

**EINDRAPPORT
T2009 RAPPORTAGE SCHELDE ESTUARIUM**

DIGITALE BIJLAGE 10 “ECOLOGISCH FUNCTIONEREN”

MINISTERIE VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU
RIJKSWATERSTAAT ZEELAND, UITVOEREND
SECRETARIAAT VAN DE VLAAMS-NEDERLANDSE
SCHELDECOMMISSIE

11 juli 2013
077194851:A - Definitief
C03041.002718.0400

Inhoud

10 Ecologisch functioneren	3
10.1 Inleiding.....	3
10.2 Macrozoöbenthos.....	4
10.2.1 Bewerking aangeleverde data.....	4
10.2.1.1 Macrobenthische biomassa – primaire productie (westerschelde).....	4
10.2.1.2 30 ton ADW aan benthos (Zeeschelde)	6
10.2.1.3 Filterfunctie.....	7
10.2.1.4 Diversiteit benthos	7
10.2.1.5 Literatuur	8
10.2.2 Resultaten rekernparameters	11
10.2.2.1 Macrobenthische biomassa - primaire productie (westerschelde)	11
10.2.2.2 30 ton ADW aan benthos (Zeeschelde)	13
10.2.2.3 Filterfunctie.....	15
10.2.2.4 Diversiteit benthos	17
10.3 Vissen en vogels.....	18
10.3.1 Bewerking aangeleverde data.....	18
10.3.1.1 Energie doorstroom voedselweb	18
10.3.2 Resultaten rekenparameters.....	28
10.3.2.1 Energie doorstroom voedselweb	28

10

Ecologisch functioneren

10.1 INLEIDING

Dit document bevat de digitale bijlagen bij hoofdstuk 10 “Ecologisch functioneren” van de T2009-rapportage Schelde-estuarium.

In wat volgt, wordt de nummering van het hoofdstuk in het hoofdrapport aangehouden zodat verwijzingen vanuit het hoofdrapport naar de digitale bijlagen, snel kunnen gevonden worden.

10.2 MACROZOÖBENTHOS

10.2.1 BEWERKING AANGELEVERDE DATA

Alle genoemde bestanden en tabellen (in rood weergegeven) zijn te vinden in de map **Bewerkte data / Data Macrozoobenthos 10.2** of **Bewerkte data / Data Benthos 9.6** (in welk geval dit wordt vermeld) op de project-site. De toetsparameter 'Macrozoöbenthos' bestaat uit verschillende rekenparameters die gebruik maken van een diversiteit aan aangeleverde data en datafiles.

Voor de rekenparameter 'Macrobenthische biomassa – Primaire productie (Westerschelde)' wordt gebruik gemaakt van de aangeleverde 'Benthische primaire productie' gegevens (S-EF-N-002), de 'Macrofauna' gegevens (S-DS-N-002) en aanvullende data van het NIOZ-Yerseke (contactpersoon Jacco Kromkamp; jacco.kromkamp@nioz.nl) met betrekking tot de 'Pelagische primaire productie' allen met betrekking tot de Westerschelde. Eveneens wordt er gebruik gemaakt van de aangeleverde ecotopenkaarten voor de Westerschelde.

Voor de rekenparameter '30 ton ADW aan benthos (Zeeschelde)' wordt gebruik gemaakt van de aangeleverde Benthos data van de Zeeschelde + zijrivieren (S-DS-V-002), en dan met name de aangeleverde Benthos (oud en nieuw) data, de Benthos Biomassa (nieuw) data en de Oligochaeta (oud) data afkomstig van het INBO. De aanduidingen 'oud' en 'nieuw' verwijzen naar een verandering in de methodiek mbt tot de monsternamen waardoor de totale biomassa voor de jaren 2008 en 2009 (en in de toekomst) iets anders worden berekend dan in de jaren daarvoor (1999, 2002, 2005). In een laat stadium van de T2009 evaluatie is een aangepaste dataset (S-DS-V-002-2) aangeleverd omdat er foutjes in de aangeleverde data waren geconstateerd. We hebben de berekeningen helaas niet meer tijdig met deze set over kunnen doen, maar de verwachting is dat de effecten op de einduitkomst gering zullen zijn (gezien de vergelijkbare resultaten van Speybroeck et al. (in prep.) met onze bevindingen).

Alle trends met bijbehorende significantie niveaus zijn berekend met behulp van TATOO v1.7 (IMDC, 2012). Waardes gerapporteerd voor T2009 zijn berekend volgens de waargenomen trends voor het jaar 2009. Bij het ontbreken van een significante trend wordt de waarde voor T2009 op het gemiddelde (eventueel met standaard deviatie) voor de te evalueren periode gesteld.

De bewerkte data geschikt om in te lezen in TATOO zijn aangeleverd als tekstbestanden, een Access database-bestand en een Excel-bestand bevatten de ruwe en bewerkte data inclusief benodigde omzettingen zoals hieronder beschreven. De in de rapportage (hoofd-document) en digitale bijlagen weergegeven grafieken zijn opgesteld in Excel.

10.2.1.1 MACROBENTHISCHE BIOMASSA – PRIMAIRE PRODUCTIE (WESTERSCHELDE)

De evaluatie van de macrobenthische biomassa ten opzichte van de primaire productie 'Macrobenthische biomassa – Primaire productie (Westerschelde)' geeft inzicht in de mate van evenwicht tussen productie en begrazing en wordt specifiek voor de Westerschelde uitgewerkt. Ter beoordeling van de T2009 wordt gebruik gemaakt van de aangeleverde databestanden S-EF-N-002, S-DS-N-002 en aanvullende data van het NIOZ-Yerseke. De methodiek verwijst naar Van Hoey et al. (2007) waar de rekenparameter als onderdeel van de BEQI-index is uitgewerkt. In de huidige beoordelingsmethodiek dient de macrobenthische biomassa (in grammen asvrijdrooggewicht per vierkante meter) zich tot de primaire productie (in grammen koolstof per vierkante meter per jaar) te verhouden als $ADW_{mb} = 1.5 + 0.105 * PP$. De methodiek (evenals de achterliggende literatuur; Van Hoey et al., 2007 en Herman et al., 1999) is echter op een aantal punten niet duidelijk omschreven en geeft ruimte voor keuze en/of interpretatie mogelijkheden.

Men kan twisten over het feit of de macrobenthische biomassa (in de methodiek ook wel uitgedrukt als

biomassadichtheid en biomassa productie) dient te worden berekend als jaargemiddelde aanwezige biomassa of als piekbiomassa (meestal de najaarsbiomassa) of eventueel nog op een andere manier. Daar het macrobenthos van de Westerschelde met ingang van 2009 enkel nog in het najaar wordt bemonsterd, hebben we er hier voor gekozen om de totale biomassa in het najaar als de gemiddelde macrobenthische biomassaproductie te zien. De gemiddeld waargenomen biomassa is daarvoor berekend per biotoop x OMES-zone en naar oppervlakte ratio gemiddeld voor de gehele Westerschelde (zie het tab-blad 'Macrobenthos Productie' in de Excel-file 'BenthosBiom-PP'). We hebben daarbij conform de uitwerking van de Toetsparameter 'Benthos' (Flora en Fauna; H 9.6) de monsters aan de beschikbare ecotopenkaarten gekoppeld (zie Tabel met overzicht aandeel ecotopen per jaar x OMES-zone hieronder en tab-blad 'Ecotoop opp' in de Excel-file 'BenthosBiom-PP'). Zoals reeds besproken onder 'Leefomgeving' (H 8) zitten er verschillen in de opmaak van de ecotopenkaarten voor de verschillende jaren. We verwachten dat het effect op de berekening van de parameters met betrekking tot Ecologisch functioneren niet zo heel groot zal zijn, maar het verklaart onder andere wel de behoorlijke verschillen in het aandeel van de zones op het totaal aan beschikbaar ecotoop voor de Westerschelde doordat bepaalde delen wel of niet als supratidaal en/of hard of artificieel substraat wordt bestempeld en daardoor wel of niet als geschikt habitat wordt gezien.

De primaire productie bestaat uit een benthische en een pelagische component. Beiden zullen als gemiddelde voor de gehele Westerschelde dienen te worden berekend om vervolgens te worden opgeteld. De fytoplankton productie is door het NIOZ-Yerseke (voorheen NIOO-CEME) op 4 stations in de Westerschelde meestal maandelijks en in de zomermaanden veelal frequenter bepaald voor de jaren 1991, 2001, 2006, 2007, 2008 en 2009. Hiermee is de databeschikbaarheid voor de pelagische primaire productie beperkend en bepaalt welke jaren er kunnen worden uitgewerkt. Daar de 4 stations redelijk goed verspreid liggen over de gehele Westerschelde zijn we er van uit gegaan dat het gemiddelde van de 4 een goed beeld zal geven voor de gehele Westerschelde. De jaargemiddelde pelagisch primaire productie is bepaald door eerst de gemiddelde waarden per jaar te bepalen voor de 4 stations (zie het tab-blad 'Fytoplankton Jaar Productie' in de Excel-file 'BenthosBiom-PP'). Indien er geen meetwaarden beschikbaar waren voor een bepaalde maand zijn deze berekend door het gemiddelde van de maand er voor en er na te nemen of deze in te schatten op basis van andere maanden (uitgaande van de seizoensritmiek).

Vervolgens zijn de gemiddelde maandwaarden van dagelijkse producties vermenigvuldigd met 365/12 om zodoende de totale maandproducties te bepalen, die worden opgeteld tot de jaarproductie. Aangezien de fytoplankton productie in de waterkolom plaats vindt is de jaarproductie vermenigvuldigd met het aandeel aan oppervlak op het totaal dat het sublitorale en de helft van het intertidale uitmaakt (dit laatste omdat bij benadering het intertidale voor de helft van de tijd onder water zal staan).

Met betrekking tot het fyto-benthos wordt de primaire productie niet als zodanig in de Westerschelde gemeten, maar is er wel een uitgebreide dataset met chlorofyl-a concentraties. Het betreft hier veelal een groot aantal metingen per maand van chlorofyl-a in microgram per gram sediment voor de bovenste centimeter van het substraat. Voor de recentere jaren zijn er enkel gegevens voor 4 tot 6 maanden, echter wel verspreid over het jaar. Ook hier hebben we eerst de gemiddelde chlorofyl-a biomassa per maand bepaald om vervolgens op basis van de maandgemiddelden het jaargemiddelde te bepalen bepalen voor de 4 stations (zie het tab-blad 'Fytobenthos Jaar Productie' in de Excel-file 'BenthosBiom-PP'). Vervolgens is met behulp van de door De Jonge et al. (1994) bepaalde gemiddelde dichtheid voor sediment voor de Oosterschelde (1.55 g/cm^3) de biomassa aan chlorofyl-a per m^2 berekend (meetwaarden x 15.5). Vervolgens kon de jaargemiddelde primaire productie worden berekend via de formule $PP_{\text{fyto-benthos}} = 1.13 B_{\text{chlorofyl-a}} + 8.23$, waarin $PP_{\text{fyto-benthos}}$ = de primaire productie in gram koolstof per vierkante meter per jaar, en $B_{\text{chlorofyl-a}}$ = de eerder berekende chlorofyl-a biomassa in milligram per vierkante meter per jaar in de bovenste centimeter van het sediment (De Jonge et al., 1994). Aangezien de fyto-benthos productie hoofdzakelijk plaats vindt in het laagdynamische sublitoraal is de jaarproductie vermenigvuldigd met het aandeel aan oppervlak voor de laagdynamische sublitorale ecotopen op het totaal voor de Westerschelde (zie overzichtstabel voor gehanteerde waarden).

De macrobenthos biomassa (ADW_{mb}) wordt getoetst ten opzichte van de totale gemiddelde primaire productie (PP: fytoplankton + fyto-benthos) waarbij de 2 idealiter zich dienen te verhouden volgens de vergelijking $ADW_{mb} = 1.5 + 0.105 * PP$. Volgens de beoordelingsmethodiek is er sprake van een positieve beoordeling wanneer de macrobenthos biomassa zich inderdaad volgens deze vergelijking tot de primaire productie verhoudt, of wanneer er meer macrobenthos aanwezig is dan volgens de vergelijking zou kunnen worden verwacht. Er is dan overigens sprake van enige overbegrazing. Onderbegrazing wordt negatief beoordeeld.

Aangezien we niet over macrobenthos biomassa gegevens voor het jaar 1991 beschikken maar wel over waardevolle gegevens met betrekking tot de primaire productie die we graag zouden willen evalueren, worden de PP-waarden voor 1991 met de Macrobenthos gegevens van 1992 gecombineerd en geëvalueerd.

10.2.1.2 30 TON ADW AAN BENTHOS (ZEESCHELDE)

Ter berekening van de totale benthos biomassa zijn beschikbaar de INBO-benthos monsters (=stalen in Vlaanderen) en de INBO-oligochaeten monsters voor de jaren 1999, 2002 en 2005. Tezamen geven die een beeld van de benthos biomassa die op de 0.25 mm zeef achter blijft (onderscheid benthos en oligochaeten fractie op basis van 1mm zeef). Voor de jaren 2008 en 2009 (zo zal het monitoringsprogramma in de toekomst ook worden voortgezet) is er gebruik gemaakt van een 0.5 mm zeef en is alle benthos inclusief de oligochaeten voor die monsters gewogen (afzonderlijke oligochaeten monsters worden enkel nog gebruikt voor het bepalen van de soortensamenstelling van de oligochaetengemeenschappen). De beschikbare monsters zijn aan de fysiotopen gekoppeld waarbij voor de jaren 1999, 2002 en 2005 de link is gelegd naar de fysiotopenkaart van 2001, en voor de jaren 2008 en 2009 naar de fysiotopenkaart van 2010. Per fysiotop per OMES-zone per te analyseren jaar is de gemiddelde biomassa bepaald. Daar er niet altijd voor ieder fysiotop in iedere zone stalen beschikbaar waren kwam het voor dat gegevens ontbraken. Met name de oligochaeten biomassa was geregeld onbekend. Deze ontbrekende waarden voor bepaalde fysiotop x zone x jaar combinaties zijn daarbij ingeschat (zie het tab-blad 'Rekenblad biomassa' in de Excel-file 'QCTblBENTHOSdichth' in de map 'Bewerkte data / Data Benthos 9.6') op basis van ontwikkelingen in de andere fysiotopen of op basis van verhoudingen in waarden voor fysiotopen tussen jaren. Zo is Oligochaeten biomassa voor de 3 onderscheiden subtidale fysiotopen voor de Rupel in 2009 ingeschat op basis van de gemiddelde biomassa verhouding tussen 2008 en 2009 voor de fysiotopen waarvoor wel biomassa's bekend waren. De oligochaeten biomassa voor het diepe subtidaal van de Oligohaliene zone is ingeschat op basis van de biomassa verhouding voor de andere twee subtidale fysiotopen tussen de zone met Sterke saliniteitsgradiënt en de Oligohaliene zone. In een aantal gevallen is de oligochaeten biomassa ingevuld op basis van de gekende biomassa verhouding tussen Oligochaeten in het Benthos monster (>1mm) en oligochaeten in het oligochaeten monster (>0.24 mm). Daar biomassa's voor 2008 in de Oligohaliene zone in hun geheel ontbreken zijn daar de waarden van 2009 overgenomen. De gemiddelde biomassa per fysiotop per zone is voor de 'oude' stalen berekend door de biomassa van de Benthos-staal en de Oligochaeten staal te sommeren, maar de biomassa voor de oligochaeten uit de Benthos-staal hier van af te trekken (anders zouden die 2x worden meegenomen in de berekening). Voor de 'nieuwe' stalen is de cumulatieve biomassa van het geheel aan oligochaeten en benthos per fysiotop per zone opgeleverd die vervolgens nog door het totaal aantal genomen stalen voor het desbetreffende fysiotop x zone dienen te worden gedeeld om tot de gemiddelde biomassa te komen. Gemiddelde biomassa's dienen vervolgens nog te worden opgeschaald naar het systeem niveau door deze te vermenigvuldigen met het totale beschikbare oppervlak per fysiotop x zone. Met betrekking tot de resultaten per zone voor 2009 dienen we wel een extra slag om de arm te houden met betrekking tot de berekende totale biomassa's voor de oligohaliene zone en de Rupel, aangezien er voor het verkrijgen van die resultaten voor een groot deel afhankelijk waren van bovengenoemde inschattingsmethodieken in plaats van beschikbare wegingen van monsters.

Men dient er rekening mee te houden dat er een kleine onderschatting van de biomassa zal zijn voor de

jaren 2008 en 2009 (of een overschatting van de jaren 1999, 2002, 2005) omdat de 0.25-0.5 mm zeeffractie ontbreekt. Gedurende de analyse van de rekenparameter hebben we de bevindingen kunnen vergelijken met eigen berekeningen van het INBO (Speybroeck et al., 2012). Aangezien op het moment van berekening/rapportage de INBO studie nog gaande was en het niet geheel duidelijk was of en waar dezelfde data werden gebruikt zijn de berekeningen afzonderlijk uitgevoerd. Uiteraard zal de INBO-studie mogelijk op een andere manier met de hiaten in de dataset zijn omgesprongen. Wel komen de INBO-studie en deze (T2009 evaluatie) studie tot vergelijkbare conclusies en verschillen de berekende biomassa slechts enkele procenten. Wel is ons tegen het einde van het T2009-project vanuit het INBO medegedeeld dat er fouten zaten in de aangeleverde data voor 2009 en zijn er nieuwe biomassa gegevens aangeleverd (we hebben begrepen dat de impact op het eindresultaat wellicht klein is, maar zijn er niet aan toegekomen om de berekeningen overnieuw te doen).

10.2.1.3 FILTERFUNCTIE

Tot voor kort werd in de literatuur nog geen melding gedaan van een mosselbank op natuurlijk substraat in de Westerschelde. Zo lieten de inventarisaties van schelpdierbestanden door medewerkers van Wageningen-IMARES tot op heden nog geen mosselbanken zien in de Westerschelde en ook de frequente (jaarlijks) bezoeken in het kader van BIOMON/MWTL door de onderzoeksassistenten van de Monitor Taakgroep van het NIOZ op random monsterlocaties hebben tot dusver nog geen mosselbank in de Westerschelde laten zien. De Mesel et al. (2011) melde wel één locatie in de Westerschelde waar substantiële aantallen mosselen kunnen worden gevonden nabij de Hoofdplaat, waar de aangetroffen dichtheden 5 tot 50 exemplaren per m² betreffen. Echter een mosselbank kent al gauw een minimale bedekking van 50 % van het substraat met mosselen (Steenbergen et al., 2005) waarvoor de mosseldichtheden de 50 per m² substantieel dienen te overschrijden. Deheer D.J. de Jong (persoonlijke mededeling) wees ons er echter op dat ten oosten van de Lage Springer er onlangs een mosselbank op natuurlijk substraat is aangetroffen. Dit bleek inderdaad het geval te zijn waarbij de bevindingen van E. Paree, R. Jentink, D.J. de Jong en D. van der Wal zijn beschreven in een RWS-Zeeland memo van 29 juni 2011 (Memo RWS-Zeeland, 2011).

Voor de kokkelbiomassa is gebruik gemaakt van de aangeleverde data (S-DS-N-002 – Macrofauna; 4_5_Schelpdieren Wschelde9209.xlsx) afkomstig van Wageningen-IMARES met voor enkele algemene schelpdiersoorten de totale biomassa in versgewicht waarvoor de piekbiomassa in het najaar is ingeschat op basis van opnames in het voorjaar. Berekening geschiedt op basis van gekende groeicurves. Voor details zie Kesteloo et al. (2009). Voor evaluatie van de kokkelbestanden en met name de mogelijke impact van mechanische kokkelvisserij is gebruik gemaakt de eveneens van IMARES afkomstige data met betrekking tot de opgeviste hoeveelheid kokkelvles (versgewicht) per jaar en de verhouding tot de totale hoeveelheid aanwezige kokkelvles zoals gerapporteerd door CBS et al. (2012); zie tevens tab-blad 'Compendium data' van de excel-file 'Copy of 4_5_Schelpdieren Wschelde9209'. De verhouding is gereflecteerd op de eerder genoemde binnen dit project aangeleverde biomassa's (versgewicht); zie Copy of 4_5_Schelpdieren Wschelde9209.xlsx, tab-blad 'Kokkel-trend'.

10.2.1.4 DIVERSITEIT BENTHOS

Voor achtergrond informatie met betrekking tot de databewerking voor de rekenparameter 'Diversiteit benthos' wordt verwezen naar Digitale bijlage 9.6.1 Benthos, onderdeel van de evaluatie Flora & Fauna.

10.2.1.5 LITERATUUR

CBS, PBL, Wageningen UR (2012). Kokkels in Waddenzee en Zeeuwse Delta, 1990-2012 (indicator 1239, versie 05, 22 augustus 2012). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

De Jong, D.J., Nienhuis, P.H., Kater, B.J. (1994). Microphytobenthos in the Oosterschelde estuary (The Netherlands), 1981-1990; consequences of a changed tidal regime. *Hydrobiologia* 282/283, 183-195.

De Mesel, I., Craeymeersch, J., Jansen, J., Van Zweeden, C. (2011). Biodiversiteit, verspreiding en ontwikkeling van macrofauna soorten in de Nederlandse kustwateren. IMARES Wageningen UR Rapportnummer C022/11, Yerseke, 56 pp.

Herman, P.M.J., Middelburg, J.J., Van de Koppel, J., Heip, C.H.R. (1999). Ecology of estuarine macrobenthos. *Advances in Ecological Research* 29, 195-240.

Kesteloo, J.J., Van Zweeden, C., Poelman, M., Jansen, J.M. (2009). Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2009. Rapport C087/09, Wageningen-IMARES, pp. 46.

Memo RWS-Zeeland (2011). Memo Mosselbanken Westerschelde. Memo 29 juni 2011, Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg, 8 pp.

Speybroeck, J., De Regge, N., Soors, J., Terrie, T., Van Ryckegem, G., Van den Bergh, E. (in prep.). Systeemmonitoring van het macrobenthos van de Zeeschelde en haar getij-onderhevige zijrivieren; 1999-2002-2005, 2008-2009-2010. INBO rapport INBO.R.2012.xx, Brussel, xx pp.

Steenbergen, J., Baars, J.M.D.D., Kesteloo, J.J., Jol, J., Van Stralen, M.R., Craeymeersch, J.A. (2005). Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2005. RIVO-rapport nummer C065/05, IJmuiden / Yerseke, 20 pp.

Van Hoey, G., Drent, J., Ysebaert, T., Herman, P. (2007). The Benthic Ecosystem Quality Index (BEQI), intercalibration and assessment of dutch coastal and transitional waters for the Water Framework Directive. NIOO rapport 2007-02, Yerseke, 242 pp.

Tabel: Overzicht aandeel ecotopen per zone in het totale oppervlak van de Westerschelde, voor de verschillende ecotopenkaarten. De jaartallen in het grijs geven de geevalueerde jaren

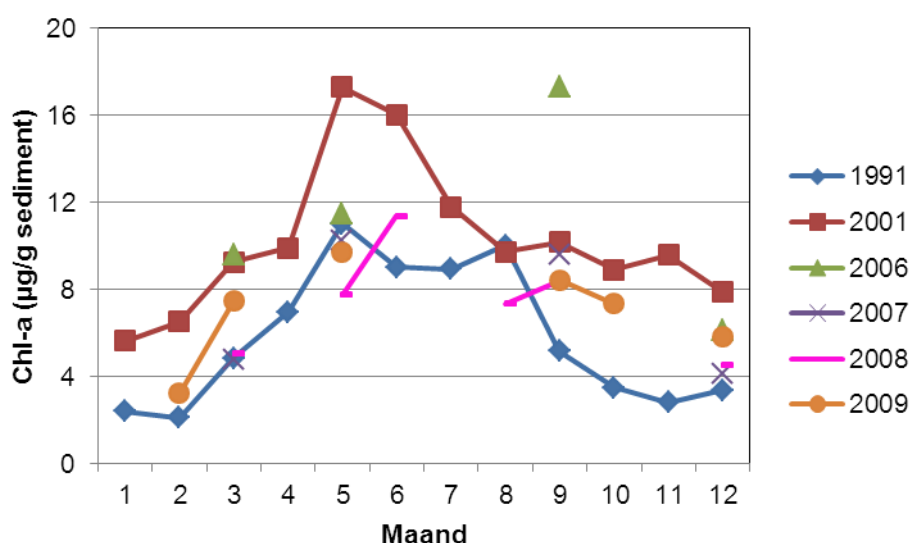
Ecotoop	Ecotopenkaart	1996	2001	2004	2008	2008	2010
Ecotoop	Zone	1991/1992	2001	2006	2007	2008	2009
Hoogdynamisch litoraal	Mesohaliene zone	0.036693	0.034834	0.040857	0.061256	0.061256	0.042602
Hoogdynamisch sublitoraal	Mesohaliene zone	0.144419	0.123718	0.170307	0.164805	0.164805	0.134891
Laagdynamisch hooggelegen litoraal	Mesohaliene zone	0.010399	0.004278	0.00845	0.005851	0.005851	0.008779
Laagdynamisch laaggelegen litoraal	Mesohaliene zone	0.003547	0.005012	0.010623	0.00245	0.00245	0.004823
Laagdynamisch middelhooggelegen litoraal	Mesohaliene zone	0.038928	0.032695	0.050843	0.019957	0.019957	0.036094
Laagdynamisch sublitoraal	Mesohaliene zone	0.008807	0.01096	0.015039	0.029377	0.029377	0.023074
Hoogdynamisch litoraal	Polyhaliene zone	0.039593	0.036378	0.05099	0.061256	0.061256	0.038336
Hoogdynamisch sublitoraal	Polyhaliene zone	0.188826	0.290513	0.210258	0.191221	0.191221	0.159098
Laagdynamisch hooggelegen litoraal	Polyhaliene zone	0.005249	0.001238	0.001563	0.005394	0.005394	0.005305
Laagdynamisch laaggelegen litoraal	Polyhaliene zone	0.005789	0.007847	0.010756	0.008133	0.008133	0.010715
Laagdynamisch middelhooggelegen litoraal	Polyhaliene zone	0.036512	0.029812	0.039635	0.040455	0.040455	0.031548
Laagdynamisch sublitoraal	Polyhaliene zone	0.017427	0.021828	0.032405	0.061692	0.061692	0.049436
Hoogdynamisch litoraal	Mondingsgebied	0.04461	0.03588	0.046983	0.050573	0.050573	0.035927
Hoogdynamisch sublitoraal	Mondingsgebied	0.334116	0.290513	0.210258	0.164805	0.164805	0.313602
Laagdynamisch hooggelegen litoraal	Mondingsgebied	0.00695	0.001605	0.004609	0.006769	0.006769	0.006555
Laagdynamisch laaggelegen litoraal	Mondingsgebied	0.008421	0.010962	0.013037	0.008315	0.008315	0.008362
Laagdynamisch middelhooggelegen litoraal	Mondingsgebied	0.041028	0.033896	0.045435	0.043804	0.043804	0.038142
Laagdynamisch sublitoraal	Mondingsgebied	0.028685	0.028031	0.037953	0.073886	0.073886	0.052709
Aandeel Westerschelde beschikbaar voor fytoplanktonproductie							
Subtidaal + 0.5*(Intertidaal)		0.86114	0.882782	0.83811	0.842894	0.842894	0.866405
Aandeel Westerschelde beschikbaar voor fyto benthosproductie							
Laagdynamisch Intertidaal		0.156824	0.127344	0.184951	0.141127	0.141127	0.150323
Voor berekening totale biomassa Westerschelde	Mesohaliene zone	0.242792	0.211497	0.29612	0.283696	0.283696	0.250264
	Polyhaliene zone	0.293397	0.387615	0.345606	0.36815	0.36815	0.294439
	Mondingsgebied	0.463811	0.400888	0.358275	0.348154	0.348154	0.455297

weer waarbij deze aan de beschikbare ecotopenkaarten zijn gekoppeld conform de indeling gehanteerd voor de toetsparameter 'Benthos' onder 'Flora en fauna'. Onderaan de tabel is het aandeel van het totale oppervlak aangeduid als geschikt habitat voor de te berekenen onderdelen (pelagische en bentische primaire productie) en de grootte van de zones voor berekening van de totale Macrobenthos biomassa voor de Westerschelde.

10.2.2 RESULTATEN REKERNPARAMETERS

10.2.2.1 MACROBENTHISCHE BIOMASSA - PRIMAIRE PRODUCTIE (WESTERSCHELDE)

De berekeningen van de benthische Primaire productie zijn gebaseerd op gemiddelde maandelijkse chlorofyl-a concentraties in de toplaag (0-1 cm) van het sediment. Daarvoor waren een groot aantal metingen per maand beschikbaar. Echter voor de periode 2006-2009 waren er geen maandelijkse meetwaarden meer beschikbaar, maar slechts metingen voor 4 tot 6 maanden. Onderstaande grafiek laat zien dat er zoals te verwachten valt sprake is van een seizoensritmiek in de Chl-a concentraties. Ondanks dat de piek blijkt te verschuiven in de tijd van jaar tot jaar lijkt het er op dat ook de gemiddelden op basis van slechts 4 tot 6 maanden een redelijk beeld zullen geven van de situatie voor dat jaar.



Figuur: Gemiddelde chlorofyl-a concentratie in de bovenste centimeter van het sediment per maand voor de te evalueren jaren.

Het missen van de piek in de chlorofyl-a concentratie met betrekking tot het fytobenthos kan uiteraard zorgen voor een iets vertekend beeld. Echter daar de pelagisch primaire productie op het totaal belangrijker blijkt te zijn (zie overzicht hieronder), zal het effect op het uiteindelijke resultaat van de rekenparameter relatief gering zijn. De jaar tot jaar variatie in het aandeel geschikt habitat (gedeeltelijk ook een gevolg van de gebruikte methodiek bij het maken van de ecotopenkaarten) blijkt met betrekking tot de primaire productie in de Westerschelde gering te zijn ten opzichte van het niveau van de gemeten primaire productie in de waterkolom.

Tabel: Overzicht gemiddelde Primaire Productie per m² voor de gehele Westerschelde per te evalueren jaar met opsplitsing naar de Pelagische en de Benthische component en de invloed van habitat beschikbaarheid.

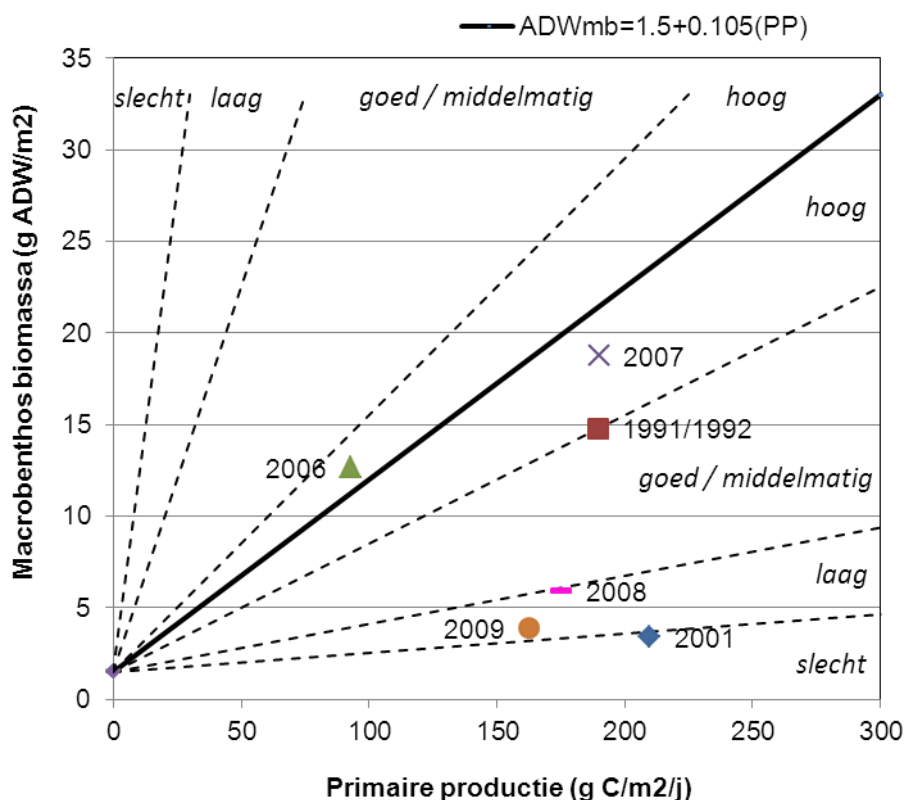
Jaar	Fytoplankton			Fytobenthos			Totale PP
	PP (gC/m ² /j)	Aandeel geschikt habitat	Gemiddelde fytoplankton PP	PP (gC/m ² /j)	Aandeel geschikt habitat	Gemiddelde fytobenthos PP	PP (gC/m ² /j)
1991	200.2	0.861	172.4	110.6	0.157	17.4	189.8
2001	210.7	0.883	186.0	187.4	0.127	23.9	209.8
2006	66.2	0.838	55.5	203.0	0.185	37.5	93.1
2007	202.9	0.843	171.1	134.4	0.141	19.0	190.0
2008	184.5	0.843	155.5	138.0	0.141	19.5	175.0
2009	165.0	0.866	143.0	131.0	0.150	19.7	162.7

Met name de macrobenthos biomassa blijkt sterk te varieëren van jaar tot jaar en van zone tot zone. Door deze grote verschuivingen lijkt het effect van de verschillen in vanuit de ecotopenkaarten berekende habitat oppervlaktes op de berekende gemiddelde biomassa voor de Westerschelde relatief gering ondanks dat die verschillen tot zo'n 30 % in het aandeel van de zones tussen jaren kunnen bedragen.

Tabel: Overzicht gemiddelde Macrobenthos biomassa per m² per te evalueren jaar met opsplitsing per zone en de invloed van de oppervlakte verdeling in de gehanteerde ecotopenkaarten.

jaar	Macrobenthos biomassa (g ADW/m ²)			Aandeel oppervlak			Gemiddelde Westerschelde
	Meso- haliene zone	Poly- haliene zone	Mondings- gebied	Meso- haliene zone	Poly- haliene zone	Mondings- gebied	Biomassa (g ADW/m ²)
1991/1992	5.25	16.13	18.92	0.243	0.293	0.464	14.78
2001	3.92	2.06	4.42	0.211	0.388	0.401	3.40
2006	7.19	15.67	14.26	0.296	0.346	0.358	12.65
2007	13.62	19.40	22.28	0.284	0.368	0.348	18.76
2008	4.32	8.24	4.76	0.284	0.368	0.348	5.91
2009	3.92	7.02	1.86	0.250	0.294	0.455	3.90

Hieronder de resultaten van de te evalueren rekenparameter 'macrobenthos biomassa – primaire productie' die wordt getoetst ten opzichte van de te verwachten verhouding $ADW_{mb} = 1.5 + 0.105 * PP$. Om enig gevoel te krijgen van de mate van onevenwichtigheid en de ontwikkeling van de ratio hebben we tevens de in de BEQI (Van Hoey et al., 2007) voorgestelde beoordeling met grenslijnen volgens de 1:1, 1:2.5, 2:15, 1:15, 1:40 en 1:100 verhoudingen (van links naar rechts) gecorrigeerd voor de afwijking van de bovengenoemde relatie ten opzichte van de 1:10 verhouding. In de huidige evaluatie wordt overbegrazing niet als problematisch gezien. Er blijkt overigens ook vooral sprake van onderbegrazing en dat geldt zeker voor het jaar 2009 (T2009).



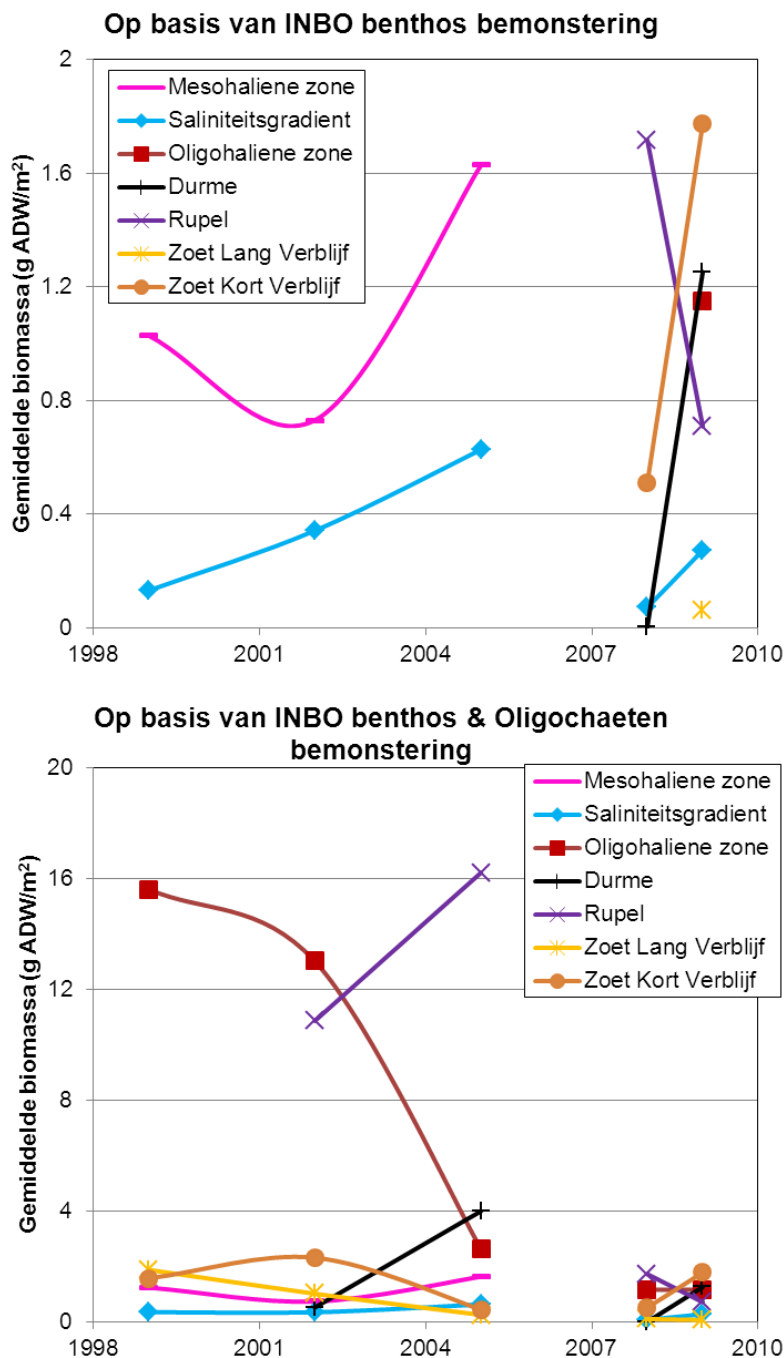
Figuur: Positionering van de geevalueerde jaren met betrekking tot de verhouding tussen de gemiddelde macrobenthos biomassa en de gemiddelde primaire productie van de Westerschelde, ten opzichte van de verwachte evenwichtssituatie volgens de verhouding $ADW_{mb} = 1.5 + 0.105 * PP$ met ADW_{mb} = de gemiddelde macrobenthos biomassa en PP = de gemiddelde totale primaire productie, beiden per m^2 .

Een suggestie zou zijn om in de toekomst het evenwicht wanneer die als laag of slecht dient te worden bestempeld als negatief te beoordelen, wanneer die als goed / middelmatig wordt beoordeeld positief te beoordelen indien er sprake is van een ontwikkeling in de richting van de relatie volgens $ADW_{mb} = 1.5 + 0.105 * PP$, en een evenwicht bestempeld als hoog ook positief te beoordelen.

10.2.2.2 30 TON ADW AAN BENTHOS (ZEESCHELDE)

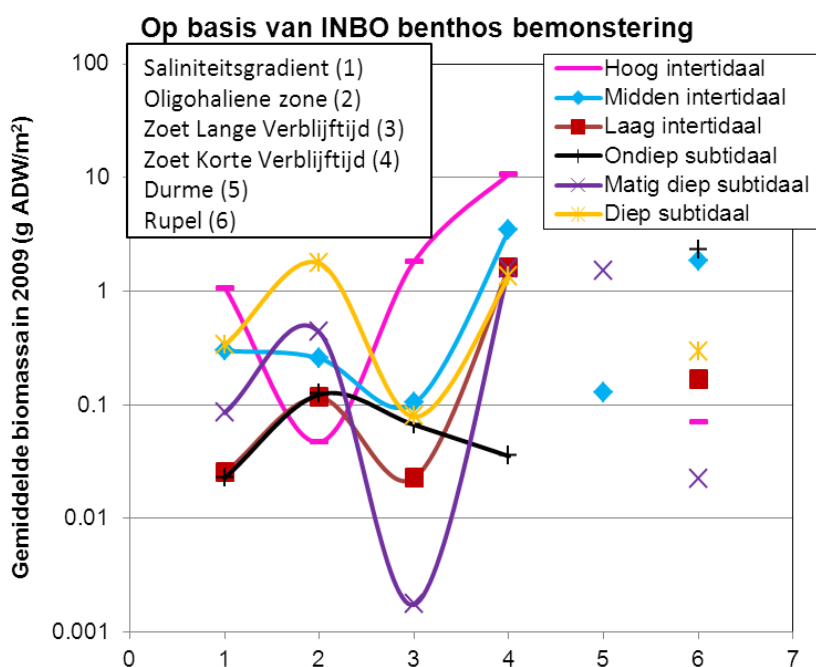
De totale aanwezige benthos biomassa voor de Zeeschelde + zijrivieren wordt enerzijds bepaald door de productiviteit van bepaalde delen van het systeem en anderzijds door het oppervlakte aandeel van die fysiotopen en zones op het totaal. Verder geeft de opsplitsing in de biomassa berekent voor de benthos-stalen en de totale berekende biomassa inzicht in de herkomst van al die biomassa in het systeem. Onderstaande figuren laten zien dat stroomopwaarts van de zone met Sterke saliniteitsgradiënt er in de jaren 1999, 2002 en 2005 geen sprake was van aanwezige macrofauna groot genoeg om op de 1 mm zeef achter te blijven en er dus vrijwel uitsluitend oligochaeten aanwezig waren. In 2008 en 2009 zijn de monsters over 0.5 mm gezeefd wat een hogere gemiddelde biomassa oplevert omdat ook kleinere organismen zodoende worden meegewogen. Ondanks dat liggen de gemiddelde biomassa's in dezelfde orde van grootte als in de Mesohaliene zone en de zone met een Sterke saliniteitsgradiënt volgens de oude methodiek. Wanneer de oligochaeten worden meegewogen blijkt dat zij het overgrote deel van de productie bepalen, en dat de productie met name hoog was in de Oligohaliene zone en de Rupel. Maar ook in de andere zones werd in het verleden de productie van die in de Mesohaliene zone en de zone met Sterke saliniteitsgradiënt overschreden. De aangetroffen productie in 2008 en 2009 blijft daarbij in

verschillende zones ver achter bij de situatie van rond de eeuwwisseling.



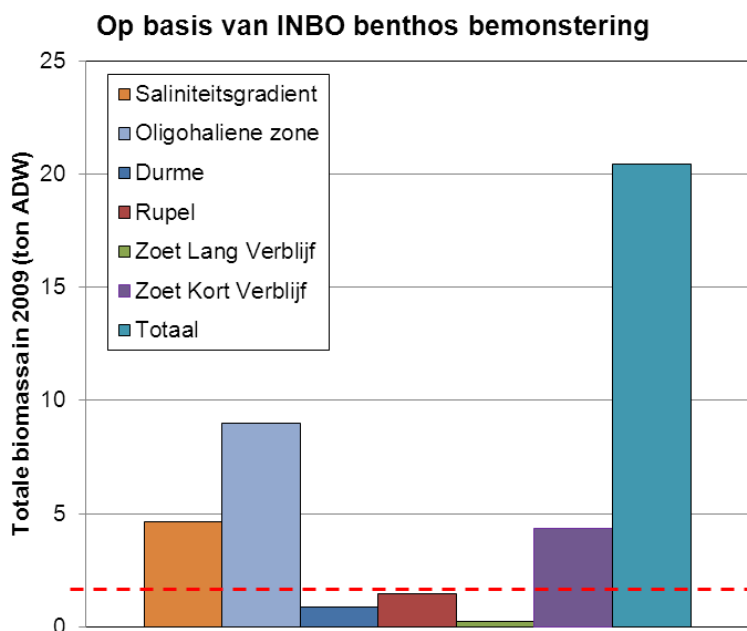
Figuur: Gemiddelde biomassa (in g DW/m²) per OMES zone op basis van de INBO Benthos-stalen (a), en op basis van de combinatie van Benthos-stalen en Oligochaeten-stalen (b).

Het is interessant te zien dat de gemiddelde benthos productiviteit in vrijwel alle fysiotopen hoger is in de Oligohaliene zone dan in de zone met een Sterke saliniteitsgradiënt en dan in de Zoete zone met lange verblijftijd. Een uitzondering hierin is het fysiotoop Hoog intertidaal wat een tegenovergestelde trend laat zien. De productiviteit is echter overwegend het hoogste in de Zoete zone met korte verblijftijd.



Figuur: Gemiddelde benthos biomassa (in gram ADW per m²) per fysiotoop per zone in 2009.

De grootte van de te evalueren zones (totale aanwezige oppervlak) neemt echter stroomopwaarts af wat er toe leidt dat de totale biomassa in de zone met een Sterke saliniteitsgradiënt vergelijkbaar is met die in de Zoete zone met korte verblijftijd.



Figuur: Totale biomassa (in ton ADW) per OMES zone en voor de gehele Zeeschelde + zijrivieren in 2009

10.2.2.3 FILTERFUNCTIE

Uit de memo RWS-Zeeland (2011) blijkt dat er gezamenlijk ca 4,5 ha aan mosselbanken gesitueerd zijn aan de oostkant van een klein plaatje (nu 'Mosselplaat' gedoopt) gelegen ten zuidoosten van de Lage Springer.

Het gaat hier om volwassen mosselbanken met exemplaren tot 5 a 6 cm lang, goed te traceren op falsecolor luchtfoto's van 2010. Het lijkt er tevens op dat ten minste delen van de banken ook al aanwezig waren in 2008 en 2004 (jaren waarvan luchtfoto's beschikbaar waren). De memo vermeld tevens de aanwezigheid van indicaties dat een deel van de banken in het verleden mosselpercelen moeten zijn geweest hetgeen mogelijk wordt bevestigd door een rapportage die spreekt over voormalige mosselpercelen in de buurt van het vaarwater langs de Paulinapolder (AquaSense, 2004). Er kan dus worden geconcludeerd dat er momenteel (T2009) een mosselbank op natuurlijk substraat in de Westerschelde aanwezig is, waarmee dit onderdeel van de rekenparameter een positieve beoordeling krijgt.

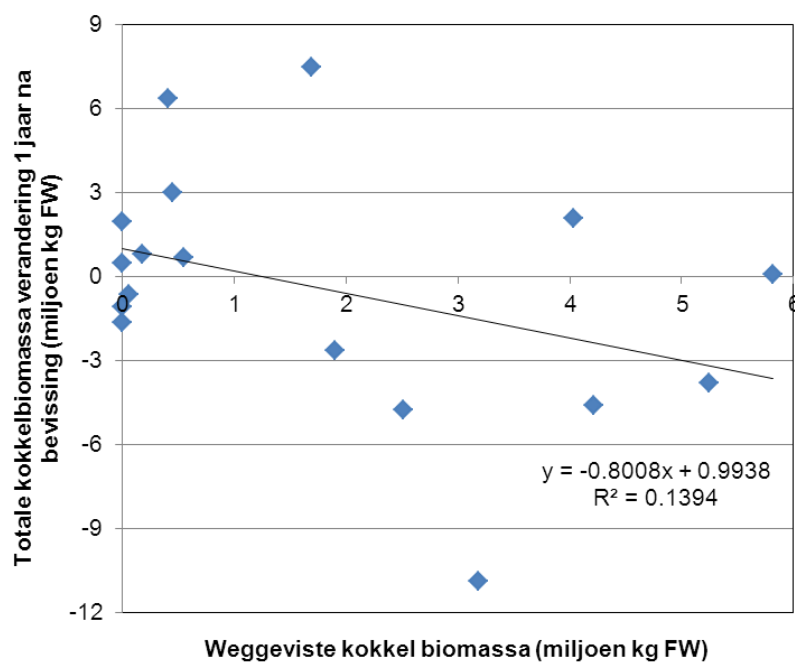
Het valt te voorzien dat mechanische bevissing van kokkel populaties mogelijk een effect heeft op de aan te treffen biomassa aan kokkels, met name in het jaar na de bevissing. Vanaf de website van het Compendium voor de Leefomgeving (www.compendiumvoordeleefomgeving.nl) kunnen de onderstaande data met betrekking tot de visserij worden gedownload (CBS et al., 2012). Door de verhouding opgevisst ten opzichte van niet-opgevisst te bepalen kan een schatting gemaakt worden wat dit betekent voor het aangetroffen/berekende versgewicht aan kokkels, door dezelfde ratio aan te houden.

Kokkelvlees Westerschelde

	Niet opgevisst	Opgevisst	Totaal	% weggevisst
<i>miljoen kg vlees</i>				
1992	0.28	0.30	0.58	0.515863
1993	0.71	0.80	1.51	0.529633
1994	0.04	0.80	0.84	0.954109
1995	0.35	0.75	1.10	0.68334
1996	0.23	0.00	0.23	0
1997	0.27	0.25	0.52	0.484127
1998	2.97	0.63	3.59	0.174079
1999	0.80	0.35	1.15	0.302077
2000	0.23	0.04	0.28	0.154931
2001	0.79	0.01	0.80	0.015005
2002	1.01	0.06	1.06	0.051847
2003	0.63	0.07	0.70	0.094351
2004	3.28	0.15	3.43	0.042585
2005	1.80	0.55	2.35	0.23276
2006	0.24	0.00	0.24	0
2007	0.16	0.00	0.16	0
2008	0.19	0.00	0.19	0
2009	0.01	0.00	0.01	0

Bron: IMARES.

Mechanische kokkelvisserij lijkt inderdaad een negatief effect te hebben op de kokkelbestanden zoals ze het jaar daarna kunnen worden aangetroffen. Ondanks dat er enkel wordt gevisst wanneer er 4 miljoen kg aan versgewicht aanwezig is (en er dus meer wordt gevisst wanneer er meer aanwezig is), laat onderstaande figuur zien dat wanneer er niet of weinig opgevisst wordt er een jaar later overwegend een toename in de biomassa is waar te nemen, terwijl wanneer er rond de 2 miljoen kg of meer aan kokkels wordt weggevisst, er meestal sprake is van een afname van de bestanden (in gewicht) het jaar daarna. De geplote afname (regressielijn) is overigens vanwege de grote variatie niet significant; $p=0.140$. De conclusie is dan ook dat er verschillende factoren een rol spelen bij de afname van de kokkelbestanden en dat het visserij-effect één van de factoren is.



Figuur: Relatie in verandering kokkelbestand 1 jaar na bevissing (toe-/afname in miljoen kg versgewicht) als functie van de biomassa aan weggeviste kokkels.

10.2.2.4 DIVERSITEIT BENTHOS

Voor achtergrond informatie met betrekking tot de resultaten van de analyse van de rekenparameter 'Diversiteit benthos' wordt verwezen naar [Digitale bijlage 9.6.2 Benthos](#), onderdeel van de evaluatie Flora & fauna.

LITERATUUR

- CBS, PBL, Wageningen UR (2012). Kokkels in Waddenzee en Zeeuwse Delta, 1990-2012 (indicator 1239, versie 05, 22 augustus 2012). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
- Memo RWS-Zeeland (2011). Memo Mosselbanken Westerschelde. Memo 29 juni 2011, Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg, 8 pp.
- Van Hoey, G., Drent, J., Ysebaert, T., Herman, P. (2007). The Benthic Ecosystem Quality Index (BEQI), intercalibration and assessment of dutch coastal and transitional waters for the Water Framework Directive. NIOO rapport 2007-02, Yerseke, 242 pp.

10.3 VISSSEN EN VOGELS

10.3.1 BEWERKING AANGELEVERDE DATA

Alle genoemde bestanden en tabellen (in rood weergegeven) zijn te vinden in de map **Bewerkte data / Data Vissen en vogels 10.3** of **Bewerkte data / Data Benthos 9.6** (in welk geval dit wordt vermeld) op de project-site. De toetsparameter 'Vissen en vogels' bestaat uit slechts één rekenparameter (Energie doorstroom voedselweb) die gebruik maakt van de input vanuit diverse onderdelen van de evaluatie. Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van gemiddelde vogeldichtheden aangeleverd vanuit 'Niet-broedvogels' (H 9.3 van Flora en fauna), de MONEOS Westerschelde vis-data inclusief data voor *Crangon crangon* (S-DS-N-004), de KRW vis-data voor de Zeeschelde + zijrivieren (S-DS-V-004a), de MWTL en MOVE macrobenthos data (waaruit ook de krabben worden gestedileerd) van de Westerschelde (S-DS-N-002), de INBO benthos en oligochaeten data voor de Zeeschelde + zijrivieren (S-DS-V-002) en de zoöplankton data voor Vlaanderen (S-EF-V-003). Voor laatstgenoemde is in een laat stadium van de T2009 evaluatie een aangepaste dataset (S-DS-V-002-2) aangeleverd omdat er foutjes in de aangeleverde data waren geconstateerd. We hebben de berekeningen helaas niet meer tijdig met deze set over kunnen doen, maar de verwachting is dat de effecten op de einduitkomst gering zullen zijn (gezien de vergelijkbare resultaten van Speybroeck et al. (in prep.) met onze bevindingen).

Eveneens wordt er gebruik gemaakt van de aangeleverde ecotopenkaarten voor de Westerschelde. In een laat stadium van de T2009 evaluatie is een aangepaste dataset (S-DS-V-002-2) aangeleverd omdat er foutjes in de aangeleverde data waren geconstateerd. We hebben de berekeningen helaas niet meer tijdig met deze set over kunnen doen, maar de verwachting is dat de effecten op de einduitkomst gering zullen zijn (gezien de vergelijkbare resultaten van Speybroeck et al. (in prep.) met onze bevindingen).

Alle trends met bijbehorende significantie niveaus zijn berekend met behulp van TATOO v1.7 (IMDC, 2012). Waardes gerapporteerd voor T2009 zijn berekend volgens de waargenomen trends voor het jaar 2009. Bij het ontbreken van een significante trend wordt de waarde voor T2009 op het gemiddelde (eventueel met standaard deviatie) voor de te evalueren periode gesteld. De in de rapportage (hoofd-document) en digitale bijlagen weergegeven grafieken zijn opgemaakt in Excel.

10.3.1.1 ENERGIE DOORSTROOM VOEDSELWEB

De toetsparameter 'Vissen en vogels' bestaat uit 1 rekenparameter; 'Energie doorstroom voedselweb'. Hier wordt in feite geëvalueerd of er sprake is van een juiste balans tussen primaire consumenten en secundaire consumenten in het voedselweb van het gehele Schelde estuarium. Daarbij worden de gegevens met betrekking tot diverse diergroepen opgeschaald naar het systeemniveau en samengevoegd en opgeteld. Daarbij wordt voor de energie doorvoer de afgeleide factor biomassa gebruikt, waarbij er vanuit wordt gegaan dat er een balans is in voedselaanbod en predatiedruk wanneer de biomassa-verhouding tussen de twee rond de 10% ligt of in ieder geval tussen de 1 en de 20 %. Verder mag de verhouding voor een goede beoordeling niet afnemen.

De groep der primaire consumenten is samengesteld uit het benthos, het hyperbenthos en het zoöplankton, en de groep der secundaire consumenten is samengesteld uit de benthivore en zoöplanktivore vissen, de benthivore en omnivore vogels en de krabben.

De databeschikbaarheid overziende hebben we er voor gekozen om deze rekenparameter voor ieder jaar gedurende de periode 1992–2009 te berekenen, waarbij voor diverse groepen de biomassa voor bepaalde jaren dient te worden geschat omdat het cruciaal is dat voor ieder te evalueren jaar dezelfde fauna-groepen en type data in de berekening worden betrokken. Indien de biomassa niet te berekenen was, hebben we er voor gekozen om voor dat jaar en die groep het gemiddelde van het voorafgaande en het

opvolgende jaar te nemen, dan wel bij het ontbreken van oudere data de waarde van het eerste bekende jaar aan te houden. Verder dient er ook een keuze gemaakt te worden in hoe de biomassa wordt uitgedrukt. Deze is namelijk voor de verschillende groepen hetzij als drooggewicht (DW) of asvrij drooggewicht (ADW) of als natgewicht (WW) in de datasets aangeleverd, of in verschillende hoofdstukken in die eenheden vanuit aanwezige aantallen berekend. We hebben er hier voor gekozen om overal het gewicht indien nodig om te rekenen naar natgewicht.

Secundaire consumenten:

Vogels:

Voor de vogels dient een selectie te worden gemaakt van de omnivore en benthivore soorten. De evaluatie methodiek (Holzhauer et al., 2011) geeft een indeling van in het estuarium voorkomende vogels naar voedingswijze (Tabel 3-2) maar vermeldt dat dit geen compleet overzicht is. We hebben de geïdentificeerde soorten aangehouden, er 2 soorten (Oeverloper en Grutto) aan toegevoegd, en 5 soorten buiten de analyse gelaten daar er voor die soorten (Tafeleend, Kuifeend, Krombekstrandloper, Kempphaan, Watersnip) geen gemiddelde dichtheden zijn aangeleverd. We verwachten dat het ontbreken van die soorten geen grote invloed heeft op de totale aanwezig benthivore en omnivore vogel biomassa, daar het om in het Schelde-estuarium niet al te talrijk en anders vrij lichte (in termen van biomassa) soorten gaat. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de in de berekeningen betrokken soorten met hun uit de literatuur (en hier voor de berekeningen) gebruikte gewicht in grammen versgewicht. Daar waar substantiële variatie in gewicht te verwachten is (met de seizoenen of onderscheid tussen geslachten) is een gemiddelde waarde voor volwassen dieren aangehouden, waarbij in de tabel de bron (steeds een website) is aangegeven.

Tabel: Overzicht in berekeningen meegenomen benthivore en omnivore vogelsoorten met hun gemiddelde gewicht (gram versgewicht).

Soort	Biomassa per exemplaar (g)	bron
Krakeend	945	watervogelbond.be
Wintertaling	350	wnf.nl
Pijlstaart	800	eendenhof-dekluis.be
Slobeend	600	potvis.org
Bergeend	1050	aviornis.nl
Scholekster	540	ecomare.nl
Kluut	315	wnf.nl
Bontbekplevier	64	ecomare.nl
Strandplevier	48	ecomare.nl
Goudplevier	220	ecomare.nl
Zilverplevier	240	ecomare.nl
Kievit	230	ecomare.nl
Kanoetstrandloper	140	ecomare.nl
Drieteenstrandloper	59	ecomare.nl
Bonte Strandloper	48	ecomare.nl
Rosse Grutto	335	ecomare.nl
Wulp	885	ecomare.nl
Zwarte Ruiter	170	ecomare.nl
Tureluur	110	ecomare.nl

Groenpootruiter	200	potvis.org
Steenloper	120	ecomare.nl
Oeverloper	55	potvis.org
Grutto	390	wildlife.hetdierenrijk.nl

De vogeldata zijn als gemiddelde aantallen voor het gehele Schelde-estuarium aangeleverd vanuit H 9.3 Niet-broedvogels (Flora en fauna); zie het tab-blad 'Aangel vogels IMARES' van de Excel-file '10% energie doorstroom'. Deze waarden zijn vermenigvuldigd met het gemiddelde soortelijke gewicht per soort, omgezet in kilogrammen versgewicht en gesommeerd voor de gehele groep der benthivore en omnivore vogels per jaar (zie het tab-blad 'Overzicht-tabel' van de Excel-file '10% energie doorstroom'. Voor alle te evalueren jaren met uitzondering van 2009 waren vogelgegevens voor het gehele systeem beschikbaar; voor 2009 is daarom het berekende totaal van 2008 overgenomen.

Vissen:

Met betrekking tot de vissen zijn de benthivore en de zoöplanktivore exemplaren geselecteerd. De methodiek (Holzhauer et al., 2011) geeft reeds een indeling van de soorten in voedingswijzes (Tabel 3-1), waarbij deze echter verschilt voor juveniele en adulte exemplaren van diverse soorten. Tevens zijn er verschillende soorten die foerageren op meerdere voedselgroepen. Dit is opgelost door het aanwezige gewicht per soort te delen door het aantal voedingswijzes, en enkel de benthivore en zoöplanktivore fracties mee te tellen (we zijn voor de Zeeschelde tevens uitgegaan van een vergelijkbare aanwezigheid van juveniele biomassa ten opzichte van adulte biomassa per soort aangezien de aangeleverde data geen onderscheid maakt in levensfase en/of grootte-klasse. De aangeleverde data (zie tab-blad 'INBO ZS vis' van het Excel-bestand '10% energie doorstroom') bevatten totale biomassa per soort in versgewicht per fuikdag. Het omrekenen van fuikdagvangsten naar biomassa dichtheden is een lastige exercitie waarover naar ons weten weinig tot niets is gepubliceerd. Uiteraard is dit een gevolg van de soortafhankelijk vangst-afstand van fuiken en de heersende abiotische omstandigheden. We hebben hier besloten te werken met een default waarde van 25 ha als gemiddelde trap-range voor 1 fuikdag. Dat betekent dat gemiddeld de vissen in een gebied van 500 bij 500 meter worden gevangen met een fuik die 1 dag is uitgezet. (Het feit dat daarmee uiteindelijk de berekende biomassa dichtheid in 2009 in dezelfde orde van grootte ligt als in de Westerschelde ondersteunt de bruikbaarheid van de waarde; zie 'Digitale bijlage 10.3.2 Vogels en vissen'). Er zijn data beschikbaar voor de jaren 2003-2006 en 2008 en 2009. De berekende biomassa's per hectare worden opgeschaald naar systeemniveau aan de hand van het beschikbare sublitorale en litorale oppervlak per zone (gebruikmakende van de ecotopenkaarten van 2001 en 2010, waarbij voor de jaren 2003-2005 de kaart van 2001 is gebruikt, en voor de jaren 2006, 2008 en 2009, de kaart van 2010). De fuiken zijn ingedeeld in 3 zones in het aangeleverde bestand. Het beschikbare oppervlak is voor de zones berekend waarbij een mesohaliene (bestaande uit de OMES segment 9), een oligohaliene (bestaande uit de OMES segmenten 10-14) en een zoete zone (bestaande uit de OMES segmenten 15-19, de Rupel en de Durme) wordt onderscheiden. Onderstaande tabel geeft de oppervlaktes waarmee is verder gerekend; voor de berekeningen vanuit de fysiotopen x zones, zie tab-blad 'Oppervlak fysiotopen' uit het Excel bestand 'QCTbIBENTHOSdichth' te vinden in de map 'Bewerkte data / Data Benthos 9.6'.

Tabel: Berekende oppervlak (in hectare) voor
3 samengestelde zones van de Zeeschelde op
basis van de ecotopenkaarten van 2001 en
2010.

Samengestelde zone	2001	2010
Mesohalien	951.10	956.6544
Oligohalien	2352.8272	2487.799
Zoet	867.9737	860.3012

Sommering van de gevonden totale biomassa's per samengestelde zone per soort leidt tot de totale berekende biomassa voor de Zeeschelde + zijrivieren per soort (zie tab-blad 'INBO ZS vis' van het Excel-bestand '10% energie doorstroom'). De bovengenoemde wegingsfactor met betrekking tot de voedingswijze is gemiddeld voor de soorten met verschillende voedingswijzen voor juvenielen en adulten er van uit gaande dat deze in gelijke verhouding gevonden kunnen worden. Dit kan voor bepaalde soorten een onder- dan wel overschatting betekenen, maar we verwachten niet dat deze rekenstap grote invloed op de totale berekende 'gewogen' biomassa zal hebben (het inschatten van het percentage juvenielen dan wel adulten in het systeem zal ook voor een schattingsfout zorgen, dus die exercitie hebben we niet uitgevoerd). De biomassa's zijn vervolgens vermenigvuldigd met de berekende wegingsfactor voor de voedingswijze om zo na sommatie van de uitkomsten per soort te komen tot de berekende 'gewogen' benthivore en zoöplanktivore vissen biomassa (zie tab-blad 'Overzicht-tabel' van het Excel-bestand '10% energie doorstroom').

Tabel: Rekentabel ter inschatting van de benthivore en zoöplanktivore vissen biomassa met wegingsfactoren voor de in de Zeeschelde aangetroffen soorten.

Nederlandse soortnaam	Latijnse naam	Levensfase	Wegingsfactor voedingswijze	Gemiddelde wegingsfactor juvenielen en adulten
Adderzeenaald	<i>Entelurus aequoreus</i>	juv+adult	1	1
Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	juv	0.5	0.5
Atlantische steur		juv	1	0.75
Atlantische steur		adult	0.5	
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	juv	1	0.75
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	adult	0.5	
Bermpje		juv+adult	1	1
Bittervoorn		adult	1	1
Blauwbandgrondel		juv+adult	1	1
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	juv	1	0.75
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	adult	0.5	
Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	juv+adult	1	1
Brakwatergrondel		juv+adult	1	1
Brasem		adult	1	1
Dikkopje	<i>Pomatoschistus minutus</i>	juv+adult	1	1
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	juv+adult	1	1

Dwergbolk	<i>Trisopterus minutus</i>	juv+adult	0.5	0.75
Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	juv+adult	1	
Elft		adult	0.5	0.5
Elrits		juv	1	0.67
Elrits		adult	0.33	
Europese meerval		juv	1	1
Fint	<i>Alosa fallax</i>	adult	0.5	0.5
Gestreepte poon		juv+adult	0.5	0.5
Gevlekte grondel	<i>Pomatoschistus sp.</i>	juv+adult	1	1
Grauwe poon	<i>Eutrigla gurnardus</i>	juv+adult	1	1
Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	juv	1	0.75
Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	adult	0.5	
Grote koornaarvis	<i>Atherina presbyter</i>	adult	0.5	0.5
Grote modderkruiper		juv+adult	1	1
Grote zandspiering		juv	1	1
Grote zeenaald	<i>Syngnathidae</i>	juv	1	0.88
Grote zeenaald	<i>Syngnathidae</i>	adult	0.75	
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	juv+adult	1	1
Horsmakreel	<i>Trachurus trachurus</i>	juv+adult	0.5	0.5
Houting		juv+adult	1	1
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	juv	1	0.75
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	adult	0.5	
Kleine modderkruiper		juv+adult	1	1
Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	juv+adult	0.5	0.5
Kleine zeenaald	<i>Syngnathidae</i>	adult	1	1
Kopvoorn		juv	1	1
Kortsnuitzeepaardje		juv+adult	1	1
Kroeskarper		juv	0.5	0.5
Kwabaal		juv	1	1
Lozano's grondel	<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	juv+adult	1	1
Makreel		juv+adult	0.5	0.5
Mul	<i>Mullus surmuletus</i>	juv+adult	1	1
Pijlstaartrog		juv+adult	1	1
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	juv+adult	1	1
Pos		juv+adult	1	1
Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	juv+adult	1	1
Rivierdonderpad		juv+adult	1	1
Riviergrondel		juv+adult	1	1
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	juv	1	1
Rode poon	<i>Trigla lucerna</i>	juv	1	0.75
Rode poon	<i>Trigla lucerna</i>	adult	0.5	
Schar	<i>Limanda limanda</i>	juv	1	0.88
Schar	<i>Limanda limanda</i>	adult	0.75	
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	juv+adult	1	1

Serpeling		juv+adult	1	1
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	juv+adult	1	1
Snoek		juv	1	1
Snoekbaars	<i>Stizostedion lucioperca</i>	juv	1	0.75
Snoekbaars	<i>Stizostedion lucioperca</i>	adult	0.5	
Snotolf	<i>Cyclopterus lumpus</i>	juv+adult	1	1
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	juv	1	0.75
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	adult	0.5	
Steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	juv	1	0.88
Steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	adult	0.75	
Tarbot	<i>Psetta maxima</i>	juv+adult	0.5	0.5
Tiendornige stekelbaars		juv+adult	1	1
Tong	<i>Solea solea</i>	juv+adult	1	1
Vetje		juv+adult	1	1
Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	juv+adult	1	1
Vorskwab		juv+adult	0.5	0.5
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	juv	1	0.75
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	adult	0.5	
Winde		juv	1	0.75
Winde		adult	0.5	
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	juv	1	0.88
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	adult	0.75	
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	juv	1	0.75
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	adult	0.5	
Zeeforel		juv	1	0.75
Zeeforel		adult	0.5	
Zeelt		adult	1	1
Zeenaald sp.	<i>Syngnathidae</i>	juv+adult	1	1
Zeepaardje		juv+adult	0.75	0.75
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	juv	1	1
Zeestekelbaars		juv+adult	1	1
Zonnebaars		juv+adult	1	1
Zwarte grondel		juv+adult	0.75	0.75

De methodiek met betrekking tot de vissen biomassa van de Westerschelde volgt de hierboven beschreven methodiek voor de Zeeschelde + zijrivieren. De gegevens voor de Westerschelde zijn afkomstig uit de Demersal Fish Survey data (methodiek garnalenkor) en zijn aangeleverd in biomassa per soort per lengte (cm) klasse per hectare. Zodoende kon naast onderscheid in voedingswijzes ook onderscheid worden gemaakt tussen juvenielen en adulten op basis van de lengte zoals geëxtraheerd uit de Fishbase-database (www.fishbase.org) waarbij de meest representatieve gegevens zijn gebruikt (data bij voorkeur afkomstig uit estuaria in Nederland of België, anders andere wateren in West-Europa). De biomassa's per lengteklasse per soort zijn gesommeerd voor de juvenielen en de adulten (zie onderstaande tabel voor gehanteerde lengte ter onderscheiding juvenielen en adulten per soort).

Tabel: Rekentabel ter inschatting van de benthivore en zoöplanktivore vissen biomassa met wegingsfactoren voor de in de Westerschelde aangetroffen soorten (met onderscheid van levensfase op basis van lengte zoals geëxtraheerd uit de fishbase - database).

Nederlandse soortnaam	Latijnse naam	Levensfase	Wegingsfactor voedingswijze	Onderscheid juvenielen en adulten op basis van lengte (cm)
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	juv+adult	1	all
Fint	<i>Alosa fallax</i>	adult	0.5	≥31
Grote koornaarvis	<i>Atherina presbyter</i>	adult	0.5	≥6
Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	juv+adult	1	all
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	juv+adult	1	all
Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	juv+adult	1	all
Snotolf	<i>Cyclopterus lumpus</i>	juv+adult	1	all
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	juv	1	<41
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	adult	0.75	≥41
Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	juv+adult	0.5	all
Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	juv	0.5	<14
Adderzeenaald	<i>Entelurus aequoreus</i>	juv+adult	1	all
Grauwe poon	<i>Eutrigla gurnardus</i>	juv+adult	1	all
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	juv	1	<51
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	adult	0.5	≥51
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	juv+adult	1	all
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	juv	1	<11
Schar	<i>Limanda limanda</i>	juv	1	<21
Schar	<i>Limanda limanda</i>	adult	0.75	≥21
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	juv+adult	1	all
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	juv	1	<31
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	adult	0.5	≥31
Mul	<i>Mullus surmuletus</i>	juv+adult	1	all
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	juv	1	<21
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	adult	0.5	≥21
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	juv	1	<17
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	adult	0.5	≥17
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	juv	1	<15
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	adult	0.5	≥15
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	juv	1	all
Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	juv+adult	1	all
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	juv	1	<26
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	adult	0.5	≥26
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	juv+adult	1	all
Lozano's grondel	<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	juv+adult	1	all
Dikkopje	<i>Pomatoschistus minutus</i>	juv+adult	1	all

Gevlekte grondel	<i>Pomatoschistus sp.</i>	juv+adult	1	all
Tarbot	<i>Psetta maxima</i>	juv+adult	0.5	all
Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	juv	1	<36
Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	adult	0.5	≥36
Tong	<i>Solea solea</i>	juv+adult	1	all
Snoekbaars	<i>Stizostedion lucioperca</i>	juv	1	<36
Snoekbaars	<i>Stizostedion lucioperca</i>	adult	0.5	≥36
Grote + Kleine zeenaald	<i>Syngnathidae</i>	juv+adult	1	all
Horsmakreel	<i>Trachurus trachurus</i>	juv+adult	0.5	all
Rode poon	<i>Trigla lucerna</i>	juv	1	<26
Rode poon	<i>Trigla lucerna</i>	adult	0.5	≥26
Steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	juv	1	<23
Steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	adult	0.75	≥23
Dwergbolk	<i>Trisopterus minutus</i>	juv+adult	0.5	all
Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	juv+adult	1	all

Berekende biomassa's zijn vermenigvuldigd met het beschikbare oppervlak (subtidale en de helft van het intertidale oppervlak per zone) voor opschaling naar het niveau van de Westerschelde, waarbij de jaren 1992-1999 zijn gekoppeld aan de ecotopenkaart van 1996, de jaren 2000-2002 aan de ecotopenkaart van 2001, de jaren 2003-2006 aan de kaart van 2004, de jaren 2007-2008 aan de kaart van 2008 en het jaar 2009 aan de kaart van 2010. Zie onderstaande tabel van de gebruikte beschikbare oppervlaktes en het Excel-bestand 'Opp Ecotopen WS' in de map 'Bewerkte data / Data Vissen en vogels 10.3', voor de berekeningen vanuit de zones x ecotopen.

Tabel: Berekende oppervlak (in m²) voor de Westerschelde op basis van de ecotopenkaarten van verschillende jaren.

1996	2001	2004	2008	2010
2.34E+08	2.76E+08	1.91E+08	1.85E+08	2.33E+08

Krabben:

Hoewel een klein aantal soorten voor de Zeeschelde en de zijrivieren wordt genoemd in de niet-kwantitatieve bemonstering van de VMM, kwamen er geen krabben voor in de INBO bemonstering. Uiteraard is een monitoring met steekbuizen ook niet ideaal voor de opvolging van krabbenpopulaties. In de Westerschelde worden 5 soorten krabben frequent in de monsters aangetroffen; *Carcinus maenas*, *Liocarcinus arcuatus*, *Macropodia parva*, *Pisidia longicornis* en *Portumnus latipes*. De biomassa voor deze soorten is conform die voor het overige macrobenthos (zie hieronder) doorberekend naar de gehele Westerschelde. Als conversiefactor voor de omrekening van asvrij drooggewicht naar natgewicht is de factor 0.13 (ADW/WW als gemiddelde voor de krabbensoorten volgens Escaravage et al., 2011) gehanteerd.

Primaire consumenten:

Macrobenthos:

De totale biomassa aan benthos voor de Zeeschelde + zijrivieren is reeds berekend voor de rekenparameter '30 ton ADW aan benthos', zie **Digitale Bijlagen 10.2.1 Macrozoöbenthos**. Totale biomassa's zijn bepaald voor de jaren 1999, 2002, 2005, 2008 en 2009; de overige jaren zijn op de eerder omschreven standaard

wijze ingevuld; voor berekeningen zie het tab-blad 'Totale biomassa' en voor de invulling van de hiaten het tab-blad 'Rekenblad biomassa' van het Excel-bestand 'QCTtblBENTHOSdichth'. Het asvrij drooggewicht (ADW) is daarbij via een voor benthos gemiddelde conversiefactor ($ADW/WW = 0.116$, naar Escaravage et al., 2011) omgerekend in natgewicht.

De gemiddelde biomassa aan macrobenthos is met betrekking tot de Westerschelde reeds als Verklarende parameter onder Flora en fauna (H 9.6 Benthos) berekend per OMES zone, waarbij eerst gemiddelden zijn berekend per jaar en per ecotoop, die vervolgens naar oppervlakte ratio van de ecotopen (gebruikmakende van de voor het berekende jaar meest relevante ecotopen kaart) zijn uitgemiddeld naar de volledige zone (zie tevens **Digitale Bijlagen 9.6.1 Benthos**). Deze data kunnen naar oppervlakte ratio van de OMES zones (zie tabel hieronder voor oppervlaktes) worden opgeschaald naar de totale biomassa voor de Westerschelde. Ook hier is het ADW via een standaardconversie (zelfde factor als voor de Zeeschelde + zijrivieren; 0.116) omgerekend naar WW. De biomassa is te berekenen voor alle jaren behorende tot de periode 1992–2009 (zie tab-blad 'Overzicht-tabel' van het Excel-bestand '10% energie doorstroom').

Tabel: Berekende oppervlak (in m²) voor de zones van de Westerschelde op basis van de ecotopenkaarten van verschillende jaren.

	1996	2001	2004	2008	2010
Mesohaliene zone	65892918	66050585	67508975	62228776	67235763
Polyhaliene zone	79626908	1.21E+08	78790755	80753915	79103681
Mondingsgebied	1.26E+08	1.25E+08	81679064	76367648	1.22E+08

Hyperbenthos:

Met betrekking tot de totale biomassa aan hyperbenthos voor de Zeeschelde + zijrivieren zijn geen data aangeleverd (hoewel er naar verluid waarnemingen van aas- en steurgarnalen in de fuikvangsten worden bijgehouden) zodat deze groep niet in de berekeningen is meegenomen.

Ook met betrekking tot de Westerschelde is er geen compleet overzicht van het hyperbenthos, maar wordt wel de dominante soort; *Crangon crangon* (de Grijze garnaal) met de garnalenkor (Demersal fish survey) gemonitord waardoor de aantallen per hectare per milimeter lengteklasse bekend zijn. Wederom worden de data naar het totale oppervlak van de Westerschelde (aan de hand van ecotopenkaarten waarbij het sublitoraal en de helft van het litoraal als effectief habitat is genomen) opgeschaald (zie voor gehanteerde oppervlaktes de tabel onder vissen Westerschelde). De aantallen zijn via een soortspecifieke lengte-gewicht regressie omgerekend naar asvrijdrooggewicht en vervolgens via een soortspecifieke conversiefactor (0.165) omgerekend naar natgewicht (beschikbaar vanuit NIOZ-data, gerapporteerd in Escaravage et al., 2011). Data zijn beschikbaar voor de gehele periode 1992-2009. Zie voor berekeningen tab-blad 'Crangon crangon WS' en 'Overzicht-tabel' van het excel-bestand '10% energie doorstroom'

Tabel: Gehanteerde regressie vergelijking voor omrekening lengtes (cm) in asvrij drooggewicht (mg) en gehanteerde conversie factor (ADW/WW) voor omrekening van asvrij drooggewicht naar natgewicht (mg).

Regressie vergelijking	$2.799 * (\text{lengte})^{-2.421}$
Conversie factor	0.165

Zoöplankton:

De ontwikkeling in zoöplankton biomassa per zone in de Zeeschelde + zijrivieren is reeds berekend als verklarende parameter in H 9.8 Zoöplankton. Daarbij is de gemiddelde biomassa per kubieke meter in drooggewicht reeds berekend en beschikbaar voor de jaren 1995-2009 (enkel voor de Rupel en de Durme zijn de data voor 1995-2000 overgenomen van het jaar 2001 en voor 2007-2008 geïnterpoleerd vanuit de

jaren 2006 en 2009). De jaren voorafgaand aan 1995 zijn ingevuld met de waarden van 1995. Wederom zijn de drooggewichten omgerekend in natgewichten gebruikmakende van de best aansluitende conversiefactor uit Escaravage et al. (2010), namelijk met $ADW/WW = 0.13$ (zie voor omrekening totale biomassa per jaar het tab-blad 'Overzicht-tabel' van het excel-bestand '10% energie doorstroom'). Opschaling dient te geschieden aan de hand van volume eenheden per zone. Vanwege het ontbreken van dergelijke volume berekeningen vanuit de huidige methodiek hebben we bruikbare getallen uit de literatuur betrokken en hebben we de door Hellings et al. (2001) gegeven waarden voor alle jaren gebruikt waarbij we voor de zoete zones en zijrivieren de aannames hebben moeten doen dat de gemiddelde diepte voor deze zones vergelijkbaar is, waarmee de volume verhoudingen hetzelfde zijn als de uit de ecotopenkaarten bekende oppervlakte verhoudingen. De oppervlakte - en volume verhouding tussen de Zoete zone met lange verblijftijd en de Zoete zone met korte verblijftijd is als 7 : 5. De Rupel en de Durme verhouden zich vervolgens respectievelijk als 4 : 5 en 4 : 25 ten opzichte van de Zoete zone met korte verblijftijd (zie voor berekeningen het tab-blad 'Zooplankton ZS' van het Excel-bestand '10% energie doorstroom'). Onderstaande tabel geeft de gehanteerde volumes.

Tabel: Gerapporteerd volume (m³) van de Westerschelde en de zones van de Zeeschelde door Hellings et al. (2001), en de daaruit op basis van de oppervlak-verhouding berekende volumes waarmee zoöplankton data zijn opgeschaald naar het systeem-niveau.

	Wester-schelde	Saliniteits-gradiënt	Oligohaliene zone	Zoet - Lang Verblijf	Zoet - Kort Verblijf	Rupel	Durme
Hellings et al., 2001	2480000000	219000000	31000000	48000000			
Hier gehanteerd	2480000000	219000000	31000000	28000000	20000000	16000000	3200000

De zoöplankton monitoring in de Westerschelde is pas recentelijk opgestart (data zullen bij volgende evaluaties dus wel beschikbaar zijn), waardoor we hier afhankelijk zijn van literatuurgegevens. Escaravage & Soetaert (1995) geven de gemiddelde biomassa aan *Eurytemora affinis* en *Acartia tonsa* (de 2 dominante soorten in de Westerschelde) die we hier voor alle jaren hebben overgenomen en hebben omgerekend naar de biomassa voor de gehele Westerschelde via het volume gegeven door Hellings et al. (2001) (zie bovenstaande tabel) (zie voor berekeningen het tab-blad 'Zooplankton ZS' van het Excel-bestand '10% energie doorstroom').

Verhoudingen:

Om de verhoudingen tussen primaire en secundaire consumenten en de afzonderlijke ontwikkelingen uit te zetten zijn de berekende biomassa's per groep voor ieder jaar gesommeerd (tab-blad 'Overzicht-tabel' van het excel-bestand '10% energie doorstroom').

LITERATUUR

Escaravage, V., Hummel, H., Blok, D., Dekker, A., Engelberts, A., Van Hoesel, O., Kleine Schaars, L., Markusse, R., Meliefste, T., Sijstermans, W., Wijnhoven, S. (2011). Macrozoöbenthosonderzoek MWTL in de Delta, 2010. Waterlichamen: Grevelingenmeer en Veerse Meer (voor en najaar), Oosterschelde en Westerschelde (najaar). NIOO-CEME rapportage, Monitotr Taskforce Publication Series 2011 – 09, 110 pp.

- Escaravage, V., Soetaert, K. (1995). Secondary production of the brackish copepod communities and their contribution to the carbon fluxes in the Westerschelde estuary (The Netherlands). *Hydrobiologia* 311, 103-114.
- Hellings, L., Dehairs, F., Van Damme, S., Baeyens, W. (2001). Dissolved inorganic carbon in a highly polluted estuary (the Scheldt). *Limnology and Oceanography* 46, 1406-1414.

10.3.2 RESULTATEN REKENPARAMETERS

10.3.2.1 ENERGIE DOORSTROOM VOEDSELWEB

De berekende biomassa's per fauna groep zijn omgezet in ton versgewicht en gerapporteerd voor ieder jaar. Daarbij zijn ontbrekende data ingevuld door interpolatie (waarden voor jaren er voor en er na worden gemiddeld om het ontbrekende jaar in te vullen) of extrapolatie (de laatste bekende waarde is overgenomen voor alle ontbrekende jaren voor of na die tijd).

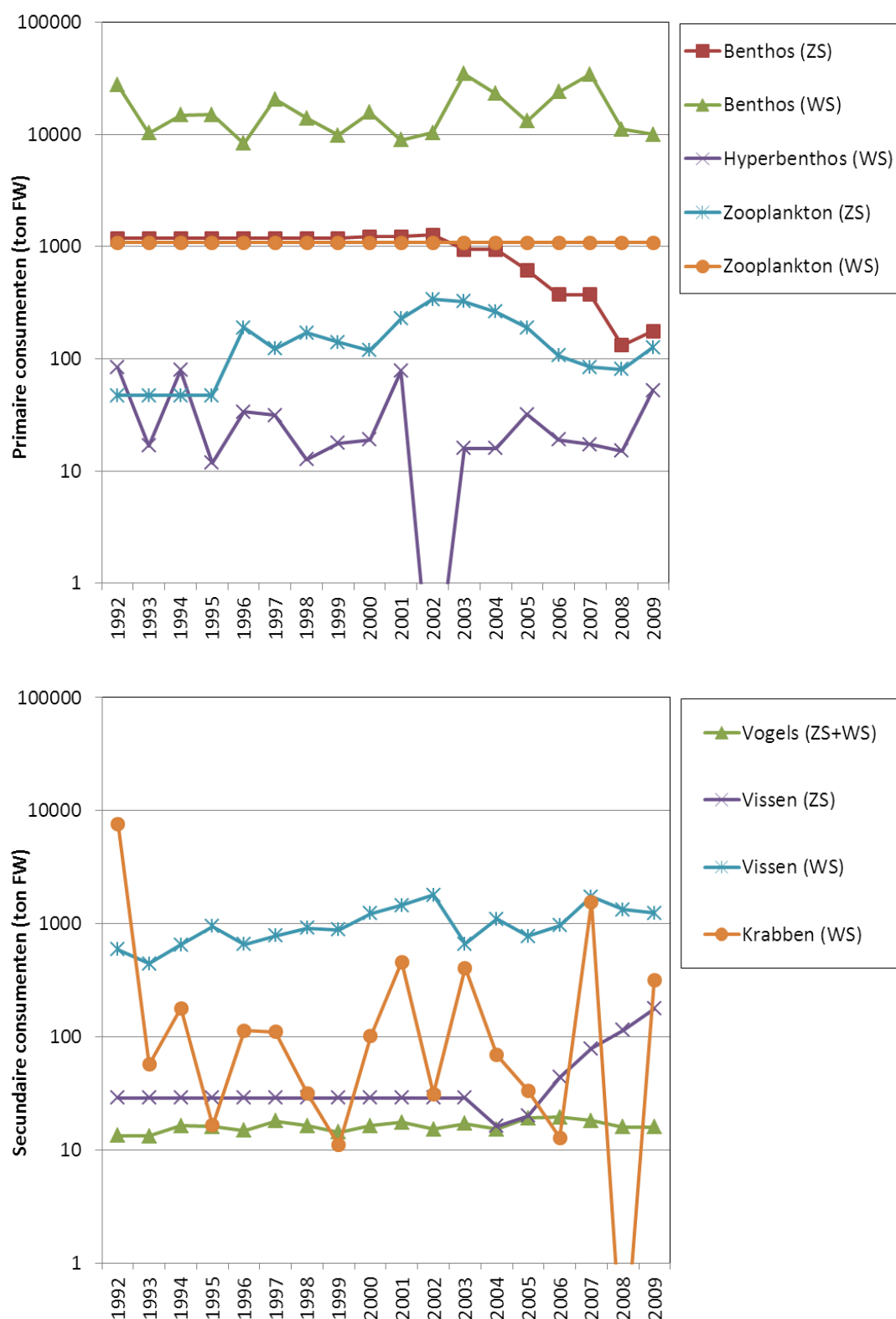
Zeker zo interessant als de verhoudingen tussen de primaire en secundaire consumenten groepen zijn de afzonderlijke ontwikkelingen van de fauna groepen. Onderstaande grafieken geven die ontwikkelingen weer.

De biomassa van de groep der primaire consumenten wordt vrijwel geheel bepaald door de ontwikkelingen van het benthos van de Westerschelde. Daarvan weten we dat die bepaald worden door een gering aantal dominante schelpdieren in het systeem. Zo valt het op dat de benthos biomassa fluctuaties vertoont met enkele pieken in de biomassa, waarbij de piek in 2007 kan worden verklaard door een hoge *Ensis directus* (Amerikaanse zwaardschede) biomassa, en de piek in 2003 eerder te relateren is aan *Crassostrea gigas* (de Japanse oester); beiden exoten. De benthos biomassa in de Westerschelde neigt de afgelopen 18 jaar naar een lichte toename, waarvoor we in hoofdstuk 9.6 hebben gezien dat die significant is in de Polyhaliene zone.

De totale benthos biomassa in de Zeeschelde + zijrivieren ligt momenteel meer dan een factor 10 lager dan in de Westerschelde, wat betekent dat de biomassa dichtheid in Vlaanderen momenteel lager is dan in Nederland (het oppervlakte verschil is namelijk ongeveer een factor 10). De benthos biomassa in de Zeeschelde neigt naar een afname over de gehele periode. Er zijn echter geen data beschikbaar van voor 2002, het is dus onduidelijk of de hoge biomassa (toenmaals volledig op conto van de oligochaeten) ook gedurende de jaren 90 aanwezig is geweest.

Met betrekking tot het zoöplankton van de Westerschelde moeten we terugvallen op een waarde voor de jaren 90 op basis van de 2 in biomassa dominante soorten. Over ontwikkelingen valt dus niets te zeggen, maar het lijkt er op dat de zoöplankton biomassa van de Westerschelde de benthosbiomassa van de Zeeschelde in potentie kan overstijgen.

De totale zoöplankton biomassa in de Zeeschelde is enigzins onzeker omdat gewichten vanuit aantallen zijn berekend en er onzekerheid bestaat over de constantheid van het gehanteerde determinatie niveau. Het is zeer wel mogelijk dat veranderingen in totale biomassa worden gemist wanneer enkel de dichtheden worden gevolgd, omdat veranderingen in gemiddeld soortelijk gewicht en de populatiestructuur (met betrekking tot het ontwikkelingsstadium) zo worden gemist. In de totale biomassa van het Schelde estuarium lijkt het zoöplankton van de Zeeschelde een minimale rol te vervullen. Dit geldt momenteel ook voor de gevonden waarden voor het hyperbenthos (enkel data voor de Westerschelde), maar daar dit hier enkel de Grijze garnaal betreft, kan de totale biomassa hier wel enigzins worden onderschat.



Figuur: Ontwikkelingen in de afzonderlijke groepen die a) de primaire consumenten van het Schelde-estuarium en b) de secundaire consumenten van het Schelde-estuarium vertegenwoordigen, zoals berekend en/of geëxtrapoleerd vanuit de aangeleverde data.

Met betrekking tot de secundaire consumenten is een opvallend resultaat dat de berekende 'gewogen'

benthivore en zoöplanktivore vissenbiomassa in de Westerschelde significant toe neemt. Dit is tevens de groep die in belangrijke mate de totale biomassa der secundaire consumenten bepaald. Wel dienen we een slag om de arm te houden met betrekking tot de krabben, die nu met uitschieters in bepaalde jaren de biomassa mede kunnen domineren, maar waarbij het de vraag is of dit werkelijke populatie fluctuaties zijn of een artefact van de monitoring methodiek. Met betrekking tot de benthivore en omnivore vissen is weinig bekend van de biomassa voor 2003 in de Zeeschelde, maar momenteel lijken deze populaties een toename te vertonen. De benthivore en omnivore vogel biomassa voor het gehele estuarium lijkt ook enigszins toe te nemen, wat een positieve ontwikkeling zou kunnen zijn. Ten opzichte van de biomassa aan vissen valt de vogelbiomassa in de secundaire consumenten groep echter in het niets.