

Postbus 77 | 4400 AB Yerseke

PO Mosselcultuur
Postbus 116
4400 AC Yerseke

Auteur: Jeroen Wijsman

MZI's in relatie tot draagkracht Oosterschelde

Overzicht van de huidige kennis

Inleiding

Het overgrote deel van de mosselkweek in Nederland vindt plaats op bodempercelen in de Waddenzee en de Oosterschelde. Het mosselzaad (jonge mosseltjes) wordt opgevist van natuurlijke banken in de Waddenzee (mosselzaadbanken), of ingevangen met behulp van MZI's (mosselzaadinvanginstallaties) in de Waddenzee, Oosterschelde en Voordelta. Als onderdeel van een convenant tussen het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, de mosselsector en natuurorganisaties is er een transitietraject gestart waarbij de visserij op mosselzaad geleidelijk wordt afgebouwd en wordt gecompenseerd door invang van mosselzaad met MZI's.

In 2009 is de eerste stap in de transitie gezet waarbij in het voorjaar 20% van de aanwezige sublitorale mosselzaadbanken in de Waddenzee gesloten zijn voor visserij. Het vangstverlies bij de eerste stap (5,5 miljoen kg mosselzaad) is in 2012 gecompenseerd door de invang met MZI's in de Oosterschelde en de Waddenzee. In 2013 is de tweede transitiestap gezet, als gevolg hiervan is in 2015 het areaal voor MZI's in de Waddenzee verdubbeld naar 240 ha (goed voor 11 miljoen kg mosselzaad). In de derde transitiestap die in de zomer van 2021 geformaliseerd is, is een aanvullende gebiedssluiting ter grootte van 7,7% van de gecombineerde voorjaars- en najaarsvisserij gerealiseerd wat resulteert in een totale gebiedssluiting voor mosselzaadvisserij van 35,7% en een vangstverlies van ca. 14 miljoen kg mosselzaad. Dit is gecompenseerd met een aanvullende opschaling in MZI's in het voorjaar 2022, waarmee nu 281 ha in de Waddenzee en 146 ha in de Zeeuwse Delta (119 ha in de Oosterschelde, 27 ha in de Voordelta) vergund is voor MZI's, conform de afspraken in het Mosselconvenant.

Wageningen Marine
Research

Regiocentrum
Yerseke

DATUM
6 september 2022

ONDERWERP
Kennisoverzicht draagkracht
MZI's in de Oosterschelde

ONS KENMERK
2213425.JW.mb

POSTADRES
Postbus 77
4400 AB Yerseke

BEZOEKADRES
Korringaweg 7
4401 NT Yerseke

INTERNET
www.wur.nl/marine-research

KvK NUMMER
09098104

CONTACTPERSOON
Dr. Ir. Jeroen Wijsman

TELEFOON
+31 (0)317 48 71 14

E-MAIL
jeroen.wijsman@wur.nl

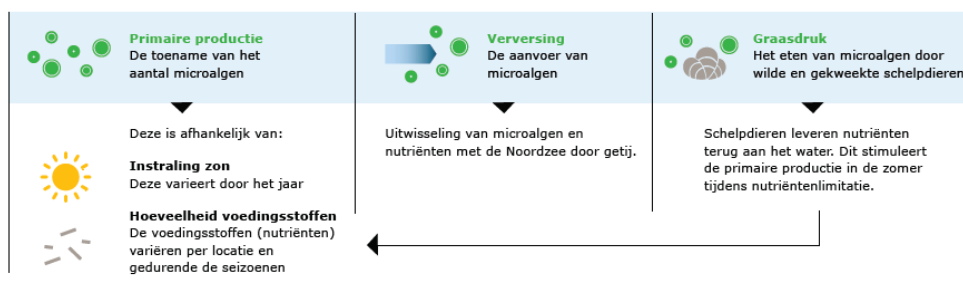
De toename van MZI's leidt tot meer gekweekte mosselen binnen het ecosysteem (Kamermans en Van Asch, 2018). De gekweekte mosselen concurreren met de natuurlijke schelpdierbestanden (zoals kokkels) om het beschikbare voedsel (fytoplankton). Als het bestand aan gekweekte mosselen te groot wordt kan de draagkracht worden overschreden, dat wil zeggen dat de productie van fytoplankton afneemt, waardoor de natuurlijke (maar ook de gekweekte) schelpdieren er nadelige gevolgen van ondervinden (minder groei, lager vleesgehalte). De vraag is of de huidige hoeveelheid MZI's' in de Oosterschelde leidt tot draagkrachtproblemen in de Oosterschelde.

Er is veel onderzoek gedaan naar de draagkracht voor schelpdieren in de Oosterschelde (Smaal et al., 2001, Geurts van Kessel et al., 2003, Wetsteyn et al., 2003, Troost, 2010, Nolte en De Vries, 2012, Schellekens en Smaal, 2012, Smaal et al., 2013, Smaal, 2017, Jansen et al., 2019a, Wijsman en Jansen, 2020) en de effecten van MZI's op deze draagkracht voor schelpdieren (Kamermans en Smaal, 2009, Troost, 2011, Wijsman en Kamermans, 2012, Kamermans et al., 2014, Kamermans en Van Asch, 2018). In dit document wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken op basis van de beschikbare kennis.

Draagkracht

Schelpdieren zijn voor hun voedselvoorziening afhankelijk van fytoplankton (eencellige algen) wat ze met behulp van hun kieuwen uit het water filteren. In het algemeen geldt: hoe meer fytoplankton in het water, hoe harder de schelpdieren groeien en hoe beter hun conditie (Wijsman en Smaal, 2011), alhoewel andere factoren zoals de kwaliteit van de algen (grootte en soort), watertemperatuur, fysiologie van de schelpdieren ook invloed hebben op de groei en conditie van de schelpdieren. De mosselen op de MZI's concurreren om het beschikbare voedsel met de gekweekte mosselen (en oesters) op de percelen, maar ook met de natuurlijke schelpdieren (zoals kokkels, oesters, tapijtschelpen) en andere filtrerende dieren zoals zakpijpen en sponzen. Het voedsel dat door een schelpdier wordt opgegeten is niet meer beschikbaar voor andere schelpdieren en hierdoor kunnen de verschillende schelpdieren en schelpdiergroepen elkaar beïnvloeden. Er worden verschillende definities van draagkracht (Inglis et al., 2000, Smaal en Van Duren, 2019) gebruikt in beleid en beheer van ecosystemen. In voorliggende notitie verstaan we onder draagkracht de maximale bestandsgrootte aan schelpdieren (gekweekte plus natuurlijke bestanden) welke geen negatieve effecten heeft op het fytoplankton (Jansen et al., 2019a) en daarmee op het beschikbare voedsel voor gekweekte en natuurlijke schelpdieren.

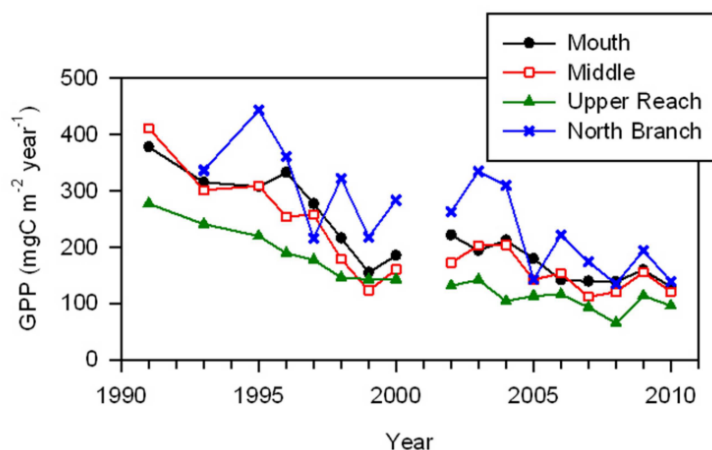
Draagkracht van een ecosysteem zoals de Oosterschelde is globaal afhankelijk van een aantal factoren: primaire productie, verversing van het water en de graasdruk door schelpdieren (Figuur 1). In een evenwichtssituatie zijn de processen met elkaar in evenwicht, evenals de verdeling van de graasdruk over de natuurlijke en gekweekte schelpdierbestanden. Als de graasdruk door de gekweekte bestanden toeneemt kan dat gevolgen hebben voor de primaire productie maar ook voor de graasdruk door de natuurlijke schelpdierbestanden.



Figuur 1: Overzicht van de factoren die van invloed zijn op de draagkracht (uit: Wijsman en Jansen, 2020).

Primaire productie

Primaire productie is de groei van het fytoplankton (Wijsman, 2019). Net als andere planten gebruiken de algen zonlicht om CO₂ om te zetten in suikers waardoor ze kunnen groeien en vermenigvuldigen. Naast licht hebben microalgen ook nutriënten zoals stikstof (nitraat en ammonium) en fosfaat nodig om eiwitten aan te kunnen maken. De primaire productie is vaak het hoogst in het voorjaar als de hoeveelheid zonlicht toeneemt en er nog voldoende nutriënten beschikbaar zijn in het water. Als de nutriënten aan het eind van het voorjaar opraken neemt de primaire productie weer af. Soms vindt er aan het eind van de zomer weer een tweede fytoplanktonbloei plaats doordat de nutriënten weer zijn vrijgekomen in het water. Uit de gegevens van Malkin et al. (2011) is te zien dat de gemiddelde primaire productie per jaar, en daarmee ook de hoeveelheid voedsel voor schelpdieren, in de verschillende deelgebieden van de Oosterschelde is afgenomen over de periode 1991 tot 2010 (Figuur 2). Dit is een indicatie dat de draagkracht voor schelpdieren in die periode is afgenomen (Malkin et al., 2011). Ook is te zien dat de primaire productie het hoogst was in de noordelijke tak en het laagst in de kom. Door het ontbreken van metingen is het niet duidelijk hoe de trend zich na 2010 heeft ontwikkeld (Jansen et al., 2019a). Recentelijk is Rijkswaterstaat weer begonnen met metingen van primaire productie in de Oosterschelde, maar die resultaten zijn nog niet beschikbaar.

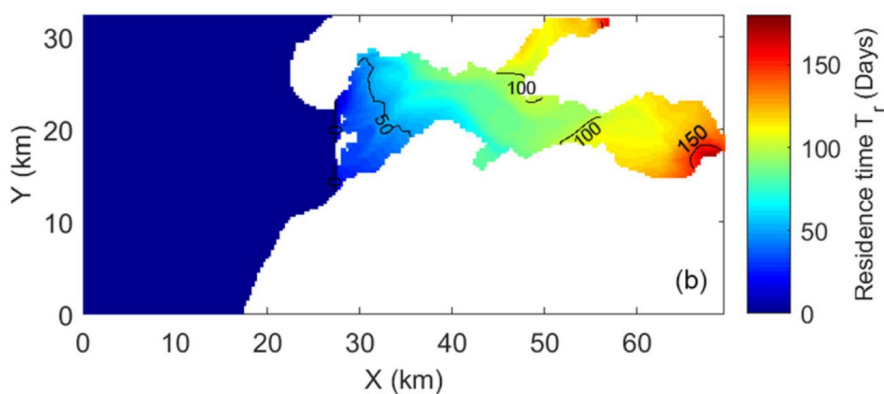


Figuur 2: Ontwikkeling van de jaarlijkse bruto primaire productie (GPP) voor de verschillende deelgebieden in de Oosterschelde (uit: Malkin et al., 2011).

Schelpdieren hebben niet alleen een negatief effect op het fytoplankton. Doordat ze zorgen voor een versnelde terug levering van de nutriënten (stikstof en fosfaat) stimuleren ze de groei (primaire productie) van de algenpopulatie (Jansen et al., 2019b).

Verversing

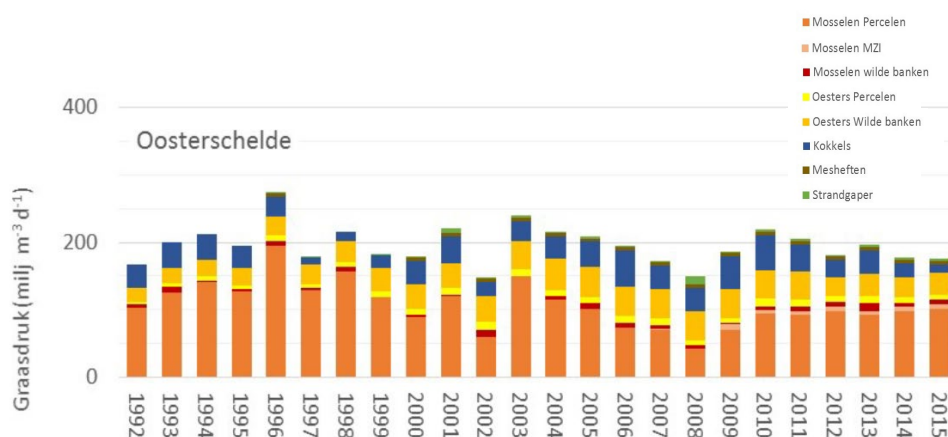
Naast de algen die in de Oosterschelde worden geproduceerd door lokale primaire productie kunnen de schelpdieren ook gebruik maken van de algen die met het getij vanuit de Noordzee worden geïmporteerd. De verversing van het water met Noordzeewater, en daarmee dus ook de import van algen van de Noordzee, is gerelateerd aan de verblijftijd van het water in de Oosterschelde (Figuur 3). Hoe korter de verblijftijd, hoe hoger de verversing met Noordzeewater. De gemiddelde verblijftijd van het water in de Oosterschelde is gemiddeld ongeveer 75 dagen en varieert van 52 dagen in het westelijk deelgebied tot 112 dagen in het deelgebied de kom van de Oosterschelde (Jiang et al., 2019). Dit betekent dus dat de schelpdieren in het westelijk deelgebied het meeste profiteren van de algen die vanuit de Noordzee worden aangevoerd. In het westelijk deelgebied, nabij de Oosterscheldekering, liggen dan ook de beste productiepercelen voor de mosselkweek.



Figuur 3: Gemodelleerde verblijftijden (dagen) van het water in de Oosterschelde (uit: Jiang et al., 2019).

Graasdruk

De graasdruk (hoeveelheid water in kuub per dag dat door de schelpdieren wordt gefilterd) door schelpdieren in de Oosterschelde varieert van jaar tot jaar (Figuur 4). Over de laatste 5 jaar waarvoor de graasdruk bekend is (2011 tot en met 2015) was de gemiddelde graasdruk 170 miljoen $\text{m}^3 \text{d}^{-1}$. De belangrijkste grazers in die periode in de Oosterschelde zijn de mosselen op de kweekpercelen (ca. 165 miljoen $\text{m}^3 \text{d}^{-1}$) en de wilde Japanse oesters (ca. 25 miljoen $\text{m}^3 \text{d}^{-1}$). Het aandeel van MZI mosselen aan de totale graasdruk is relatief beperkt (4,6 miljoen $\text{m}^3 \text{d}^{-1}$ wat overeenkomt met 2,7% van de totale graasdruk). Kamermans en Van Asch (2018) geven aan dat door het gebruik van MZI's de overleving van het mosselzaad wordt vergroot, waardoor er meer mosselen in het ecosysteem aanwezig zijn dan zonder het gebruik van MZI's. Als gevolg hiervan zal de graasdruk verder toenemen. Naast schelpdieren zijn er ook andere organismen zoals zoöplankton, sponzen en zakpijpen. Over de filtratiedruk van deze organismen is echter geen informatie bekend en wordt daarom in draagkrachtstudies niet meegenomen (Jansen et al., 2019a).



Figuur 4: Graasdruk uitgedrukt in dagelijks gefiltreerd volume water door de meest dominante (in termen van biomassa) schelpdieren in de Oosterschelde van 1992 tot en met 2015 (uit: Jansen et al., 2019a).

Indicatoren draagkracht

Draagkracht is lastig in één parameter uit te drukken omdat de interacties tussen schelpdieren (graasdruk) en het voedsel (primaire productie) complex zijn door meerdere feedback mechanismen (Figuur 1) en omdat beide door onafhankelijke factoren worden beïnvloed (predatie, nutriënten, ...) (Jansen et al., 2019a). Om de draagkracht te onderzoeken wordt er daarom vaak naar meerdere indicatoren gekeken zoals:

- Ontwikkeling van schelpdierbestand en filtratiedruk;
- Ontwikkeling van voedselparameters zoals de fytoplanktonconcentratie en de primaire productie;
- Ontwikkelingen van conditie/vleesgewicht schelpdieren;
- Correlaties tussen schelpdierbestanden, voedsel en vleesgehalte;
- Draagkracht indices gebaseerd op processen als primaire productie, graasdruk en verversing (Smaal, 2017).

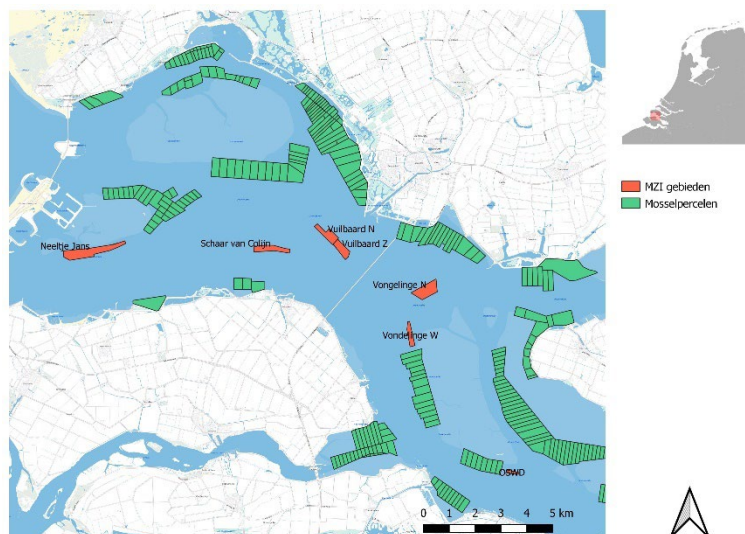
Op basis van een uitgebreide analyse van bovengenoemde factoren over de periode 1990 tot 2015 concluderen Jansen et al. (2019a) dat het niet waarschijnlijk is dat momenteel de schelpdieren in de Oosterschelde de micro-algen overbegrazen, wat een indicatie is dat de draagkracht niet wordt overschreden. Er was geen toe- of afnemende trend in de schelpdierbestanden waarneembaar en er waren ook geen duidelijke correlaties tussen vleesgehaltes van schelpdieren en voedsel (hoeveelheid algen) of de grootte van de schelpdierbestanden (Jansen et al., 2019a).

In een eerdere analyse (Smaal et al., 2013) was op basis van eenzelfde type analyse nog geconcludeerd dat de draagkracht voor schelpdieren in de Oosterschelde was bereikt als gevolg van de toegenomen graasdruk door het bestand aan wilde oesters. Door een herijking van het oesterbestand bleek het oesterbestand aanzienlijk lager was dan eerder aangenomen (Troost en Van Asch, 2019), waardoor de graasdruk door Smaal et al. (2013) is overschat.

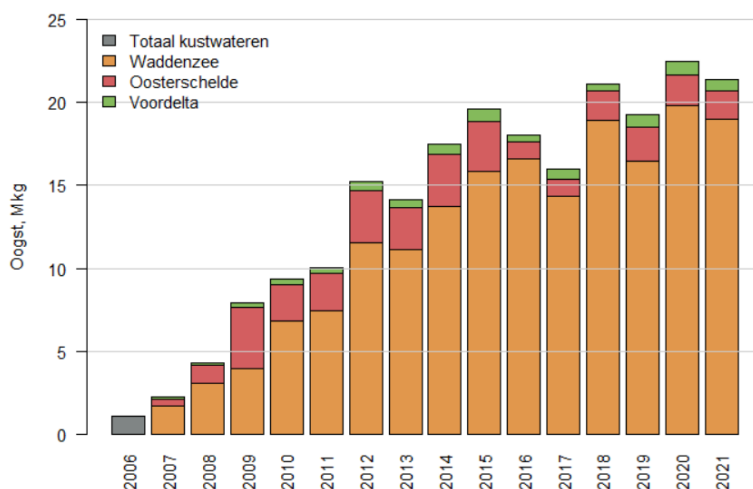
MZIs in de Oosterschelde

In de Oosterschelde zijn een aantal gebieden aangewezen (316 ha) waarbinnen maximaal 200 ha aan MZI kavels kan worden vergund (Ministerie van LNV, 2020). De MZI statistieken worden jaarlijks gerapporteerd, de meest recente rapportage is tot en met 2021 (Capelle, 2022). In 2021 was in de Oosterschelde 86 ha aan kavels voor MZI's vergund, wat in het voorjaar 2022 werd uitgebreid naar 119 ha. Hiervan is slechts een deel (38%) in de praktijk benut (Capelle, 2022). Het mosselzaad wordt

ingevangen met verschillende MZI-systemen, tegenwoordig uitsluitend met longlines (in 2021 463 km touw in de Oosterschelde) en buizen met netten (in 2021 28320 m² net in de Oosterschelde) (Capelle, 2022).



Figuur 5: Ligging van de MZI gebieden in de Oosterschelde (rood). In het groen is de ligging van de kweekpercelen voor mosselen aangegeven.



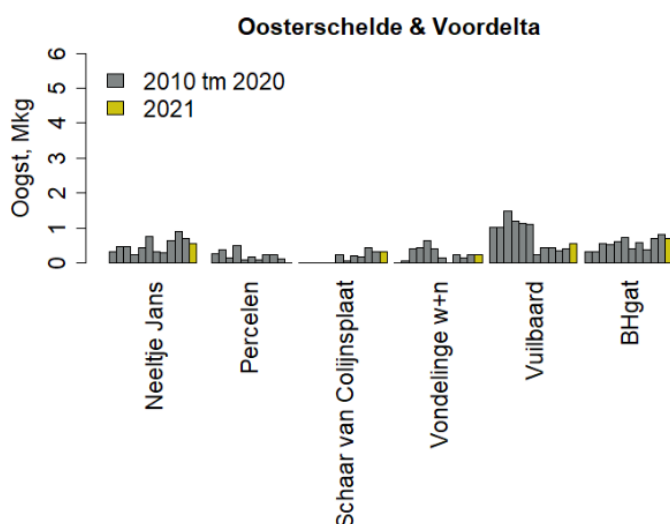
Figuur 6: Totale oogst van mosselzaad (miljoen kg) met MZI's over de jaren 2006 tot en met 2021 (uit: Capelle, 2022).

Sinds 2006 is de totale oogst van MZI mosselen in Nederland gestaag toegenomen naar 21,4 miljoen kg in 2021 (Figuur 6). Deze toename is voornamelijk gerealiseerd in de Waddenzee. In de Oosterschelde is er nauwelijks sprake van een toename. Integendeel, vanaf 2016 is de oogst van MZI's minder dan in voorgaande jaren. In 2021 was de totale MZI oogst in de Oosterschelde 1,7 miljoen kg. Dit is minder dan in het topjaar 2009, waar 3,6 miljoen kg aan mosselzaad is geoogst in de Oosterschelde.

Over het algemeen is er meer animo om MZI's te plaatsen in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Ten eerste zijn de rendementen (oogst per m touw equivalent) in de Waddenzee gemiddeld hoger dan in de Oosterschelde (Capelle, 2022), evenals de kweekrendementen op de Waddenzee (Capelle en Wijsman, 2019). Ten tweede zijn er strenge voorwaarden aan het transport van MZI mosselen uit de Oosterschelde naar de Waddenzee, waaronder het droogzetten van de lading wat nadelig kan zijn voor de overleving van het MZI zaad, die niet gelden voor het transport van de

Waddenzee naar de Oosterschelde. Omdat het opkweken van mosselzaad tot consumptiemosselen in de Oosterschelde ca. 1 jaar langer duurt dan in de Waddenzee, hebben mosselkwekers de voorkeur om de beschikbare kweekpercelen in de Waddenzee te bezaaien met MZI zaad. De lagere opbrengsten van de MZI's, gecombineerd met de beperkingen in groei en kweekmogelijkheden maken MZI mosselen uit de Oosterschelde over het algemeen minder interessant voor kwekers dan MZI mosselen uit de Waddenzee.

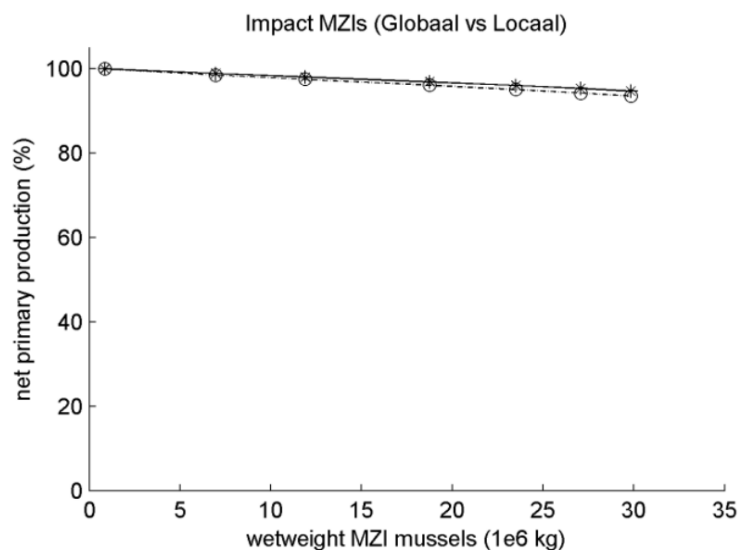
De belangrijkste invanggebieden in de Oosterschelde over de jaren 2010 tot 2021 waren Vuilbaard en Neeltje Jans (Figuur 7). De oogst van de locatie Vuilbaard is afgenomen na 2015 omdat er minder substraat is uitgehangen (Capelle, 2022). Voor de MZI beleidsperiode 2021-2026 wordt de MZI locatie Neeltje Jans uitgebreid in de richting van de vaargeul (Ministerie van LNV, 2020).



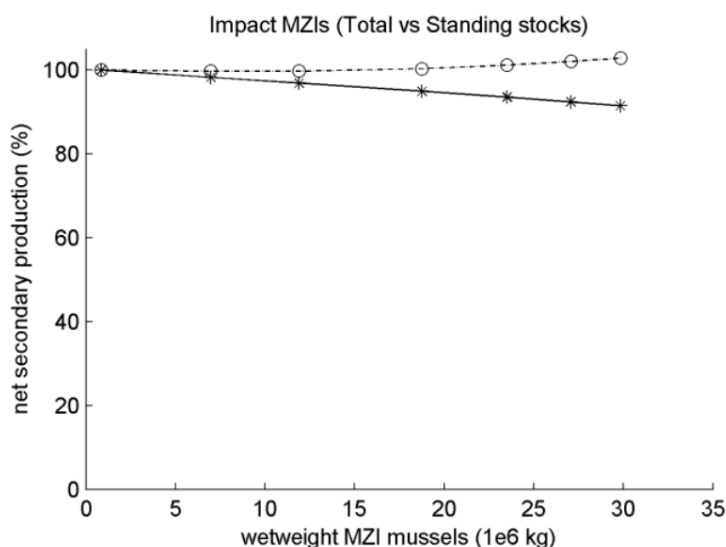
Figuur 7: Totale oogst van mosselzaad (miljoen kg) met MZI's over de jaren 2010–2020 (grijs) en in 2021 (geel) voor de invanglocaties in de Oosterschelde en Voordelta (uit: Capelle, 2022).

Draagkracht MZI's Oosterschelde

Door middel van analyse van historische data, modellen en het meten van modelparameters is het effect van een opschaling van de MZI-oogst tot 20 miljoen kg op de draagkracht van de Oosterschelde onderzocht (Troost, 2011, Kamermans et al., 2014). De filtratiesnelheid van de kleine MZI mosselen per gram lichaamsgewicht is groter dan van de volwassen consumptiemosselen. Gemiddeld filteren MZI mosselen $13 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ (Scholten et al., 2007, Wiersinga et al., 2009) terwijl consumptiemosselen $2,3 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ filteren (Jansen et al., 2019a). In deze studie is aangetoond dat een MZI productie van 20 miljoen kg in de Oosterschelde zeer waarschijnlijk zal leiden tot een afname van de primaire productie (Figuur 8) en daarmee tot een afname van de hoeveelheid voedsel die beschikbaar is voor andere schelpdieren. Tevens laat de studie zien dat als gevolg van het gebruik van de MZI's de totale hoeveelheid aan mosselen op de percelen in de Oosterschelde toeneemt (Figuur 9). Kamermans en Smaal (2014) concluderen dat er bij een geschatte MZI-productie van ruim 5 miljoen kg mosselzaad sprake is van een gering effect op de overige schelpdierbestanden in de Oosterschelde dat zo klein is dat het vanwege de jaar-tot-jaar variatie niet meetbaar is. De productie van MZI zaad in de Oosterschelde was tot op heden maximaal 3,6 miljoen kg (2009). In de laatste 5 jaar was de MZI productie in de Oosterschelde gemiddeld 1,7 miljoen kg (Capelle, 2022), en dus aanzienlijk lager dan de hierboven genoemde hoeveelheid van ruim 5 miljoen kg.



Figuur 8: Modelresultaten van de primaire productie in de Oosterschelde (doorgetrokken lijn) en binnen de MZI locaties (onderbroken lijn), uitgedrukt als % van de primaire productie zonder MZI's, versus de oogst van de van de MZI-mosselen (miljoen kg versgewicht) (uit: Kamermans et al., 2014).



Figuur 9: Modelresultaten van schelpdierproductie (uitgedrukt als % van de productie zonder MZI's) van de bestaande schelpdierpopulaties exclusief MZI mosselen (doorgetrokken lijn) en inclusief de MZI mosselen (onderbroken lijn versus de oogst van de van de MZI-mosselen (miljoen kg versgewicht) (uit: Kamermans et al., 2014).

In een studie van Kamermans en Van Asch (2018) naar de monitoring van de draagkracht voor schelpdieren in relatie tot MZI's is gekeken naar de ontwikkeling van een aantal draagkrachtindicatoren zoals de vleesgehalten van de mosselen aan de veiling en de groei van de natuurlijke populatie van kokkels. Ze concluderen dat zowel het vleesgehalte van de mosselen aan de veiling als de groei van kokkels in de Oosterschelde fluctueert in ruimte en tijd maar geen afnemende trend vertoont over de laatste jaren.

Wijsman en Kamermans (2012) hebben met behulp van een eenvoudige modelaanpak laten zien dat het niet waarschijnlijk is dat een uitbereiding van de MZI locatie Neeltje Jans tot 1,6 miljoen effect heeft op de draagkracht van het westelijk deel van de Oosterschelde. De filtratiesnelheid van 1,6 miljoen kg MZI mosselen is

geschat op 20,87 miljoen $\text{m}^3 \text{d}^{-1}$, waardoor iedere dag 1,8% van het totale volume van het westelijk deelgebied van de Oosterschelde door de MZI mosselen wordt gefilterd. Op kleinere schaal rond het MZI gebied zijn lokale effecten voor medegebruikers niet bij voorbaat uitgesloten (Wijsman en Kamermans, 2012).

Lokale effecten.

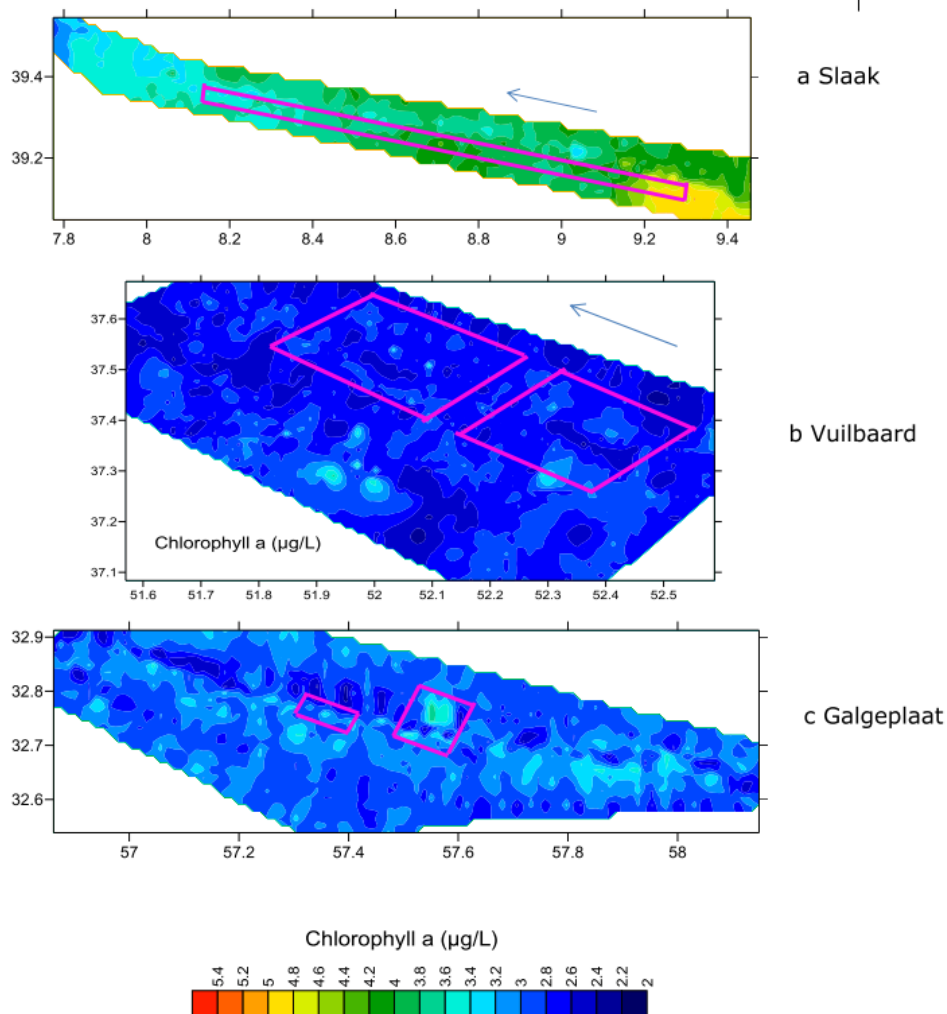
Naast effecten op draagkracht op systeemniveau (e.g. Oosterschelde of de deelgebieden van de Oosterschelde) kunnen MZI's leiden tot lokale effecten waardoor nabijgelegen schelpdierbestanden (natuurlijk of gekweekt) hinder ondervinden. MZI's kunnen in potentie de mosselkweek op nabijgelegen percelen op verschillende manieren beïnvloeden zoals (Wijsman et al., 2014):

1. De MZI structuren kunnen leiden tot verandering van stromingspatronen;
2. Er kan sprake zijn van voedselconcurrentie door MZI mosselen;
3. MZI mosselen kunnen van de systemen afvallen en op de kweekpercelen terecht komen;
4. Door MZI systemen kunnen ook zeesterren ingevangen worden die vervolgens terecht kunnen komen op kweekpercelen.

Hier wordt uitsluitend ingegaan op de voedselconcurrentie.

Het lokale effect van MZI-mosselen op de beschikbare hoeveelheid voedsel door filtratie van algen is onderzocht door Kamermans et al. (2014). In augustus 2010 zijn veldmetingen uitgevoerd bij 3 MZI's in de Oosterschelde (Slaak, Galgeplaat en Vuilbaard). Voor deze metingen is gebruik gemaakt van een Acrobat. Dit is een apparaat dat met behulp van geautomatiseerde technieken (o.a. fluorescentie) de algenbiomassa meet terwijl het achter een boot op verschillende dieptes door het water beweegt (Cranford et al., 2014). Aanvullend zijn in augustus 2012 chlorofyl (indicator voor de hoeveelheid fytoplankton) monsters genomen over een aantal transecten bij drie MZI's in de Oosterschelde (Slaak, Neeltje Jans en Vuilbaard). Het Slaak bevindt zich in het beschutte noordoostelijke deel van de Oosterschelde en Neeltje Jans, Vuilbaard en Galgeplaat zijn geëxponeerde locaties in het midden en westen van de Oosterschelde. Door luwe en meer dynamische gebieden met elkaar te vergelijken kan inzicht worden verkregen in de omstandigheden waaronder voedselconcurrentie op lokale schaal kan optreden in relatie tot de toevoer van voedsel.

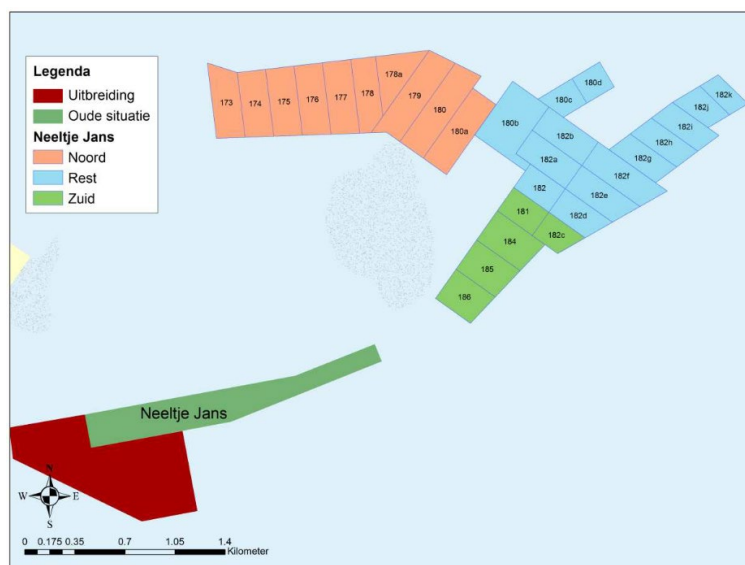
De metingen uit 2010 met de Acrobat laten zien dat op een beschutte locatie met weinig getijbeweging de chlorofyl concentratie lokaal kan worden verminderd door een MZI (Figuur 10, a). Een degelijke verlaging van de chlorofyl concentraties werd niet gemeten bij MZI's op geëxponeerde locaties met meer stroming (Figuur 10, b en c).



Figuur 10: Kaart (met NB en OL minuten langs de assen) van chlorofyl a concentratie (indicator voor hoeveelheid fytoplankton) rond MZI-installatie (aangegeven in roze). De stroomrichting is aangegeven met een blauwe pijl. Galgeplaat is met kentering bemonsterd (Kamermans et al., 2014).

Uit de metingen van 2010 en 2012 kan worden geconcludeerd dat alleen op locaties met weinig stroming zoals de locatie Slaak een lager voedselaanbod achter de MZI kan worden verwacht (Kamermans et al., 2014).

Voor de MZI locatie Neeltje Jans is er onderzocht of er effecten zijn van de MZI's op de nabij gelegen kweekpercelen (Figuur 11) (Wijsman, 2013). In de jaren 2010, 2011 en 2012 was de oogst van de MZI mosselen op deze locatie respectievelijk 0,32, 0,47 en 0,48 miljoen kg. In de studie is er gekeken naar de afwijking in vleesgewichten van de mosselen die zijn geleverd van de nabijgelegen kweekpercelen. Op basis van resultaten is geconcludeerd dat er geen duidelijke aanwijzingen zijn dat de MZI productie van MZI locatie Neeltje Jans heeft geleid tot minder productie en lagere vleespercentages op de nabijgelegen mosselpercelen (Wijsman, 2013). In de jaren 2010 en 2012 zijn de vleespercentages weliswaar laag ten opzichte van de rest van de percelen van Neeltje Jans, maar dat was in voorgaande jaren 2004 tot en met 2007 ook het geval.



Figuur 11: Ligging MZI locatie Neeltje Jans ten opzichte van de kweekpercelen (genummerde vakken) (uit: Wijsman, 2013).

Conclusie

Er is sinds 2001 veel onderzoek gedaan naar de draagkracht voor schelpdieren in de Oosterschelde en de effecten van MZI's op deze draagkracht. Iedere paar jaar wordt onderzocht aan de hand van monitoringgegevens of de draagkracht van de Oosterschelde niet overschreden wordt. De meest recente analyse (Jansen et al., 2019a) concludeert dat het momenteel niet waarschijnlijk is dat de schelpdieren in de Oosterschelde de micro-algen over begrazen, wat een indicatie is dat de draagkracht niet wordt overschreden.

Uit verschillende studies komt verder naar voren dat het aandeel van MZI mosselen aan de totale graasdruk beperkt is (ca. 2,7% van de totale graasdruk). Ook is er, ondanks de opschaling in MZI-areaal, geen sprake van een toename in de oogst van MZI mosselen van de Oosterschelde. De oogst blijft ruim onder de eerder berekende waarde van ruim 5 miljoen kg per jaar wat niet leidde tot wezenlijke effecten (Kamermans en Smaal, 2014). Op ecosysteem-niveau van de Oosterschelde leidt de huidige vergunde (en beleidsmatig beschikbare) MZI-ruimte niet tot overbegrazing. Op kleinere schaal rond een MZI gebied zijn in potentie nadelige effecten voor medegebruikers mogelijk. Onderzoek wijst echter uit dat dit alleen in beschutte locaties met weinig getijbeweging in de Oosterschelde meetbaar is.

Referenties

- Capelle, J.J. (2022). Invang van mosselzaad in MZI's. Resultaten 2021. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C023/22. 30 pagina's.
- Capelle, J.J. en J.W.M. Wijsman (2019). Perceelgebruik en kweekrendement mosselkweek in de Waddenzee. Helpdeskvraag KD-2019-015 Wageningen Marine Research, Yerseke. Rapport nummer: C035/19. 26 pagina's.
- Cranford, P.J., P. Duarte, S.M.C. Robinson, M.J. Fernández-Reiriz en U. Labarta (2014). Suspended particulate matter depletion and flow modification inside mussel (*Mytilus galloprovincialis*) culture rafts in the Ría de Betanzos, Spain. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 452:70-81.
- Geurts van Kessel, A.J.M., B.J. Kater en T.C. Prins (2003). Veranderende draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels. RIKZ, Middelburg. Rapport nummer: RIKZ/2003.043. 128 pagina's.
- Inglis, G.J., B.J. Hayden en A.H. Ross (2000). An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. NIWA. Rapport nummer: Client Report: CHC00/69. 38 pagina's.

- Jansen, H., P. Kamermans, S. Glorius en M. Van Asch (2019a). Draagkracht van de Oosterschelde en de westelijke Waddenzee voor schelpdieren. Evaluatie van veranderingen in de voedselcondities en schelpdierbestanden in relatie tot de mosselkweek in de periode 1990-2016. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C096/19. 46 paginas.
- Jansen, H.M., Ø. Strand, W. Van Broekhoven, T. Strohmeier, M. Verdegem en A.C. Smaal (2019b). Feedbacks from Filter Feeders: Review on the Role of Mussels in Cycling and Storage of Nutrients in Oligo- Meso- and Eutrophic Cultivation Areas. *In* A.C. Smaal, J.G. Ferreira, J. Grant, J.K. Petersen, and Ø. Strand, editors. Goods and services of marine bivalves. Springer. 143-177 paginas.
- Jiang, L., T. Gerkema, J.W.M. Wijsman en K. Soetaert (2019). Comparing physical and biological impacts on seston renewal in a tidal bay with extensive shellfish culture. *Journal of Marine Systems* 194:102-110.
- Kamermans, P. en A.C. Smaal (2009). Evaluatie van de mosselzaadinvang (MZI) proefperiode 2008. Wageningen IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C022/09. 41 paginas.
- Kamermans, P. en A.C. Smaal (2014). Passende beoordeling (PB) mosselzaadinvang (MZI) op vrije gronden in de Nederlandse kustwateren voor de periode 2015-2018. IMARES. Rapport nummer: C168/14. 71 paginas.
- Kamermans, P., C.J. Smit, J.W.M. Wijsman en A.C. Smaal (2014). Meerjarige effect- en productiemetingen aan MZI's in de Westelijke Waddenzee, Oosterschelde en Voordelta. Samenvattend eindrapport. IMARES. Rapport nummer: C191/13. 93 paginas.
- Kamermans, P. en M. Van Asch (2018). Monitoring draagkracht voor schelpdieren in relatie tot opschaling MZIs in de Waddenzee en de Oosterschelde. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C043/18. 33 paginas.
- Malkin, S.Y., J.C. Kromkamp en P.M.J. Herman (2011). Primary production in the Oosterschelde: an analysis of historical data, size distribution and effect of grazing pressure. NIOO-CEME. 24 paginas.
- Ministerie van LNV (2020). Beleid voor mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) 2021 t/m 2026. 41 paginas.
- Nolte, A.J. en I. De Vries (2012). Overzicht van kennisbijdrage Deltares in de Green Deal Oosterschelde. Ecosysteembekendheid, nutriëntenstromen, primaire productie en draagkracht. Deltares, Delft. Rapport nummer: 1206232-000-ZKS-0008. 33 paginas.
- Schellekens, T. en A.C. Smaal (2012). BO Zuidwestelijke Delta: Nutrientendynamiek en verandering van draagkracht. Wageningen IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C070/12.
- Scholten, M.C.T., F.A. Veenstra en R.A. Jongbloed (2007). Perspectieven voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren. Een evaluatie van de proefperiode 2006--2007. IMARES, IJmuiden. 124 paginas.
- Smaal, A.C. (2017). Draagkracht voor schelpdieren: definities, indices en case studies. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C023/17. 26 paginas.
- Smaal, A.C., T. Schellekens, M.R. Van Stralen en J.C. Kromkamp (2013). Decrease of the carrying capacity of the Oosterschelde estuary (SW Delta, NL) for bivalve filter feeders due to overgrazing? *Aquaculture* 404-405:28-34.
- Smaal, A.C. en L.A. Van Duren (2019). Bivalve aquaculture carrying capacity: concepts and assessment tools. *In* A.C. Smaal, J.G. Ferreira, J. Grant, J.K. Petersen, and Ø. Strand, editors. Goods and services of marine bivalves. Springer. 451-483 paginas.
- Smaal, A.C., M.R. Van Stralen en E. Schuiling (2001). The interaction between shellfish culture and ecosystem processes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:991-1002.
- Troost, K. en M. Van Asch (2019). Reconstructie van het Japanse oesterbestand in de Oosterschelde. Rapport nummer: CVO rapport: 19.008.
- Troost, T.A. (2010). Modelling carrying capacity Oosterschelde. Deltares, Delft. Rapport nummer: 1202193.
- Troost, T.A. (2011). Draagkracht voor MZI's in de Oosterschelde. Deltares, Delft. Rapport nummer: 1203038-001-ZKS-001-r.

- Wetsteyn, L.P.M.J., R.N.M. Duin, J.C. Kromkamp, M.J. Latuhihin, J. Peene, A. Pouwer en T.C. Prins (2003). Verkenning draagkracht Oosterschelde. Onderzoek naar veranderingen en trends in de Oosterschelde in de periode 1990 t/m 2000. RIKZ, Middelburg. Rapport nummer: RIKZ/2003.049. 106 paginas.
- Wiersinga, W.A., J.E. Tamis, C.J. Smit, A.G. Brinkman en R.A. Jongbloed (2009). Passende beoordeling voor mosselzaadinvang (MZI) in Nederlandse kustwateren. Rapport nummer: C089/09.
- Wijsman, J.W.M. (2013). Effecten MZI locatie Neeltje Jans op nabijgelegen mosselpercelen. IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C011/13. 19 paginas.
- Wijsman, J.W.M. (2019). Meten van primaire productie in de Oosterschelde, Grevelingenmeer en het Veerse Meer. Overzicht van methodieken en plan van aanpak voor monitoring. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C022/19. 56 paginas.
- Wijsman, J.W.M. en H. Jansen (2020). Draagkracht voor schelpdieren. Wageningen Marine Research.
- Wijsman, J.W.M. en P. Kamermans (2012). Effecten uitbreiding 3 MZI locaties in Oosterschelde en Waddenzee op draagkracht. IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C156/12. 20 paginas.
- Wijsman, J.W.M., P. Kamermans en M. Van Stralen (2014). Adviesrapport over richtlijnen m.b.t. de relatie tussen MZI's en kweekpercelen. IMARES.
- Wijsman, J.W.M. en A.C. Smaal (2011). Growth of cockles (*Cerastoderma edule*) in the Oosterschelde described by a Dynamic Energy Budget model. *Journal of Sea Research* 66:372-380.

DATUM
6 september 2022

ONS KENMERK
2213425.JW.mb

PAGINA
13 van 14

Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

DATUM
6 september 2022

ONS KENMERK
2213425.JW.mb

PAGINA
14 van 14

Verantwoording

Projectnummer: 4313200017

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: Dr. ir. Jacob Capelle
Onderzoeker schelpdieren

Handtekening:



Datum: 6 september 2022

Akkoord: Drs. J. Asjes
Manager Integratie

Handtekening:



Datum: 6 september 2022