



Ontwikkelingen van bodemgebonden vis en epibenthos in de Oosterschelde in de periode 1970-2018

Auteurs: I.M. Mulder, Tulp, I., Ysebaert, T.

Wageningen University &
Research rapport C024/20

Ontwikkelingen van bodemgebonden vis en epibenthos in de Oosterschelde in de periode 1970-2018

Auteur(s): I.M. Mulder, Tulp, I., Ysebaert, T.

Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research
Yerseke, 22 april 2020

Wageningen Marine Research rapport C024/20

Opdrachtgever: Deltares
T.a.v.: Arno Nolte
Boussinesqweg 1
2629 HV Delft

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/518404>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door Dr. M.C.Th.
Scholten, Algemeen directeur

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V29 (2019)

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Materiaal en methoden	6
2.1 DFS survey	6
2.2 Data analyse	7
2.3 Overige gegevens	8
3 Resultaten	9
3.1 Samenstelling visgemeenschap Oosterschelde	9
3.2 Totale biomassa en totale dichtheid	11
3.3 Ecologische gildes	13
3.4 Voedselgildes	15
3.5 Individuele soorten	17
3.6 Ontwikkelingen lengteverdeling	18
3.7 Overige gegevens	19
4 Conclusies en discussie	21
5 Kwaliteitsborging	23
Literatuur	24
Verantwoording	25
Bijlage 1: Soortenlijst	26
Bijlage 2: Lengteverdeling per soort	28

Samenvatting

In het kader van de systeemrapportage Oosterschelde zijn de ontwikkelingen van vis in de Oosterschelde geanalyseerd gebruik makend van de data uit de Demersal Fish Survey (DFS) die sinds 1970 elk jaar wordt uitgevoerd in onder andere de Oosterschelde waarbij de op de bodem levende vis en bodemdieren worden bemonsterd met een garnalenkor. Met deze methode wordt een deel van de visgemeenschap bemonsterd: grotere, snel zwemmende vis en vissen in de waterkolom vallen buiten het bereik van de methode. De tijdseries van dichtheid en biomassa van de totale hoeveelheid gevangen vis zijn geanalyseerd, naast algemene trends van vissoorten die zijn gegroepeerd in ecologische- en voedselgildes. Daarnaast zijn een aantal individuele soorten geanalyseerd, waaronder commerciële soorten zoals schol, tong en bot waarvoor de Oosterschelde fungeert als een kinderkamer. Alle trends zijn berekend voor de Oosterschelde als geheel en per deelgebied: de monding, het middengebied, de noordtak en de kom.

Zowel de biomassa als dichtheden laten een sterke daling zien vanaf ca. 1986, met een korte opleving net voor 2000, gevolgd door een verdere daling. Ook voor sommige individuele soorten zoals schol en schar is een sterke daling waarneembaar, en lijkt het omslagpunt te liggen rond 1988. Daarnaast is er in alle deelgebieden, vooral in de monding en het middengebied van de Oosterschelde, rond 2005 een sterke daling te zien in visbiomassa. De ontwikkelingen zijn ook waarneembaar in de gildes. Zo wordt de biomassa voornamelijk gedomineerd door mariene juvenielen maar sinds 2010 verschuift het grootste aandeel van de biomassa voornamelijk naar estuariene residenten zoals grondel, zandspiering, vijfdradige meun, zeedonderpad, glasgrondel en zwarte grondel. De verschuiving is het duidelijkst te zien in de kom waar in 2018 bijna de gehele biomassa wordt vertegenwoordigd door estuariene residenten. Vergelijkbare ontwikkelingen zijn zichtbaar in de voedselgildes waar groepen zoals planktivoren en piscivoren een steeds groter deel van de biomassa gaan vertegenwoordigen.

Naast de trends in dichtheden en biomassa laten bepaalde soorten een sterkere verandering zien in lengteverdeling over de tijd dan andere soorten. Zo zijn voornamelijk voor platvis zoals schol, schar en tong veranderingen te zien waarbij een afname te zien is in individuen groter dan 10 cm. Dit vormt ook een groot deel van de verklaring van de afname in biomassa. Ontwikkelingen in andere soorten zoals zeebaars zijn lastiger te interpreteren aangezien er met het gebruikte tuig en de gehanteerde vissnelheid wel juveniele maar geen volwassen zeebaars gevangen wordt.

Vergelijkbare dalende trends in biomassa, dichtheden en grootte zijn waarneembaar in de Waddenzee en de kustgebieden, die eenzelfde functie hebben als de Oosterschelde voor kinderkamersoorten. Hierbij spelen waarschijnlijk factoren op een regionale schaal zoals temperatuurveranderingen en mogelijk veranderingen in voedselaanbod, predatiedruk en visserij een rol. Dit wijst er mogelijk op dat niet alleen lokale factoren (e.g. voedselaanbod) de oorzaak zijn van de afname van visbiomassa en dichtheden, maar dat ook andere factoren zoals de stijging van de watertemperatuur door klimaatverandering invloed kunnen hebben. Opvallend hierbij is wel dat in de kustgebieden de neergaande trend zich ook weer heeft gekeerd, maar in de Oosterschelde en Waddenzee niet. Voor begrip van dergelijke trendmatige gebiedspecifieke veranderingen is een gedetailleerde studie nodig. Mogelijk biedt een vergelijking met de Westerschelde (als niet afgesloten zeearm) hier enig houvast, maar waarschijnlijk is een mechanistische studie naar welke processen verantwoordelijk zijn voor de waargenomen veranderingen noodzakelijk.

1 Inleiding

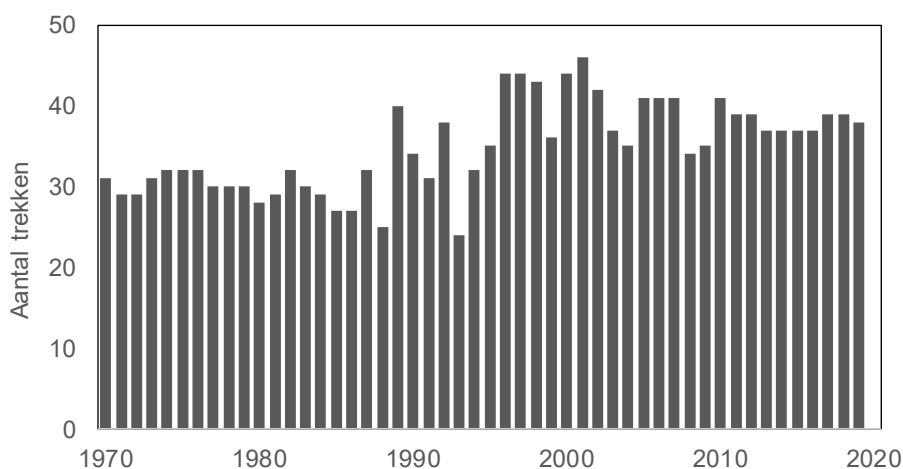
In het kader van de systeemrapportage Oosterschelde zijn de ontwikkelingen van vis in de Oosterschelde geanalyseerd. Gegevens voor de visanalyse zijn gebaseerd op de Demersal Fish Survey (DFS) die sinds 1970 wordt uitgevoerd in onder andere de Oosterschelde. Iedere nazomer (september-oktober) wordt de survey uitgevoerd met als doel het monitoren van bodemvis en epibenthos in ondiepe kustwateren. Omdat deze survey al 50 jaar wordt uitgevoerd, levert deze een belangrijke tijdreeks aan gegevens over de ontwikkeling van vis- en epibenthosfauna. Daarnaast zetten we in deze rapportage beschikbare informatie uit andere bronnen op een rij die mogelijk verdere inzichten geeft in de ontwikkelingen van vis in de Oosterschelde. In 2003 is op basis van de DFS data een eerdere analyse uitgevoerd waarbij expliciet onderzocht is of veranderingen gerelateerd konden worden aan de ingebruikname van de Oosterscheldekering in 1986 en de sluiting van de compartimenteringsdammen (Oesterdam en Philipsdam) in respectievelijk 1986 en 1987 (Deerenberg *et al.* 2003). In de nu uitgevoerde analyse worden mogelijke oorzaken van veranderingen in de visstand benoemd, maar een gedetailleerde analyse hiervan vormt geen onderdeel van deze studie.

2 Materiaal en methoden

2.1 DFS survey

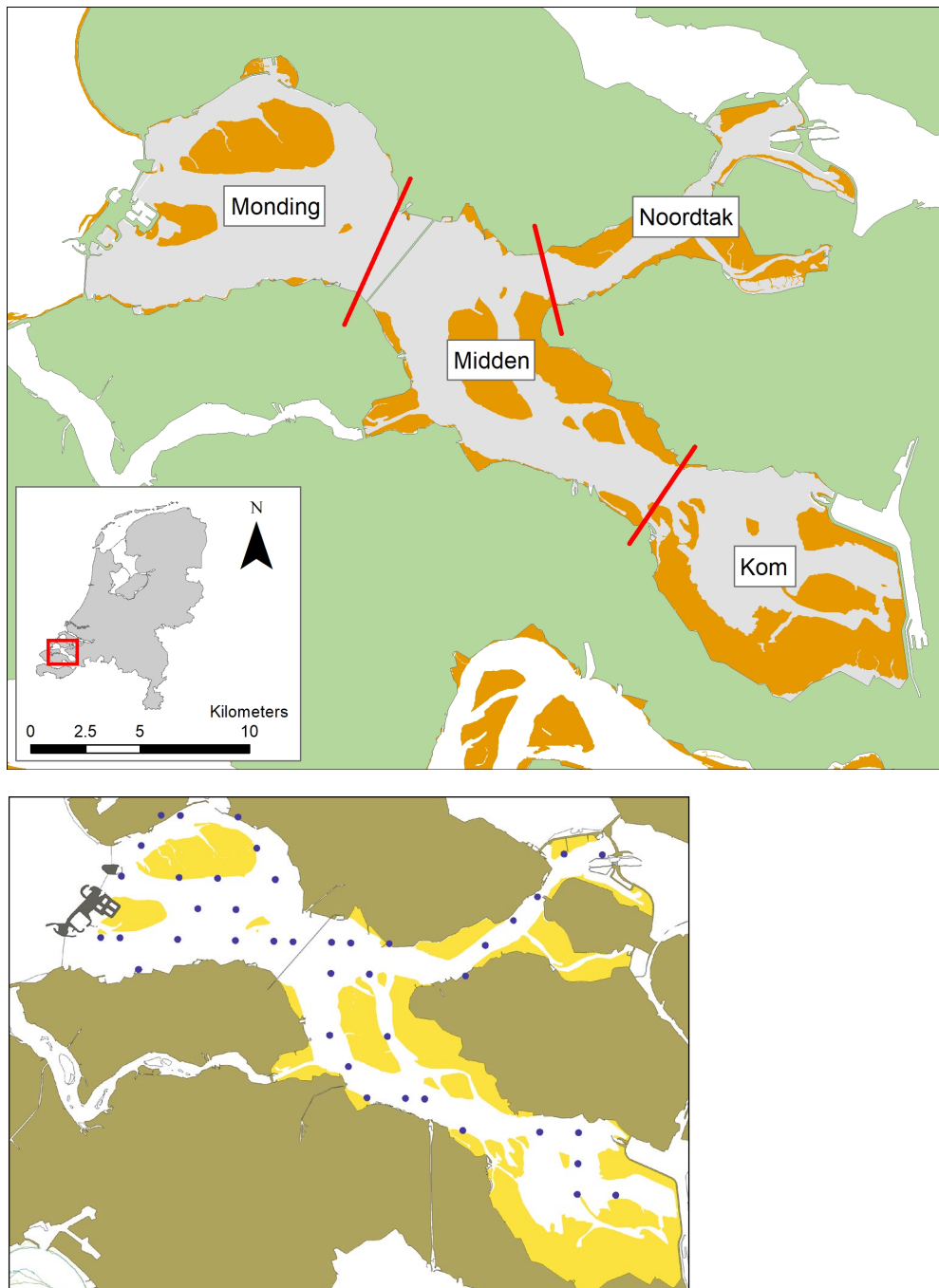
Ieder najaar wordt de Demersal Fish Survey (DFS) uitgevoerd in de Waddenzee, de Wester- en Oosterschelde, en in de Nederlandse kustzone. Het doel van de survey is het monitoren van bodemvis en epibenthos in ondiepe kustwateren. De survey is oorspronkelijk ontworpen voor het schatten van de aanwas van jonge schol en tong en de dichtheden van garnalen. Sinds het begin van de survey zijn echter alle vangsten compleet geregistreerd. Omdat de survey al 50 jaar wordt uitgevoerd, levert deze data belangrijke informatie over verschuivingen van de op de zeebodem levende vis- en epibenthosfauna in de Nederlandse kustzone en de estuariene wateren.

In de Oosterschelde wordt de survey uitgevoerd door de Schollebaar waarbij jaarlijks in de nazomer (september/oktober) gevist wordt met een 3 m garnalenkor met één wekkerketting en een klossenpees (maaswijdte net 35 mm, maaswijdte kuil 20 mm). De stations zijn verdeeld over verschillende dieptestrata. Alle stations hebben een vaste positie, alhoewel door langzame verplaatsing van geulen de posities geleidelijk kunnen verschuiven. Het aantal stations varieert tussen de jaren, waarbij met name vanaf midden jaren negentig van de vorige eeuw meer stations worden bemonsterd. Monsterpunten liggen uitsluitend in de geulen. Daarnaast zijn wegens logistieke redenen verschuivingen in de timing van de survey opgetreden waarbij tussen 1970 en 1980 voornamelijk rond 1 oktober werd bemonsterd en vanaf 1990 rond half september (zie Tulp 2015). Tussen 1980 en 1985, en begin 1990 zijn geen trekken uitgevoerd in de noordtak (Figuur 1). Voor deze rapportage zijn de gegevens in een aantal gevallen opgewerkt per deelgebied. De grenzen van de deelgebieden zijn in Figuur 2 aangegeven.



Figuur 1. Overzicht aantal DFS trekken per jaar in de Oosterschelde

Er wordt gevist met een snelheid van 2-3 knopen en de standaard trekduur is 15 minuten. Daarnaast wordt zoveel mogelijk bij daglicht en met de stroom mee gevist. De afgelegde afstand wordt geregistreerd. Tijdens de trek wordt voor zover mogelijk de uitzetdiepte aangehouden. Voor meer informatie betreffende de DFS survey in de Oosterschelde, zie De Boois en Van Asch (2013).



Figuur 2. Gebiedsindeling deelgebieden Oosterschelde (boven) en treklocaties (onder).

2.2 Data analyse

De determinatie is niet in alle jaren op precies hetzelfde niveau gebeurd. Zo is het onderscheid tussen Lozano's grondel en dikkopje niet altijd gemaakt. Hetzelfde geldt voor de verschillende soorten zandspiering en zeenaalden. Om die reden zijn deze soortgroepen bij elkaar genomen in de analyse. Haaien en roggen worden niet in de analyse meegenomen (omdat ze maar sporadisch gevangen worden) maar worden wel apart besproken.

In dit rapport zijn o.a. de ontwikkelingen in dichtheid en biomassa van vis in de tijd geanalyseerd. Om rekening te houden met het voorkomen van niet-lineaire trends hebben we een Gamma GAMM (Generalised Additive Mixed Model) toegepast op de waarnemingen van biomassa en dichtheid. Berekeningen zijn uitgevoerd met de package gamm4 (Wood & Scheipl 2017) in R (R Core Team 2018). Dichtheden van vis zijn berekend door het aantal gevangen vissen te delen door het beviste oppervlak (breedte van de boomkor * afgelegde afstand). Hier drukken we de dichtheden als aantallen

per 10.000 m² uit (oftewel per hectare, 100*100 m). Soortgelijke berekeningen zijn ook uitgevoerd voor biomassa (uitgedrukt in kg per hectare). Biomassa is berekend aan de hand van standaard lengte-gewicht relaties. Bij de berekeningen is rekening gehouden met de gestratificeerde opzet (naar diepte). Biomassa en dichtheid zijn tot de vierdemachtswortel getransformeerd om te voldoen aan de voorwaarden van het model (gamma-verdeling). Vervolgens zijn deze waarden als een Gamma verdeling gemodelleerd. De log-link functie werd gebruikt om de relatie tussen de gemiddelde dichtheid (of biomassa) en de co-variabele vast te stellen. Jaar en diepte zijn gebruikt als co-variabele en zijn beide gemodelleerd als kubische spline. Daarnaast is een random effect (vislocatie) aan het model toegevoegd om te corrigeren voor de ruimtelijke correlatie tussen de monsterpunten.

Naast de algemene trends in biomassa en aantallen (dichtheid) zijn de gevangen vissoorten verder gegroepeerd in een aantal groepen die corresponderen met relevante kenmerken van het specifieke watersysteem (e.g. chloridegehalte, isolatie/verbinding). Deze groepen, ecologische gilden, kunnen een indicatie geven over de verandering in een systeem. Vissoorten zijn ingedeeld in ecologische gildes volgens de indeling van Elliott & Hemingway (2002) voor estuaria, deze indeling wordt ook gebruikt voor de rapportage in het kader van de Kader Richtlijn Water (KRW):

- Diadrome soorten (CA): soorten die migreren tussen zee en rivier en het estuarium als trekroute gebruiken en soms ook (tijdelijk) als opgroeigebied;
- Estuarien residente soorten (ER): soorten die hun totale levenscyclus in het estuarium kunnen volbrengen;
- Mariene juvenielen (MJ): mariene soorten waarvan de jonge exemplaren opgroeien in een estuarium;
- Mariene seizoensgasten (MS): mariene soorten die in een vast seizoen een estuarium kunnen bezoeken;
- Mariene gast (MA): zeesoort zonder speciale behoefte aan een estuarium, bezoekt onregelmatig;
- Zoetwatersoorten (FW): soorten die hun levenscyclus voornamelijk in zoetwater kunnen volbrengen maar, afhankelijk van de zouttolerantie van elke soort, soms ook in brakwater gevonden worden.

Daarnaast zijn de vissoorten ook onderverdeeld in groepen volgens hun voedselvoorkeur, ofwel voedselgildes. Deze voedselgildes kunnen gebruikt worden om de structuur en het functioneren van estuariene vispopulaties te bepalen. Vissoorten zijn ingedeeld in de volgende groepen: benthivoren, benthopiscivoren, piscivoren, planktivoren en detrivoren.

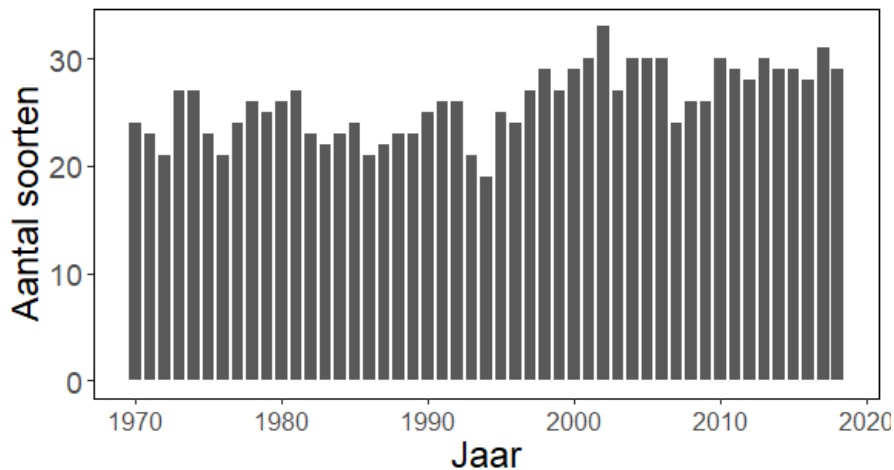
2.3 Overige gegevens

De bemonsteringsmethode van de DFS survey geeft voornamelijk inzicht in soorten die nabij de bodem zwemmen, alhoewel ook pelagische soorten in de vangsten voorkomen. Bovendien worden door de lage vissnelheid alleen de kleinere en langzaam zwemmende exemplaren gevangen. De boomkor geeft daarom niet een compleet beeld van de visfauna in de Oosterschelde. Naast de DFS survey zijn ook andere onderzoeken uitgevoerd d.m.v. andere methodes maar deze onderzoeken liepen vaak maar een beperkt aantal jaar, waardoor het niet mogelijk is om iets over de ontwikkelingen te zeggen op de lange termijn. Een aantal van deze onderzoeken worden wel kort besproken.

3 Resultaten

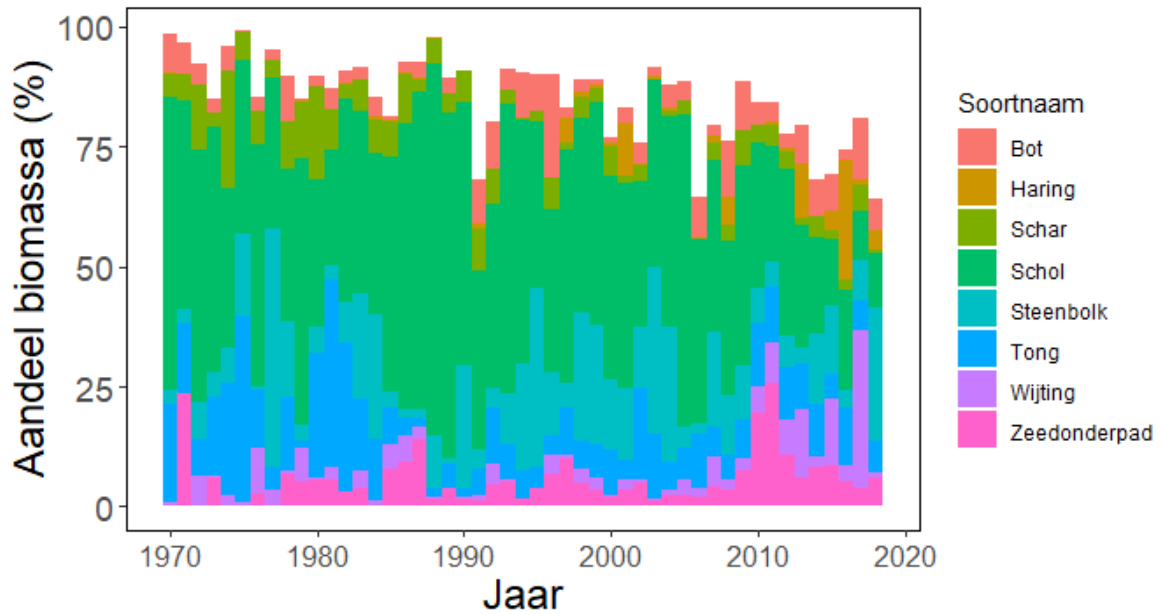
3.1 Samenstelling visgemeenschap Oosterschelde

In totaal zijn 58 vissoorten waargenomen in de volledige DFS dataset voor de Oosterschelde. Per jaar zijn er gemiddeld 26 vissoorten gevangen in de periode van 1970 tot 2018 (Figuur 2, Bijlage 1). Echter voor 1995 lijkt het aantal gevangen vissoorten lager (gemiddeld 24 soorten) te zijn dan na 1995 (gemiddeld 29 soorten per jaar). Waarschijnlijk komt dit door de toename van het aantal trekken per jaar (Figuur 1) waardoor de trefkans van soorten toeneemt.



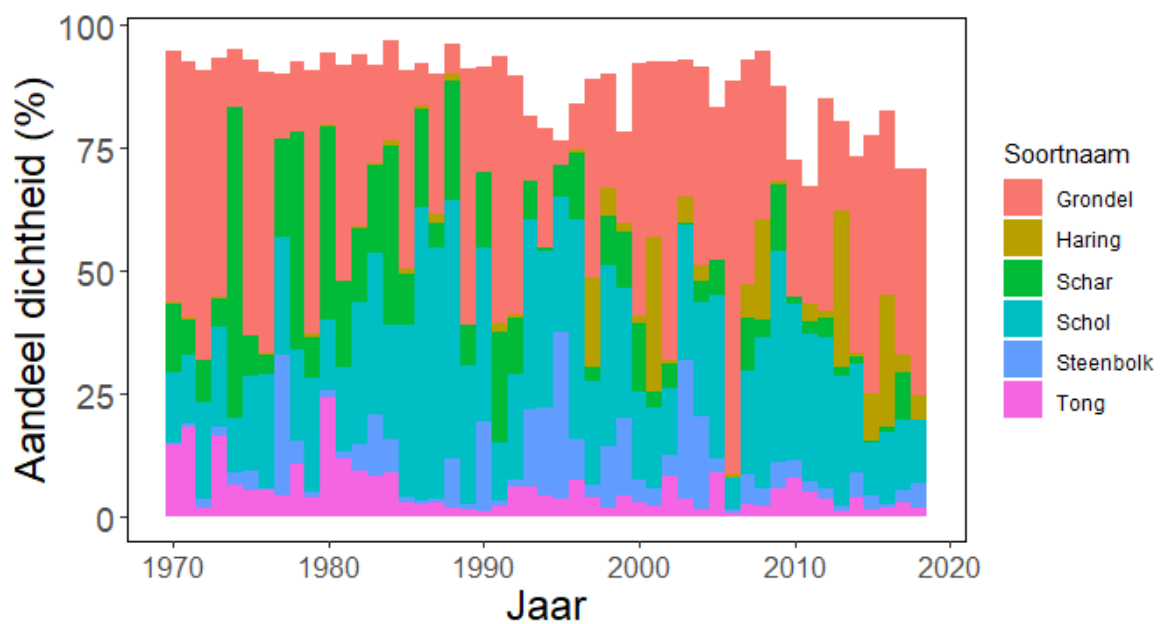
Figuur 3. Aantal gevangen soorten per jaar.

De vissoorten die gemiddeld over de gehele tijdserie het meest bijdragen aan de totale biomassa (kg per ha) zijn bot, haring, schar, schol, steenbolk, tong, wijting en de zeedonderpad. In de loop van de tijd dragen vooral schol en schar steeds minder bij aan de totale biomassa en wordt de ruimte opgevuld door andere soorten zoals grondels (Figuur 4). Eén van de oorzaken is de achteruitgang van standaard kinderkamersoorten en het verdwijnen van de grotere exemplaren van soorten als schol en schar. In alle vergelijkingen is de jaar op jaar variatie groter in dichtheden dan in biomassa. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door sterk wisselende jaarklassen waarbij met name de aantallen van de jongste jaarklasse sterk varieert. Door de relatief kleine afmetingen werkt dit minder sterk door in biomassa.



Figuur 4. Soorten die het meest bijdragen aan de totale biomassa in de Oosterschelde.

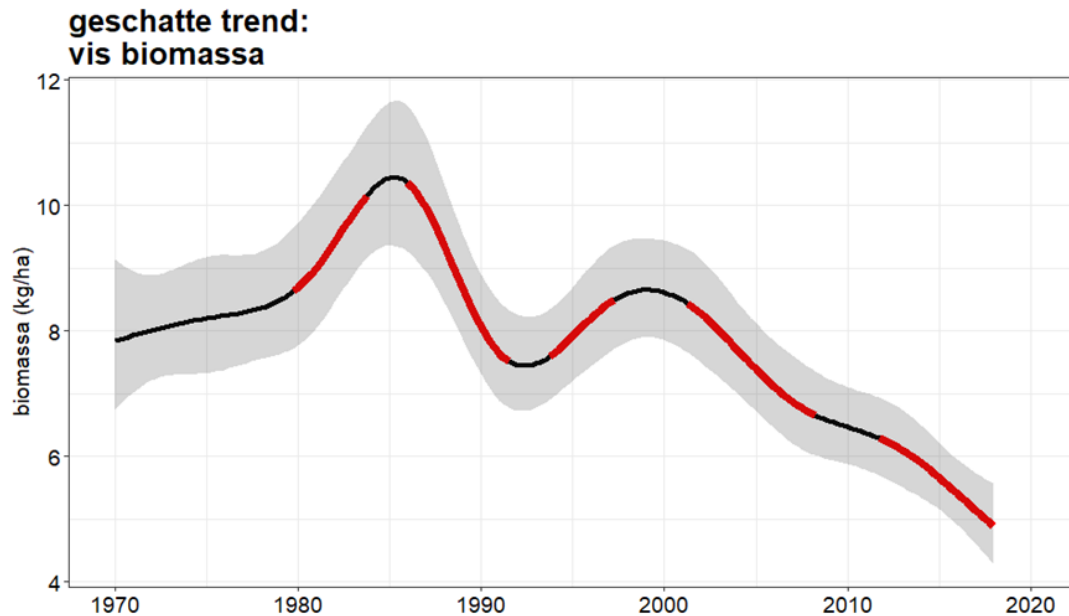
De vissoorten die het meest bijdragen aan de totale dichtheid (aantallen per ha) zijn grondels (dikkopje en Lozano's grondel), haring, schar, schol, steenbolk en tong. Met name de bijdrage van schol en schar neemt af, vooral vanaf ca. 2010 (Figuur 5). Soorten waarvan de bijdrage in deze periode toenam zijn zeenaalden, wijting, harnasmannetje, puitaal, zwarte grondel en de exoot zwartbekgrondel (de laatste sinds 2015). Opvallend is dat haring voor 1995 nauwelijks bijdroeg.



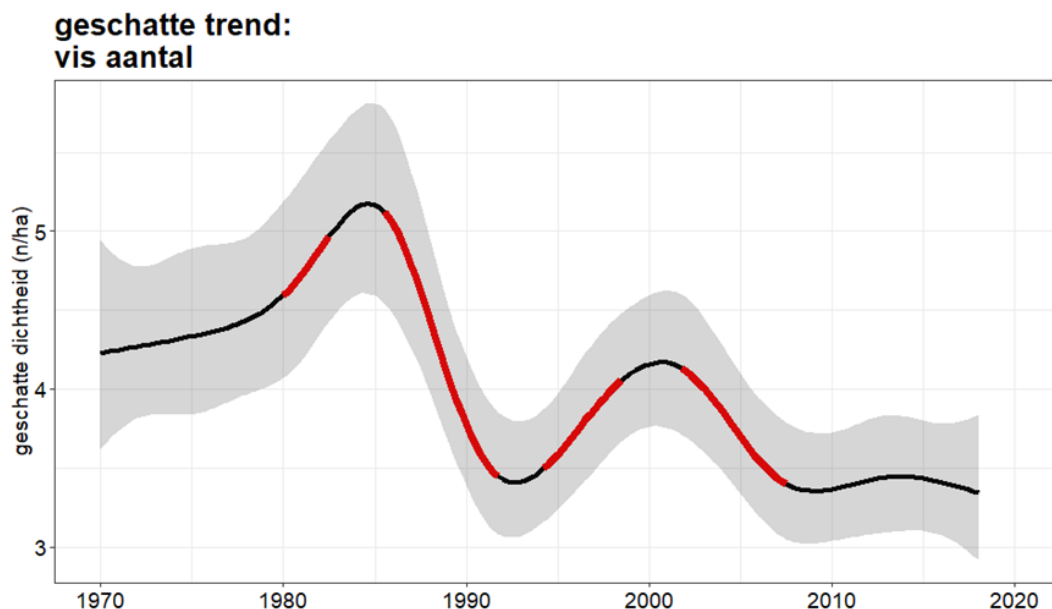
Figuur 5. Soorten die het meest bijdragen aan de totale dichtheid in de Oosterschelde.

3.2 Totale biomassa en totale dichtheid

De trend in biomassa laat een sterk significant dalende lijn zien vanaf midden jaren 1980, met een korte significante stijging net voor 2000, waarna de biomassa verder daalt (Figuur 6). De dichtheid laat een vergelijkbare dalende trend zien vanaf midden jaren 1980, waarna de dichtheid weer enigszins toeneemt rond 2000 (Figuur 7). Na 2000 daalt de dichtheid weer maar lijkt te zijn gestabiliseerd vanaf 2008.

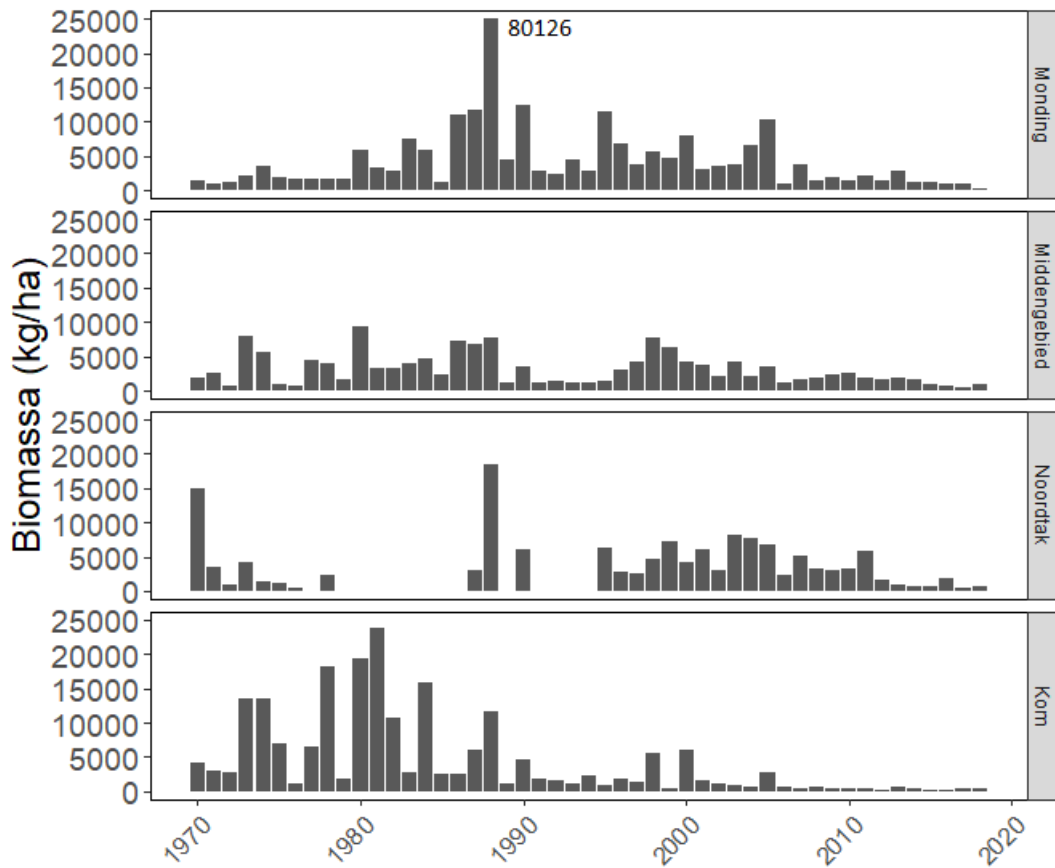


Figuur 6. Trend in totale biomassa (vierdemachtswortel-getransformeerd) in de Oosterschelde tussen 1970 en 2018. De periodes met significante toe- of afnames zijn rood aangegeven.



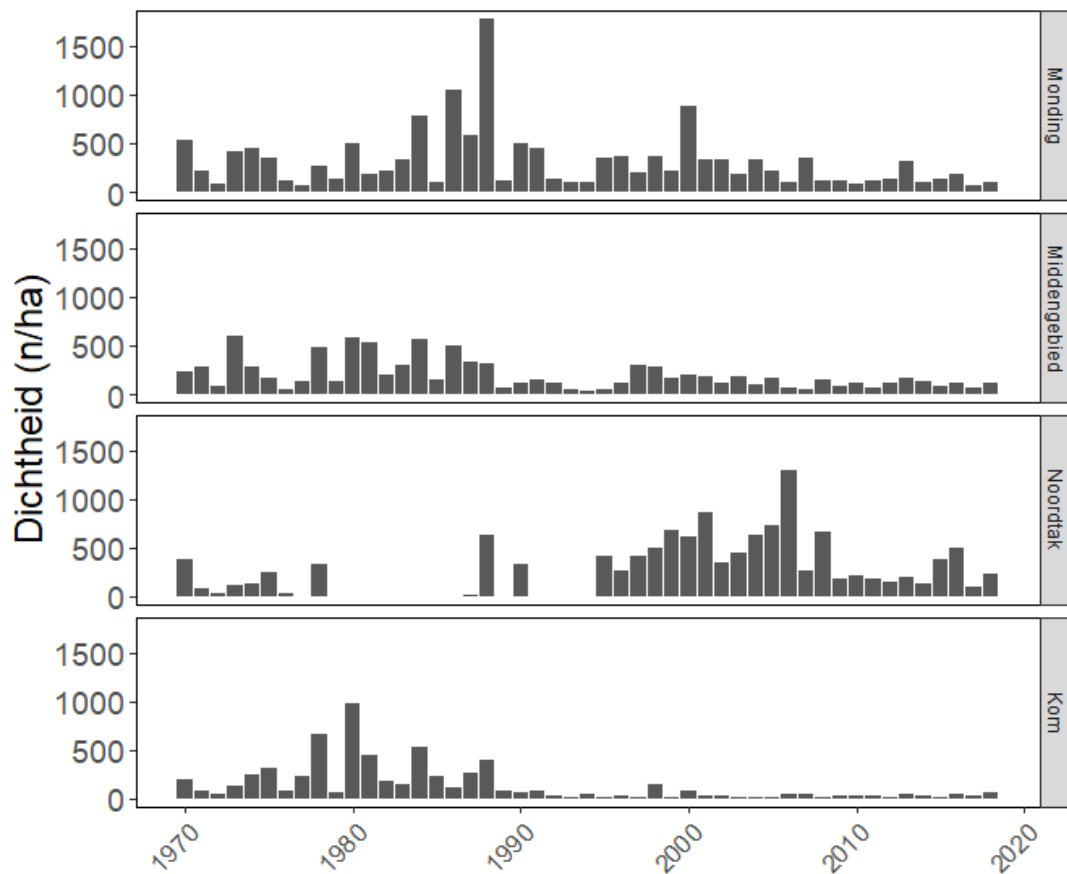
Figuur 7. Trend in totale dichtheid (vierdemachtswortel-getransformeerd) in de Oosterschelde tussen 1970 en 2018. De periodes met significante toe- of afnames zijn rood aangegeven.

Het verloop van de biomassa is ook geanalyseerd per deelgebied (Figuur 8). In 1988 is een uitzonderlijke piek biomassa in de monding die is veroorzaakt door uitzonderlijk veel schar en schol gevangen in één van de trekken. De meest duidelijke ontwikkeling is te zien in de kom waar de biomassa afneemt sinds begin jaren 80. In de andere drie gebieden varieert de biomassa sterk. Vanaf ca. 2006 neemt de biomassa af in de monding, en in mindere mate in het middengebied. In de noordelijke tak neemt de biomassa sinds 2012 af.



Figuur 8. Biomassa in kg per hectare voor vis gevangen tijdens de DFS survey, per deelgebied.

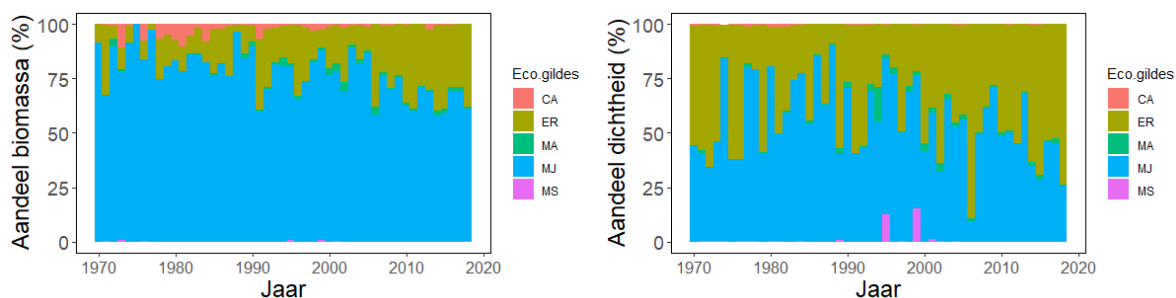
Vergelijkbare ontwikkelingen zijn te zien in de dichtheden (Figuur 9). In de kom vindt een duidelijke afname plaats sinds ca. 1980 en dichtheden blijven daar laag. Ontwikkelingen in de noordtak zijn moeilijker te zien door de ontbrekende data. De daling in biomassa rond 2006 is minder duidelijk in de aantallen, met uitzondering van de noordtak.



Figuur 9. Dichtheid (aantallen per hectare) voor vis gevangen tijdens de DFS survey, per deelgebied.

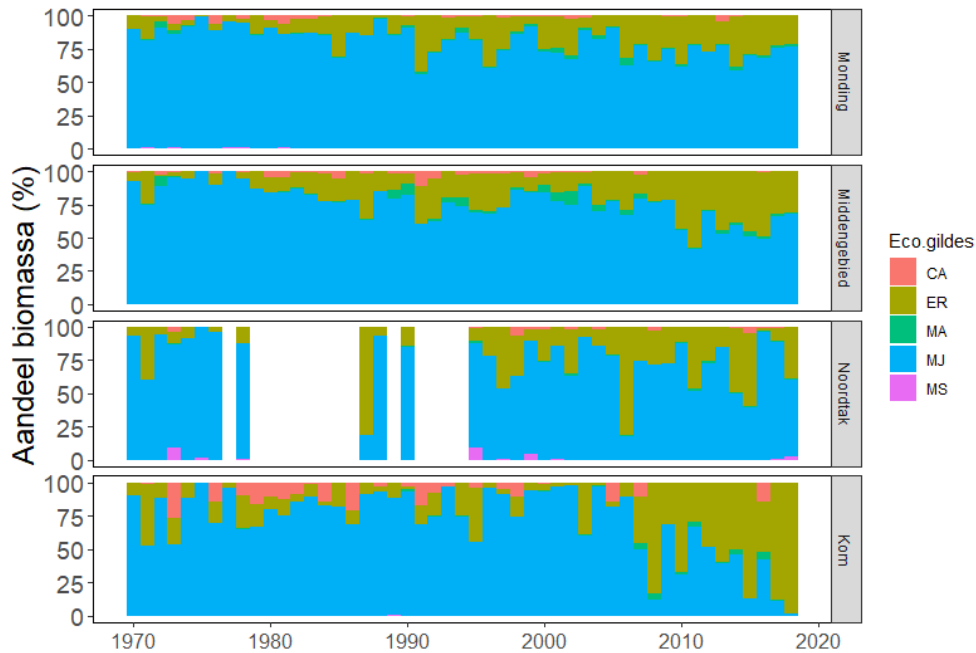
3.3 Ecologische gildes

Het grootste deel van de biomassa wordt vertegenwoordigd door mariene juvenielen (MJ, Figuur 10). Dit zijn o.a. de soorten schar, schol, tong, steenbolk, wijting, smelt, kabeljauw, zeebaars en haring. Estuariene residenten (ER) soorten droegen beperkt bij aan de totale biomassa in de jaren 70, maar dit aandeel is sindsdien gegroeid. Soorten die in deze groep zitten zijn: grondel, zandspiering, harnasmannetje, vijfdradige meun, bot, puitaal, zeenaalden, glasgrondel, zwarte grondel, slakdolf en zeedonderpad. Diadrome soorten (CA) zoals de fint, paling, driedoornige stekelbaars en spiering werden in het begin ook gevangen (rond 1980) maar dit aandeel is afgenomen. Qua dichtheid spelen de mariene juvenielen en residente soorten ook een belangrijke rol (Figuur 10). Tussen 1995 en 2000 worden ook een aantal mariene seizoensgasten (MS) gevangen, soorten die in een vast seizoen een estuarium bezoeken zoals geep, ansjovis, harder en sprout.

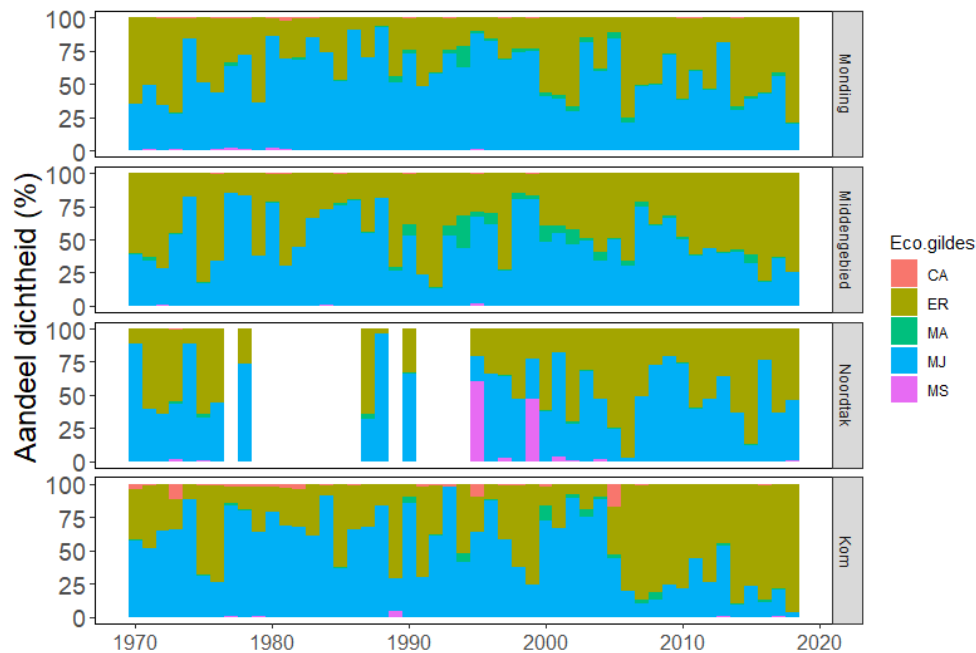


Figuur 10. Aandeel van biomassa (% links) en dichtheid (% rechts) per jaar voor elke ecologische gilde in de Oosterschelde tussen 1970 en 2018. CA: diadrome soorten; ER: estuariene residenten; MA: mariene gast; MJ: mariene juvenielen; MS: mariene seizoensgasten.

Daarnaast is het aandeel van ecologische gildes aan de totale biomassa geanalyseerd per deelgebied (Figuur 11). In de monding en in het middengebied komen de ontwikkelingen overeen met de algemene trend. In de kom is het aandeel estuariene residente soorten sinds 2010 sterker toegenomen, waarbij in 2018 bijna de gehele biomassa uit residente soorten bestaat. In vergelijking met andere gebieden dragen diadrome soorten het meest bij aan de biomassa in de kom alhoewel dit aandeel het laatste decennium minder is geworden. Dichtheden volgen in alle deelgebieden ongeveer dezelfde algemene trend. De mariene seizoensgasten (MS) die ook zichtbaar waren in de trend voor de hele Oosterschelde (Figuur 10) zijn voornamelijk gevangen in de noordtak (Figuur 12). Daarnaast zijn de meeste diadrome vissen (CA) gevangen in de kom.



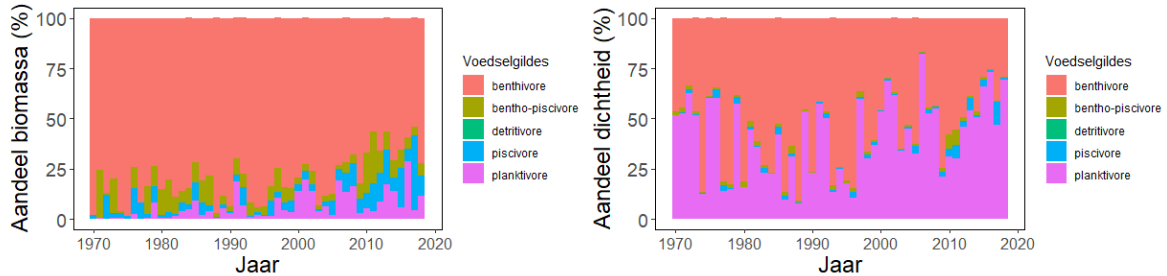
Figuur 11. Aandeel van biomassa (%) voor elke ecologische gilde in de Oosterschelde tussen 1970 en 2018, per deelgebied. De noordelijke tak is een aantal jaren niet bemonsterd. CA: diadrome soorten; ER: estuarien residente soorten; MA: mariene gast; MJ: mariene juvenielen; MS: mariene seizoensgasten.



Figuur 12. Aandeel van dichtheid (%) voor elke ecologische gilde in de Oosterschelde tussen 1970 en 2018, per deelgebied. De noordelijke tak is een aantal jaren niet bemonsterd. CA: diadrome soorten; ER: estuarien residente soorten; MA: mariene gast; MJ: mariene juvenielen; MS: mariene seizoensgasten.

3.4 Voedselgildes

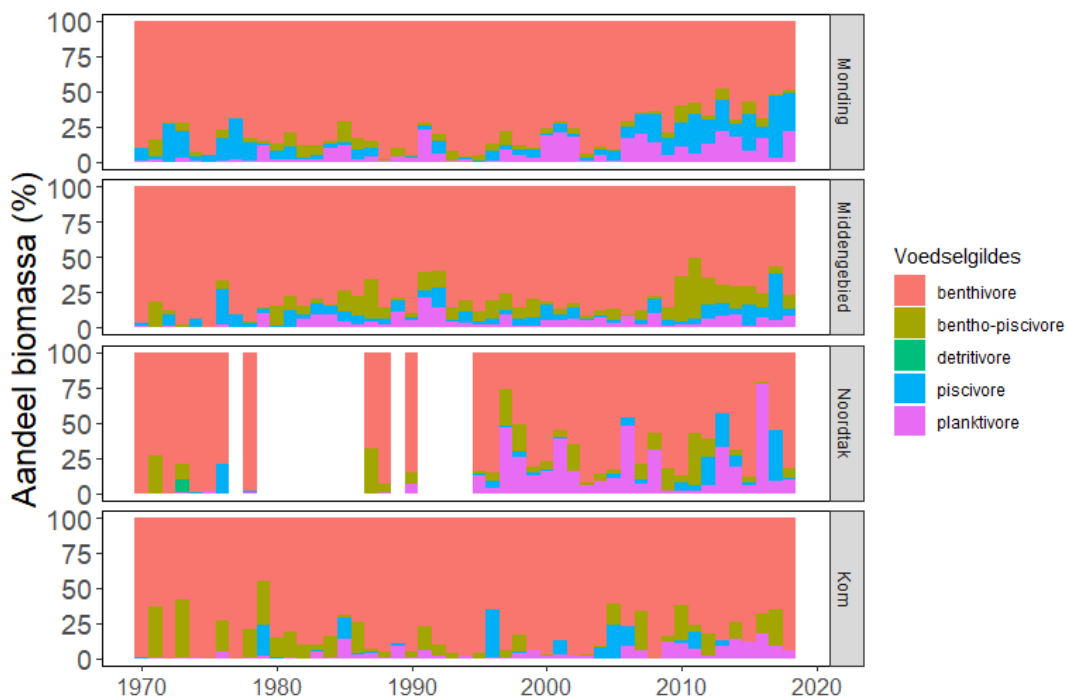
Het grootste deel van de biomassa wordt vertegenwoordigd door de benthivoren zoals schol, tong en steenbolk (Figuur 13). Andere groepen dragen beperkt bij maar dit aandeel neemt wel toe vanaf 2010, vooral de planktivoren waaronder grondels en haring. Ook de piscivoren zoals wijting, zeebaars en kabeljauw nemen toe. Qua dichtheden spelen voornamelijk de benthivoren en planktivoren een belangrijke rol (Figuur 13). Daarin neemt het aandeel planktivoren en piscivoren in de tijd enigszins toe en het aandeel benthivoren af.



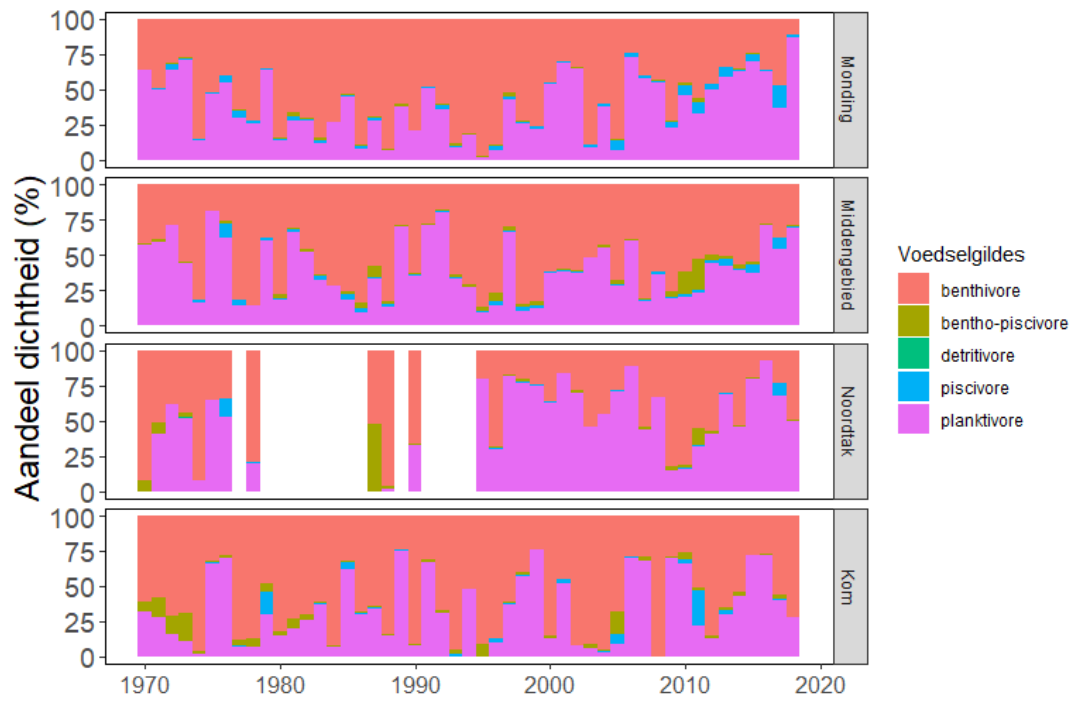
Figuur 13. Aandeel van biomassa (% , links) en dichtheid (% , rechts) per jaar voor elke voedselgilde in de periode 1970-2018.

Daarnaast is het aandeel van elke voedselgilde aan de totale biomassa geanalyseerd per deelgebied (Figuur 14). De trend in alle deelgebieden komt enigszins overeen met de algemene trend. In de monding vormen de piscivoren een wat groter aandeel in vergelijking met andere gebieden, terwijl de benthopiscivoren zoals paling en zeedonderpad, juist een wat belangrijkere rol spelen in het middengebied en de kom.

Ook de ontwikkeling in dichtheden per deelgebied volgt de algemene trend met uitzondering van de monding (Figuur 15). Daar daalt het aandeel planktivoren tussen 1970 en 1990 waarna het weer toeneemt tot 2018. Deze ontwikkeling is minder duidelijk zichtbaar in de overige deelgebieden.



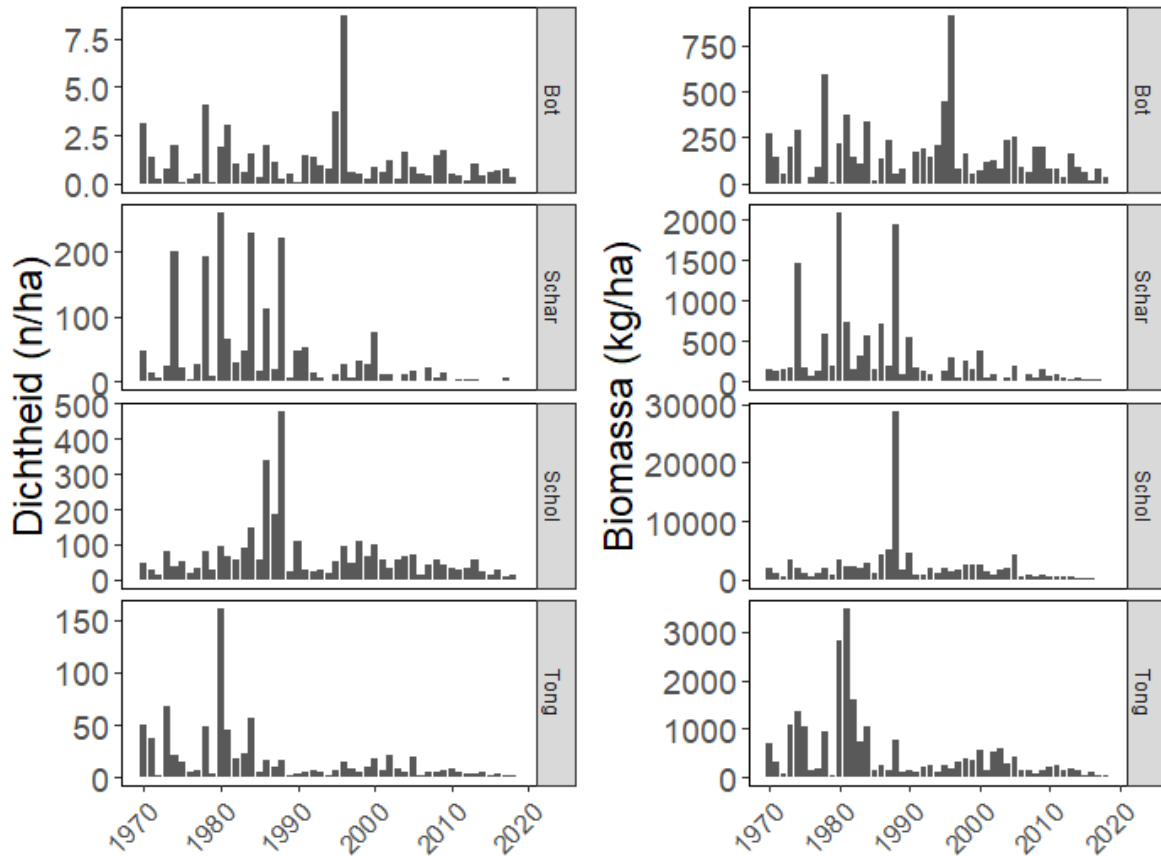
Figuur 14. Aandeel van biomassa (%) voor elke voedselgilde per jaar in de periode 1970-2018, per deelgebied. De noordelijke tak is een aantal jaren niet bemonsterd.



Figuur 15. Aandeel van dichtheid (%) voor elke voedselgilde per jaar in de periode 1970-2018, per deelgebied. De noordelijke tak is een aantal jaren niet bemonsterd.

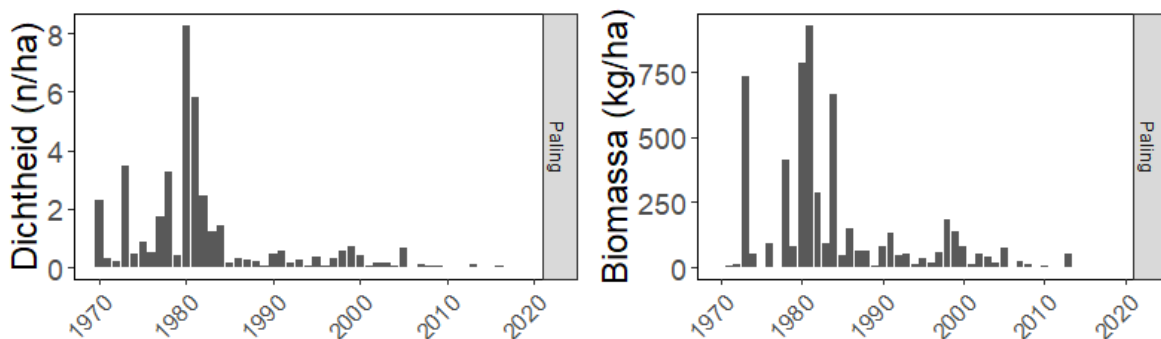
3.5 Individuele soorten

De biomassa en dichtheden zijn ook voor een aantal individuele soorten geplot, waaronder commerciële soorten zoals schol, tong en bot (Figuur 16). De Oosterschelde fungeert als een kinderkamer voor schol, schar en tong, maar die functie lijkt wel sterk afgenomen. Veel voorkomende platvissoorten zijn schar en schol alhoewel de aantallen sterk kunnen verschillen tussen jaren. Bot en tong worden minder gevangen. Data van alle vier de soorten (Figuur 16) laten over het algemeen een daling zien in de tijd, van zowel aantallen als biomassa.



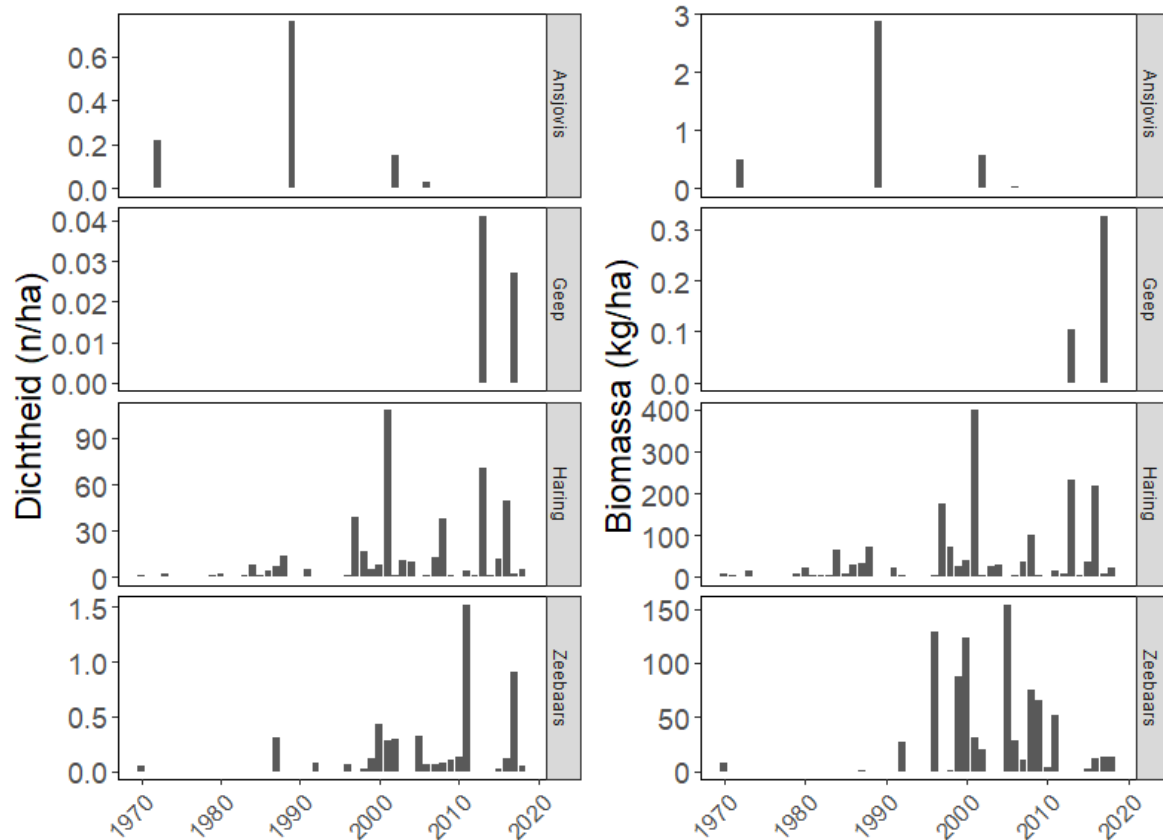
Figuur 16. Aantallen (n/ha , links) en biomassa (kg/ha , rechts) gevangen soorten platvis (bot, schar, schol en tong) in de periode 1970-2018. Let op verschillen in y-schaal.

De diadrome soort fint is maar éénmalig gevangen in 1971, maar paling is meerdere malen gevangen (Figuur 17). Paling laat rond 1980 een piek zien in zowel aantallen als biomassa maar nam daarna sterk af en wordt slechts sporadisch gevangen in de recente jaren.



Figuur 17. Aantallen (n/ha , links) en biomassa (kg/ha , rechts) van gevangen paling in de periode 1970-2018.

Andere soorten die in lage aantallen worden gevangen zijn ansjovis, geep, haring en zeebaars (Figuur 18). Geep is vooral de afgelopen paar jaar gevangen en haring lijkt wat te zijn toegenomen, net als de zeebaars. Het gaat hier voornamelijk om juveniele haring en zeebaars, zie §3.6.



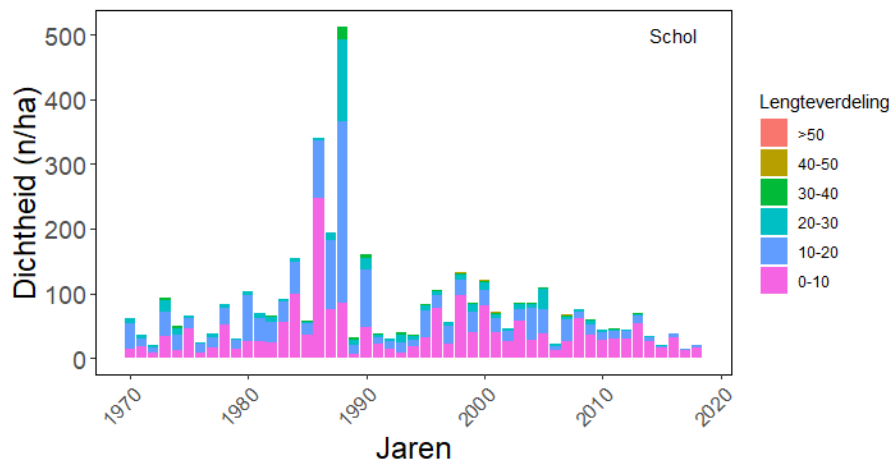
Figuur 18. Aantallen (n/ha) en biomassa (kg/ha) van ansjovis, geep, haring en zeebaars tussen 1970 en 2018. Let op verschillen in y-schaal.

Haaien en roggen

In de DFS in de Oosterschelde worden zelden haaien of roggen gevangen, wat vooral verband houdt met het feit dat de survey niet geschikt is voor deze soorten omdat de vissnelheid te laag is. Haaien die af en toe worden gevangen zijn de ruwe haai, gevlekte gladde haai en de doornhaai. De doornhaai, gevlekte haai en ruwe haai werden éénmalig in resp. 2002, 2014, en 2005 gevangen, en de pijlstaartrog éénmalig in 1999 en 2009 en drie keer in 2013.

3.6 Ontwikkelingen lengteverdeling

Bepaalde soorten laten een sterkere verandering zien in lengteverdeling over de tijd dan andere soorten (Bijlage 2). Zo is voor schol een afname te zien van individuen groter dan 10 cm, vooral vanaf 2010 (Figuur 19). Soortgelijke trends zijn ook waarneembaar voor schar en tong. Veranderingen bij andere soorten zoals zeebaars zijn lastiger te interpreteren aangezien de bemonsteringmethode alleen geschikt is voor juveniele vis en volwassen zeebaarzen vaak te snel zijn om gevangen te worden in de boomkor (Bijlage 2).



Figuur 19. Ontwikkelingen lengteverdeling schol in de Oosterschelde tussen 1970 en 2018.

3.7 Overige gegevens

Naast de DFS survey zijn over de tijd een aantal andere onderzoeken uitgevoerd door verschillende partijen. Een aantal van deze onderzoeken zijn hieronder kort samengevat.

Changes in the fish fauna of the Oosterschelde estuary – a ten-year time series of fyke catches – Hamerlynck & Hostens (1994)

Tussen 1979 en 1988 zijn op verschillende plekken in de Oosterschelde wekelijks fuiken gemonitord om de frequentie van het voorkomen van vissoorten te volgen met als doel om te bepalen of de aanleg van de stormvloedkering in de monding van de Oosterschelde (1984-1986) en het gelijktijdig bouwen van compartimenteringsdammen in het landwaartse deel mogelijk invloed heeft gehad op de ontwikkeling van de visfauna. De compartimenteringsdammen verminderden de instroom van zoetwater in het systeem. Een Principal Component Analysis suggereerde dat er een lichte verschuiving plaatsvond in de visgemeenschap die een cluster van jaren 1979-1984 scheidde van het cluster 1985-1988. In totaal zijn er 67 verschillende soorten gevangen waarvan tien soorten gemiddeld in meer dan 50% van de vangsten voorkwamen, zoals bot, paling, puitaal, schol, zeedonderpad, steenbolk, haring, tong, schar en wijting. Veel van de veranderingen in individuele soorten kunnen worden toegeschreven aan schommelingen in de sterkte van de jaarklasse of waren onderdeel van veranderingen die op een bredere geografische schaal plaatsvonden. Het enige effect van de bouwwerkzaamheden leek de afname van een aantal anadrome vissen te zijn, zoals zeeprrik, rivierprrik, fint, zalm en zeeforel, die mogelijk gekoppeld kan zijn aan de vermindering van de instroom van zoet water.

Is zandhonger in de Oosterschelde slecht voor vissen? – Rutjes (2007)

Deze deskstudie, in opdracht van Rijkswaterstaat, heeft de volgende vraag onderzocht: Wat is het effect van de voortgaande erosie van het intergetijdengebied ten gevolge van de zandhonger op de visstand van de Oosterschelde? De aanleg van de Oosterscheldekering en de compartimenteringsdammen heeft ertoe geleid dat de stroomsnelheid in de Oosterschelde lokaal met 30-80% verminderd is, wat heeft geleid tot het proces dat bekend staat als zandhonger. Hierdoor neemt het areaal aan litoraal af, alsmede ook de droogvalduur, wat mogelijke gevolgen kan hebben voor marien juvenielen (platvis en zeebaars) en residenten soorten (grondels). Marien juvenielen zoals jonge schol, bot, griet, tarbot en zeebaars gebruiken het litoraal en ondiep sublitoraal als kinderkamer. Vermindering van dit areaal heeft mogelijk negatieve gevolgen in verband met predatie, dichtheidsafhankelijkheid en voedsellimitatie. Omdat een aantal bovengenoemde soorten slechts in geringe mate bijdragen aan het totale bestand en omdat het relatieve belang van kinderkamers in de Oosterschelde voor specifieke paipopulaties onbekend zijn, kon in deze studie geen inschatting gemaakt worden van het effect bij het verdwijnen van litorale of sublitorale gebieden.

Monitoringonderzoek aan de visfauna van de Oosterschelde – Meijer (2002)

Bureau Waardenburg heeft in de periode 1979 tot 1991 (in de meeste jaren gefinancierd door Rijkswaterstaat) een monitoringsonderzoek uitgevoerd d.m.v. fuiken in nauwe samenwerking met beroepsaalsvissers. De gegevens tot en met 1988 zijn gerapporteerd, de jaren 1989 en 1990 zijn in een interne rapportage verwerkt, de gegevens van 1991 en (enkele data van) 1992 zijn bij gebrek aan budget destijds niet meer verwerkt. In de periode 1992 tot er met 1998 is geen onderzoek uitgevoerd. In 1999 is het onderzoeksprogramma hervat en is er op verschillende locaties (Schelphoek, Zierikzee, Weervisserij, Zandkreek, Havenkanaal Bergen op Zoom, Oesterdam) van 1999 tot er met 2001 bemonsterd. Deze twee perioden (1979-1991 en 1999-2001) zijn met elkaar vergeleken. Hieruit kwam naar voren dat de vangsten in de periode 1999-2001 een lagere soortdiversiteit lieten zien dan in de periode 1979-1991, en een afname van algemene soorten zoals schar en haring. Het onderwatermilieu is sinds de afsluiting ook sterk veranderd met een sterke toename van de Japanse oester die voor meer hard substraat heeft gezorgd. In de periode 1999-2001 is dan ook een toename te zien van hard substraat soorten zoals vorskwab en zwarte grondel. Voor sommige soorten, zoals schol en schar, lijkt het omslagpunt te liggen rond 1988.

4 Conclusies en discussie

Uit de analyse van de DFS survey data blijkt dat er verschillende ontwikkelingen hebben plaatsgevonden in de Oosterschelde in de periode sinds 1970:

Afname biomassa en visdichtheden

Zowel de biomassa als dichtheden laten een sterke daling zien vanaf ca. 1986 met een korte stijging net voor 2000 opnieuw gevolgd door een daling. Deze afname valt grotendeels samen met de bouw van de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen, maar de relatie hiermee dient nader onderzocht te worden. Het is goed denkbaar dat de grootschalige veranderingen in de leefomgeving van veel vissoorten als gevolg van deze ingreep hier een rol gespeeld hebben. Ook voor sommige individuele soorten zoals schol en schar is een sterke daling waarneembaar, en lijkt het omslagpunt te liggen rond 1988. De afname is het sterkst waarneembaar in de kom van de Oosterschelde. Daarnaast is er in alle deelgebieden, vooral in de monding en het middengebied, rond 2005 een sterke daling te zien in biomassa. Deze daling is wat minder goed zichtbaar in de dichtheden. Eén van de oorzaken is de achteruitgang van standaard kinderkamersoorten en het kleiner worden van soorten als schol en schar. Vergelijkbare afnemende trends vanaf midden jaren 1980 zijn waarneembaar in de Waddenzee, en langs de Noordzee-, Wadden en Voordeltakust (Tulp 2015). Het feit dat een soortgelijke trend waarneembaar is in deze gebieden, met een vergelijkbare functie heeft als de Oosterschelde voor kinderkamersoorten, wijst er mogelijk op dat niet alleen lokale factoren (e.g. voedselaanbod) de oorzaak kunnen zijn van de afname van visbiomassa en dichtheden, maar dat ook andere factoren zoals de stijging van de watertemperatuur door klimaatverandering mogelijk invloed kunnen hebben (Teal *et al.* 2012; Tulp 2015). Het verschil in trend tussen de Oosterschelde en Waddenzee enerzijds en de kustgebieden en de Westerschelde anderzijds is dat de visbiomassa in de laatst genoemde gebieden vanaf ca 2000 weer toeneemt, een ontwikkeling die we niet zien in de Oosterschelde en de Waddenzee.

Ontwikkelingen in lengteverdeling

Bepaalde soorten laten een sterkere verandering zien in lengteverdeling over de tijd dan andere soorten. Zo nemen voornamelijk in platvis zoals schol, schar en tong individuen groter dan 10 cm af. Ontwikkelingen in andere soorten zoals zeebaars zijn lastiger te interpreteren aangezien de bemonsteringmethode suboptimaal is voor grote vis. De ontwikkelingen in lengteverdeling van platvis sluit wel aan bij de afnemende biomassa en het vervroegd wegtrekken van kinderkamersoorten.

Verandering in samenstelling visgemeenschap

Als de visgemeenschap onderverdeeld wordt in ecologische- en/of voedselgildes zijn duidelijke verschuivingen waarneembaar over de tijd. De biomassa werd aan het begin van de serie voornamelijk gedomineerd door mariene juvenielen maar sinds 2010 is het grootste aandeel in biomassa voornamelijk verschoven naar estuariene residenten zoals grondel, zandspiering, vijfdradige meun, zeedonderpad, glasgrondel en zwarte grondel. Deze verschuiving is het duidelijkst te zien in de kom waar in 2018 bijna de gehele biomassa werd vertegenwoordigd door estuariene residenten. In de dichtheden is deze verschuiving veel minder duidelijk te zien en fluctueert meer tussen jaren (wat verklaard kan worden doordat de jaarvariatie met name groot is in de jongste jaarklasse die relatief weinig bijdragen aan de biomassa).

Qua voedselgildes domineren voornamelijk de benthivoren zoals schol, tong en steenbolk. Ook hier vinden verschuivingen plaats vanaf 2010. Andere groepen zoals de planktivoren en piscivoren vertegenwoordigen over de jaren heen steeds een groter deel van de biomassa. Ook deze ontwikkeling is minder duidelijk waarneembaar in de dichtheden.

In de eerdere analyse uitgevoerd in 2003 (Deerenberg *et al.* 2003) werd voor vier van negen onderzochte soorten (grondels, schar, tong en wijting) een significant negatieve trend gevonden over de voorgaande drie decennia. Tevens vertoonden de trends een breuk in 1986, het jaar van de aanleg

van ingebruikname van de Oosterscheldekering. Na 1986 namen de gevangen aantallen grondels, schar en wijting en tong af. Echter, uit een gezamenlijke analyse van trends in aantallen van de genoemde negen soorten met gegevens uit de Oosterschelde, de Westerschelde en de Voordelta, bleken dezelfde trends ook op te treden in de andere gebieden. Indertijd werd het daarom onwaarschijnlijk geacht dat deze meer algemene afname in aantallen veroorzaakt werd door de Deltawerken in de Oosterschelde.

Afgezien van de bouw van de compartimenteringsdammen en de Oosterscheldekering in de jaren '80 van de vorige eeuw zijn er natuurlijk nog meer mogelijke oorzaken. De trends in visbiomassa en dichtheden komen grotendeels op conto van de achteruitgang in kinderkamersoorten. Dit is niet een uniek verschijnsel voor de Oosterschelde maar is ook in de Waddenzee geconstateerd en elders langs de kust. Hierbij spelen waarschijnlijk factoren op een regionale schaal zoals temperatuurveranderingen en mogelijk veranderingen in voedselaanbod, predatiedruk en (garnalen- en schelpdier-) visserij een rol. Opvallend hierbij is wel dat in de kustgebieden de neergaande trend zich ook weer heeft gekeerd maar in de Oosterschelde en Waddenzee niet. In de Oosterschelde zijn ook nog andere veranderingen opgetreden, onder meer verminderde primaire productie, een toename van toppredatoren (zeehonden, bruinvissen), zandhonger, etc.

De huidige rapportage geeft slechts een overzicht van de ontwikkelingen in de bodemgebonden vis en epifauna in de diepere delen (vanaf 3m). Dat is dus slechts een deel van de hele visfauna. Voor de snelzwemmende en grotere vissen en voor schoolvormende pelagische soorten (vissen in de waterkolom) zijn ander bemonsteringsmethodes nodig en is veel minder informatie beschikbaar. We missen ook informatie over andere habitats dan het sublittorale gebied. Zo hebben we geen beeld van de functie van schorren en dijkvoeten als leefgebied voor vis.

Voor de duiding van de geschetste ontwikkelingen kunnen wel hypothesen aangedragen worden maar zijn diepgravender studies nodig waarbij de structuur en functie van de Oosterschelde voor vis bestudeerd wordt. Van het merendeel van de soorten weten we niet goed welk deel van hun levensfase ze doorbrengen in de Oosterschelde en wat voor eisen ze aan hun omgeving stellen. Hierbij is het wellicht ook zinvol om een vergelijking te maken met de Westerschelde, de niet afgesloten zeearm. Alhoewel er ook in de Westerschelde grote ingrepen zijn uitgevoerd die mogelijk ook weer hun eigen effect hebben.

5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Literatuur

- De Boois, I.J., Van Asch, M. (2013) DFS visgegevens Oosterschelde. Wageningen Marine Research, rapport C118/13.
- Deerenberg, C., Grift, R., E. & Tien, N.S.H. (2003) Ontwikkelingen in het visbestand van de Oosterschelde. RIVO rapport C071/03.
- Elliott, M. & Hemingway, K. (eds) (2002) Fishes in estuaries. Blackwell Science, Oxford.
- Hamerlynck, K. & Hostens, K. (1994) In: P.H. Nienhuis & A.C. Smaal (Eds.) Changes in the fish fauna of the Oosterschelde estuary – a ten-year time series of fyke catches. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Meijer, A.J.M. (2002) Monitoringsonderzoek aan de visfauna van de Oosterschelde. Rapportage resultaten 1999 t/m 2001. Bureau Waardenburg, rapport nr. 02-028.
- R Core Team (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Vienna, Austria, <https://www.r-project.org/>.
- Rutjes, C. (2007) Is zandhonger in de Oosterschelde slecht voor vissen? Grontmij|AquaSense, Amsterdam.
- Teal, L.R., van Hal, R., van Kooten, T., Ruardij, P. & Rijnsdorp, A.D. (2012) Bio-energetics underpins the spatial response of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and sole (*Solea solea* L.) to climate change. *Global Change Biology*, 18, 3291-3305.
- Tulp, I. (2015) Analyse visgegevens DFS (Demersal Fish Survey) ten behoeve van de compensatiemonitoring Maasvlakte 2. Wageningen Marine Research, rapport C080/15.
- Tulp, I., Hal, R. v. & Rijnsdorp, A. (2015) Effects of climate change on North Sea fish and benthos. Wageningen IMARES rapport C057/06.
- Wood, S. & Scheipl, F. (2017) gamm4: Generalized Additive Mixed Models using 'mgcv' and 'lme4'. R package version 0.2-5. <https://CRAN.R-project.org/package=gamm4>.

Verantwoording

Rapport C024/20

Projectnummer: 4313100115

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: M. Tangelder
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 22 april 2020

Akkoord: Drs. J. Asjes
Manager integratie

Handtekening:



Datum: 22 april 2020

Bijlage 1: Soortenlijst

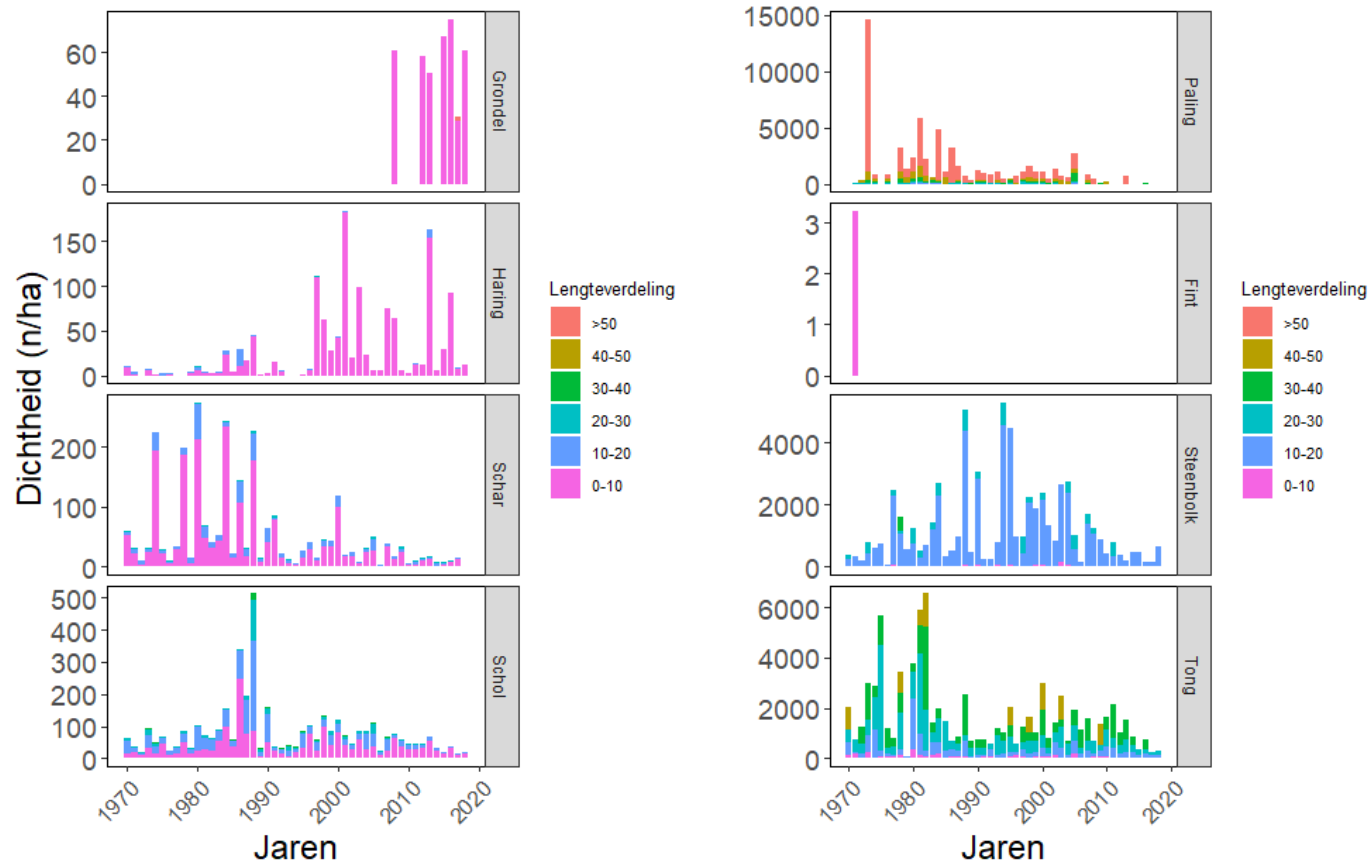
Soortenlijst waarvoor gegevens gepresenteerd worden. Naast de wetenschappelijke naam wordt ook de Nederlandse naam gegeven, het voedselgilde en ecologische gilde waartoe de soort behoort. De afkortingen van de ecologische gildes zijn: CA=katadroom/anadroom/diadroom, MJ=marien juvenielen, MS=seizoensmigranten, MA=mariene gasten, ER=estuariene residenten (Elliott en Hemingway 2002).

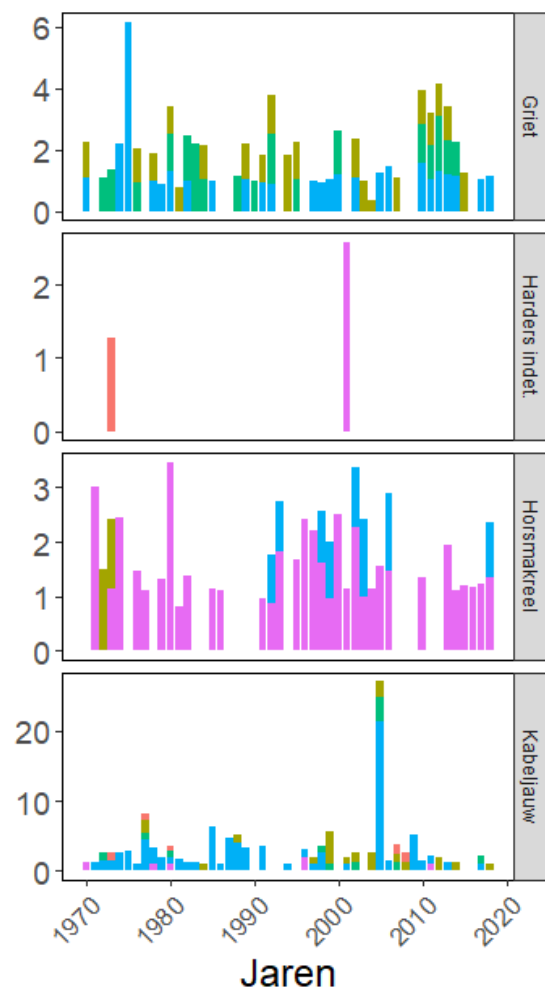
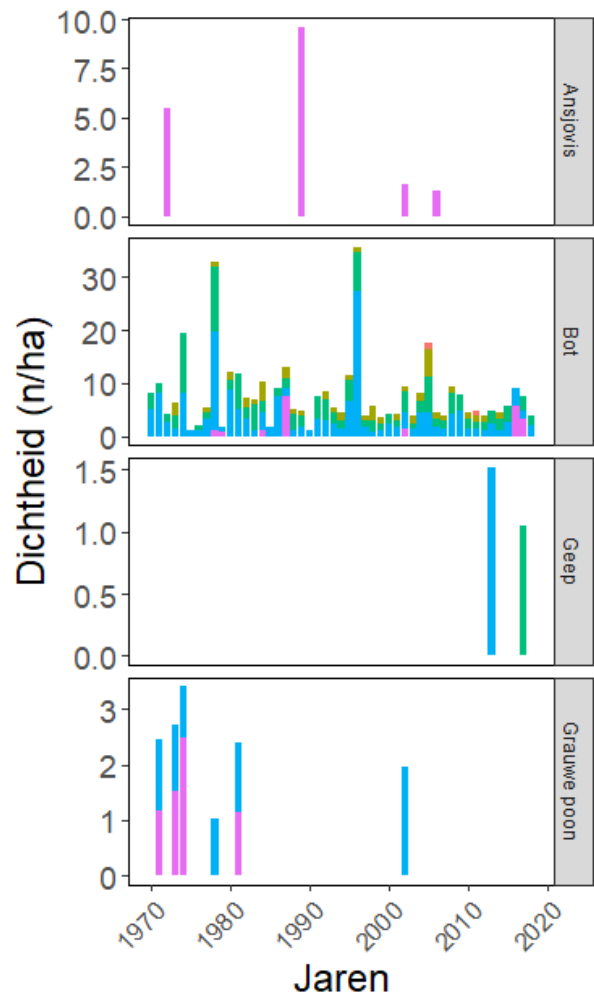
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Voedselgildes	Ecologische gildes
<i>Agonus cataphractus</i>	Harnasmannetje	benthivore	ER
<i>Alosa fallax</i>	Fint	planktivore	CA
<i>Ammodytes sp.</i>	Zandspieringen indet.	planktivore	ER
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	bentho-piscivore	CA
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrondel	planktivore	ER
<i>Arnoglossus laterna</i>	Schurftvis	benthivore	MA
<i>Atherina sp.</i>	Koornaarvissen	benthivore	MJ
<i>Belone belone</i>	Geep	piscivore	MS
<i>Buglossidium luteum</i>	Dwergtong	benthivore	MA
<i>Callionymus sp.</i>	Pitvissen	benthivore	MA
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Rode poon	benthivore	MJ
<i>Ciliata mustela</i>	Vijfdradige meun	benthivore	ER
<i>Clupea harengus</i>	Haring	planktivore	MJ
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Snotolf	bentho-piscivore	MS
<i>Dasyatis pastinaca</i>	Pijlstaartrog	bentho-piscivore	MS
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	piscivore	MJ
<i>Echiichthys vipera</i>	Kleine pieterman	bentho-piscivore	MA
<i>Enchelyopus cimbrius</i>	Vierdradige meun	benthivore	MS
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Ansjovis	planktivore	MS
<i>Entelurus aequoreus</i>	Adderzeenaald	planktivore	MA
<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grauwe poon	benthivore	MS
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljauw	piscivore	MJ
<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	Driedradige meun	benthivore	MA
<i>Galeorhinus galeus</i>	Ruwe haai	piscivore	MA
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Driedoornige stekelbaars	benthivore	CA
<i>Gobius niger</i>	Zwarte grondel	benthivore	ER
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Smelt	piscivore	MJ
<i>Limanda limanda</i>	Schar	benthivore	MJ
<i>Liparis liparis liparis</i>	Slakdolf	benthivore	ER
<i>Merlangius merlangus</i>	Wijting	piscivore	MJ
<i>Microstomus kitt</i>	Tongschar	benthivore	MA
<i>Mugilidae</i>	Harder ongespecificeerd	detritivore	MS
<i>Mullus surmuletus</i>	Mul	benthivore	MA
<i>Mustelus asterias</i>	Gevlekte gladde haai	carcinophage	MA
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Zeedonderpad	bentho-piscivore	ER
<i>Neogobius melanostomus</i>	Zwartbekgrondel	benthivore	ER
<i>Osmerus eperlanus</i>	Spiering	bentho-piscivore	CA
<i>Pholis gunnellus</i>	Botervis	benthivore	ER
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	benthivore	ER
<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol	benthivore	MJ

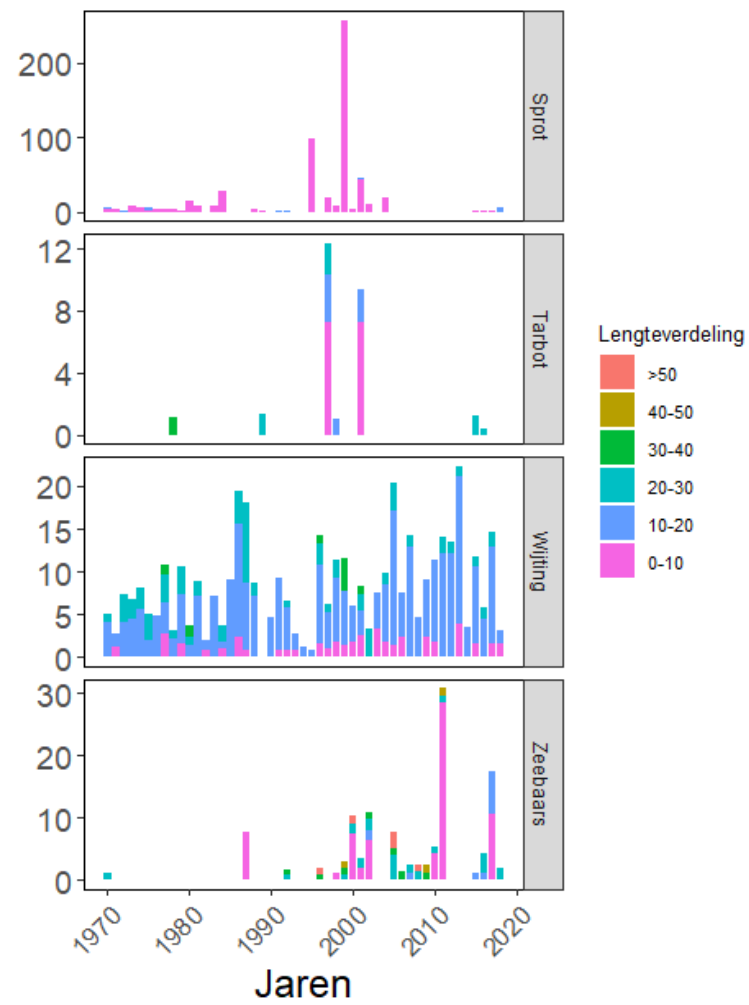
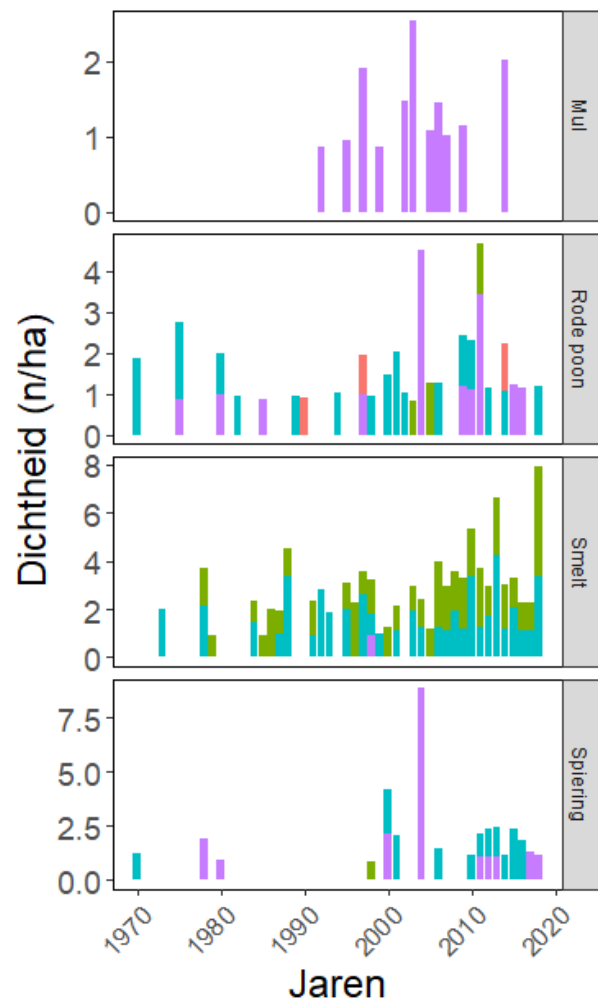
<i>Pollachius</i>	Koolvissen indet.	piscivore	MA
<i>Pollachius virens</i>	Zwarte koolvis	piscivore	MA
<i>Pomatoschistus sp.</i>	Grondel	planktivore	ER
<i>Sardina pilchardus</i>	Pelser	planktivore	MS
<i>Scophthalmus maximus</i>	Tarbot	piscivore	MJ
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Griet	piscivore	MJ
<i>Solea solea</i>	Tong	benthivore	MJ
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprot	planktivore	MS
<i>Squalus acanthias</i>	Doornhaai	piscivore	MA
<i>Symphodus melops</i>	Zwartooglipvis	benthivore	MA
<i>Syngnathus sp.</i>	Zee-naalden indet.	planktivore	ER
<i>Taurulus bubalis</i>	Groene zeedonderpad	benthivore	MA
<i>Trachurus trachurus</i>	Horsmakreel	piscivore	MA
<i>Trisopterus luscus</i>	Steenbolk	benthivore	MJ
<i>Trisopterus minutus</i>	Dwergbolk	benthivore	MA
<i>Zeus faber</i>	Zonnevis	piscivore	MA
<i>Zoarces viviparus</i>	Puitaal	benthivore	ER

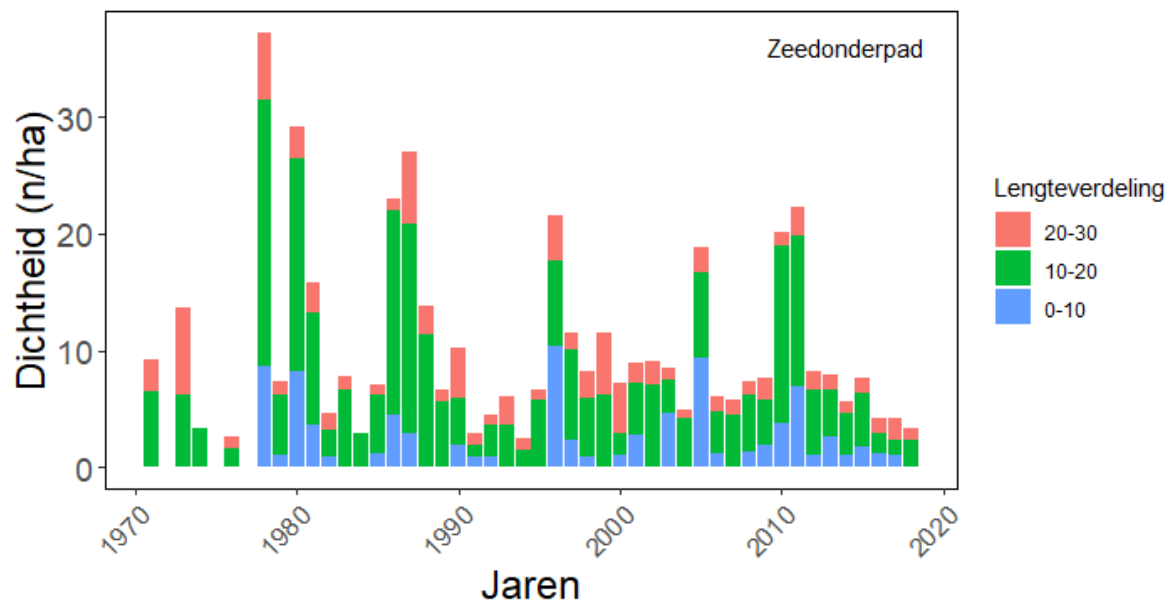
Bijlage 2: Lengteverdeling per soort

Aantal vissen per hectare per lengteklasse per jaar in de Oosterschelde van 1970 tot 2018.









Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27, 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.

Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'

