en 2001. Werkdocument RIKZ/OS/2002.843x, Rijksinstituut voor Kust en Zee.
- Welleman, H.C. en W. Dekker (2001). Variatie in visvangsten in de Westerschelde en overige kustwateren tijdens de Demersal Fish Surveys. Ijmuiden, RIVO: 1-114.

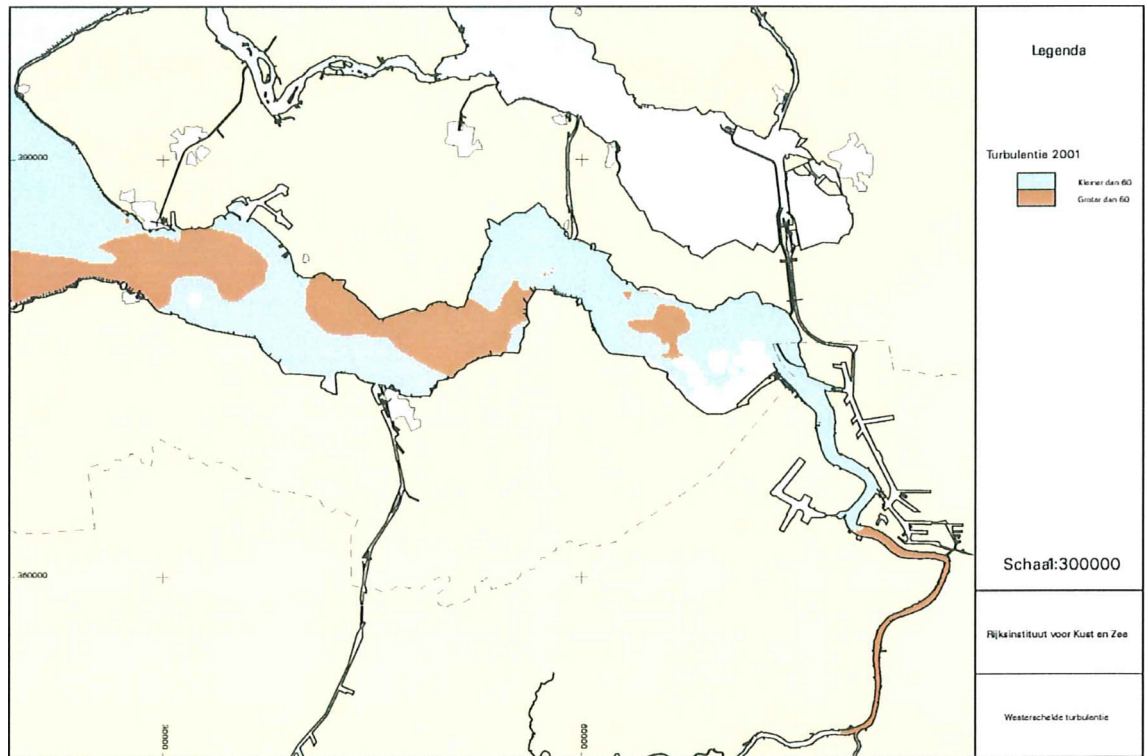
## Bijlage 1

Stroomversnellingkaart van de Westerschelde voor de verdieping: 1988. De oranje kleur geeft de hoog turbulente gebieden aan (>60), de blauwe kleur geeft de gemiddeld turbulente gebieden aan.



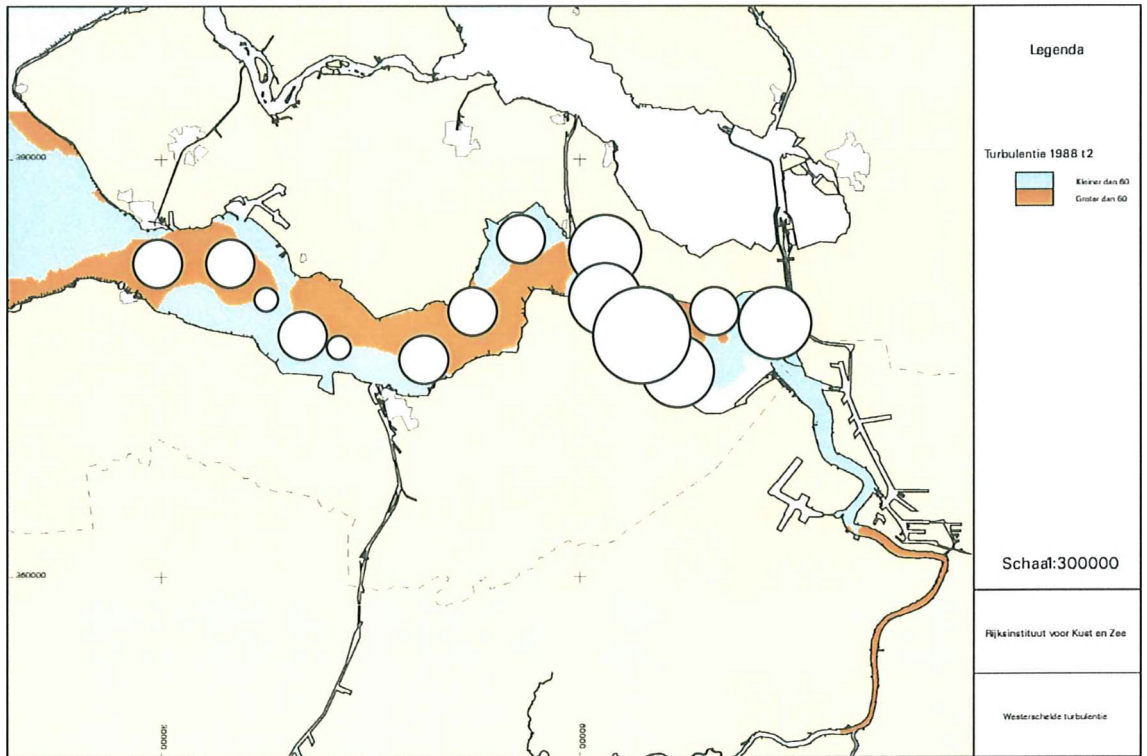
## Bijlage 2

Stroomversnellingkaart van de Westerschelde na de verdieping: 2001. De oranje kleur geeft de hoog turbulente gebieden aan (>60), de blauwe kleur geeft de gemiddeld turbulente gebieden aan.



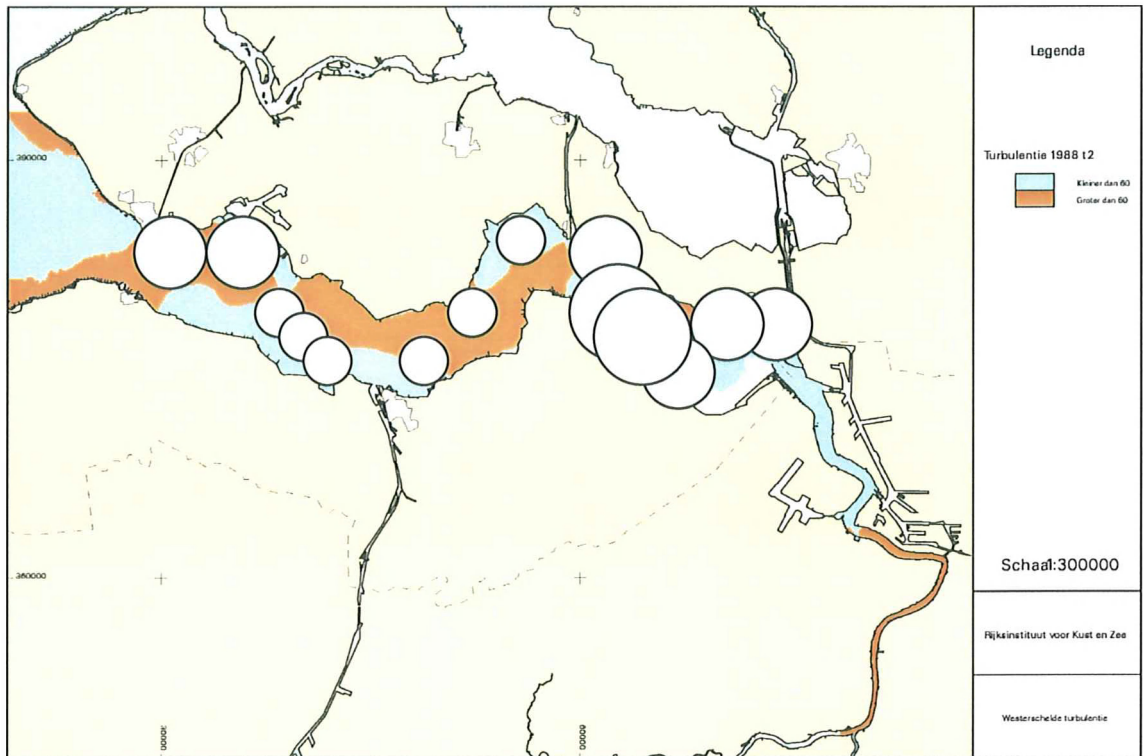
Bijlage 3

Stroomversnellingkaart gecombineerd met voorkomen van vis en garnaal voor de  
verdieping: 1988-1989.  
Vissen 1988 -1989



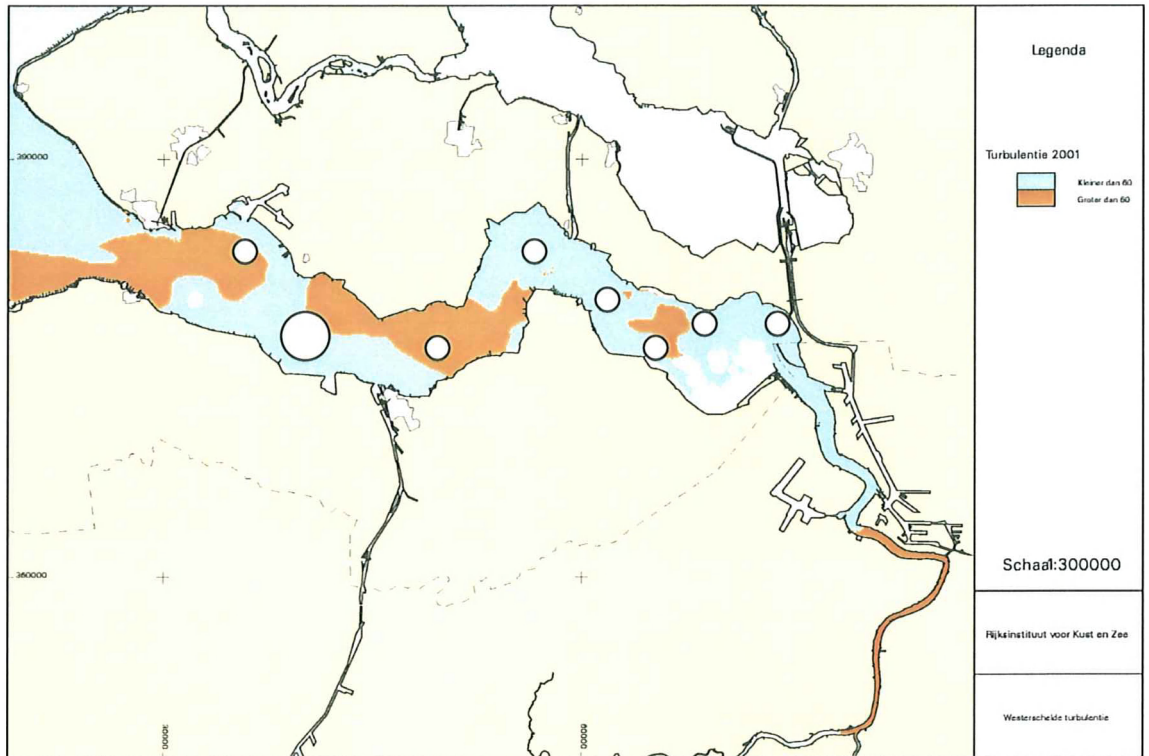
Vervolg bijlage 3

Stroomversnellingkaart gecombineerd met voorkomen van vis en garnaal voor de  
verdieping: 1988-1989.  
Garnalen 1988 - 1989



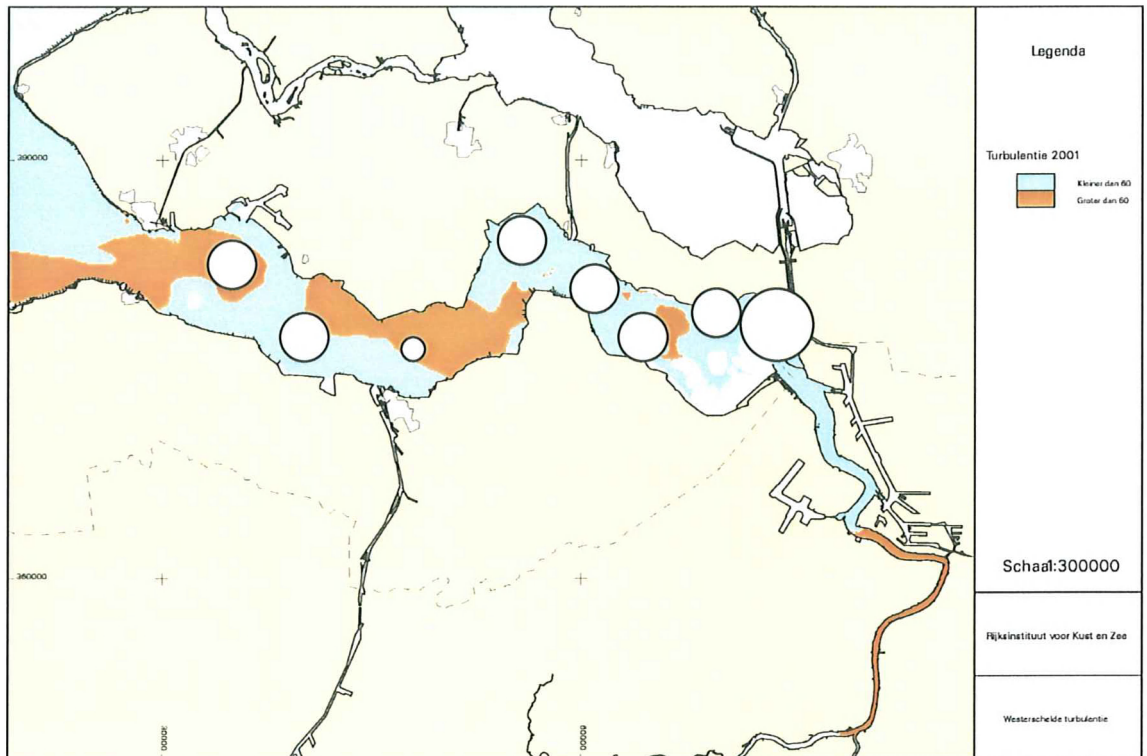
Bijlage 4

Stroomversnellingkaart gecombineerd met vis en garnaal na de verdieping van de Westerschelde: 2000-2001.  
Vissen 2000-2001



Vervolg bijlage 4

Stroomversnellingkaart gecombineerd met vis en garnaal na de verdieping van de Westerschelde: 2000-2001.  
Garnalen 2000-2001





Bijlage 5

Pelagische ecoptenkaart van de Westerschelde na de verdieping.

Westerschelde

