



T0 monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen

Voortgangsrapportage 2024

Auteur(s): Jeroen Wijsman, Jesse van der Pool, Sara Breunesse, Suzanne Cornelisse,
Douwe van der Ende en Wouter Suykerbuyk

Wageningen University &
Research rapport C035/24

T0 monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen

Voortgangsrapportage 2024

Auteur(s): Jeroen Wijsman, Jesse van der Pool, Sara Breunese, Suzanne Cornelisse, Douwe van der Ende en Wouter Suykerbuyk

Wageningen Marine Research
Yerseke, juni 2024

Wageningen Marine Research rapport C035/24

Jeroen Wijsman, Jesse van der Pool, Sara Breunese, Suzanne Cornelisse, Douwe van der Ende en Wouter Suykerbuyk, 2024. T0 monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen; Voortgangsrapportage 2024. Wageningen, Wageningen Marine Research, Wageningen Marine Research rapport C035/24. 47 blz.

Keywords: Oosterschelde, zoetwater, kreeftenvisserij, kokkels, mosselen, overleving, groei

Opdrachtgever Rijkswaterstaat WVL
T.a.v.: Kees-Jan Meeuse (RWS Zee en Delta)
Postbus 2231
2500 GE Utrecht

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/659873>
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
Drs.ir. M.T. van Manen, directeur bedrijfsvoering

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 V33 (2023)

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	6
1.1 Achtergrond	6
1.2 Doel en aanpak	7
1.3 Leeswijzer	8
1.4 Dankwoord	8
2.1 Achtergrond	9
2.2 Groei en ontwikkeling in de zomer	9
2.2.1 Aanpak	9
2.2.2 Resultaten	12
2.3 Overleving in de winter	17
2.3.1 Aanpak	17
2.3.2 Resultaten	18
3 Kokkels	22
3.1 Achtergrond	22
3.2 Inventarisatie	22
3.2.1 Aanpak	22
3.2.2 Resultaten	23
3.3 Groei en overleving	25
3.3.1 Aanpak	25
3.3.2 Resultaten	28
4 Kreeftenvisserij	30
4.1 Achtergrond	30
4.2 Aanpak	30
4.3 Resultaten	31
4.3.1 Visserij-inspanning	31
4.3.2 Vangsten	32
4.3.3 Catch per unit of Effort (CpUE)	34
5 Conclusies en discussie	36
5.1 Mosselen	36
5.2 Kokkels	36
5.3 Kreeft	37
6 Kwaliteitsborging	38
Literatuur	39
Verantwoording	40
Bijlage 1 Verspreiding kokkels en overige soorten	41

Samenvatting

In de Krammersluizen wordt een nieuw, innovatief zoet-zout scheidingssysteem (IZZS) aangelegd, wat kan leiden tot lagere zoutgehaltes en verhoogde nutriëntenconcentraties in de noordelijke tak van de Oosterschelde, met mogelijk effecten op schelpdierkweek, kokkels en kreeftenvisserij in het gebied. Om deze effecten te onderzoeken, wordt een meerjarige (2020 - 2025) nulmeting uitgevoerd naar de groei en overleving van mosselen en kokkels, evenals het registreren van de vangsten van kreeftenvissers. Dit derde voortgangsrapport behandelt de resultaten van deze monitoring voor de periode juni 2023 tot en met mei 2024.

Op vijf locaties zijn groeimetingen uitgevoerd met mosselen die in mandjes in de waterkolom zijn uitgehangen. Tussen mei en oktober 2023 is de gemiddelde lengte van de mosselen toegenomen van 39 mm naar 48 mm. De meeste groei werd waargenomen op locatie M3, terwijl er weinig verschillen waren in groei op de overige locaties. De gemiddelde overleving van de mosselen in de mandjes was 72%. De vleesgewichten vertoonden een duidelijk seizoenspatroon met een piek in juni.

Op dezelfde vijf locaties zijn in de winter van 2023-2024 opnieuw mosselen uitgezet in mandjes om de mortaliteit en groei te monitoren. De mortaliteit van de mosselen was, met een gemiddelde van ongeveer 40%, zeer hoog. Veel van de mosselen waren op het moment van het ophalen van de mosselen in april 2024 recentelijk gestorven. De hoogste mortaliteit werd waargenomen op locatie M5. De gemiddelde groei van de mosselen tijdens de winter van 2023-2024 was 5.8 mg versgewicht d^{-1} , met de beste groei op locaties M4 bij de Flakkeese Spuisluis en M5 in het Zijpe.

Op 49 locaties verspreid over de Plaat van Oude Tonge en het Slaak zijn in 2024 kokkels en andere schelpdieren bemonsterd. De gemiddelde dichtheid van kokkels was 23.8 individuen m^{-2} . Op de Plaat van Oude Tonge was de dichtheid aanzienlijk hoger (gemiddeld 46.8 individuen m^{-2}) dan in het Slaak (gemiddeld 0.8 individuen m^{-2}).

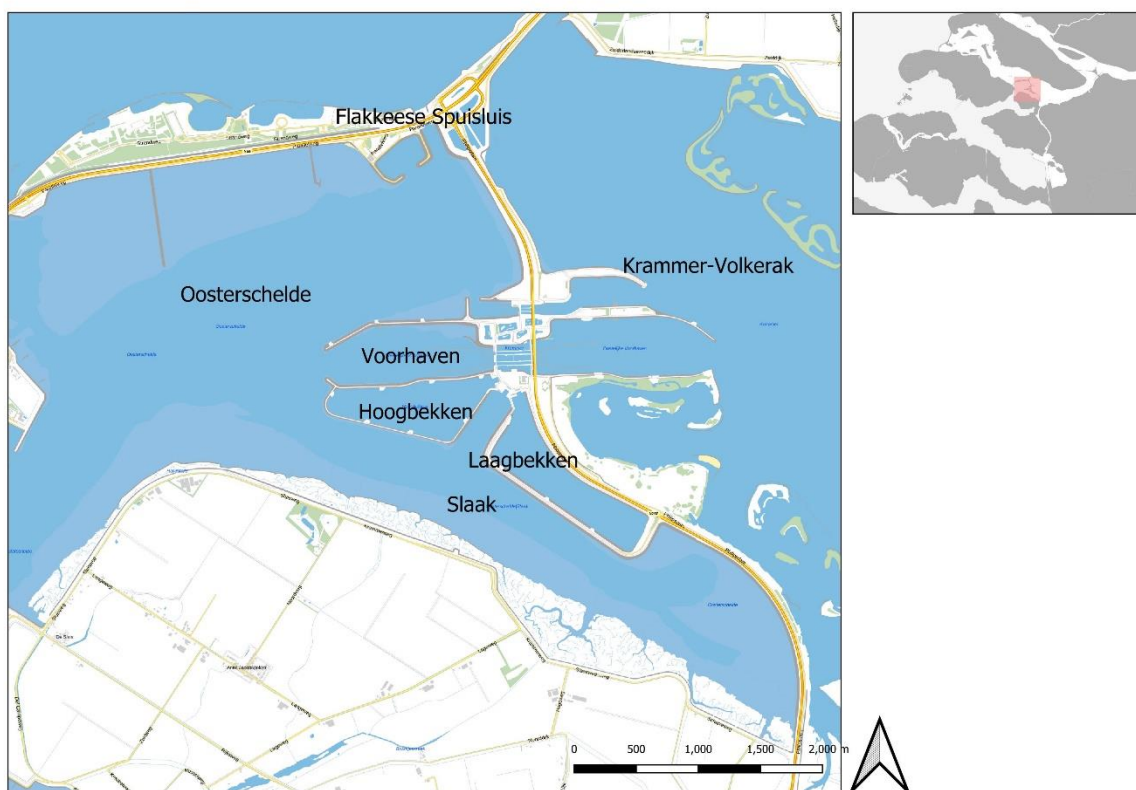
Vanwege het lage aantal kokkels in 2023, met name in het Slaak (Wijsman et al., 2023), was het in 2023 niet mogelijk om betrouwbare metingen uit te voeren naar de groei en overleving van de kokkels. Er is daarom besloten om de acht kokkelvakken allemaal aan te leggen op de Plaat van Oude Tonge. De 0-jarige kokkels zijn in 2023 gemiddeld 0.08 mm d^{-1} gegroeid. De 1-jarige kokkels vertoonden een groei van gemiddeld 0.06 mm d^{-1} . De overleving van de kokkels was 83%. De gemiddelde mortaliteit van de 1-jarige en 2-jarige kokkels was respectievelijk 0.45 en 0.43 % d^{-1} .

Tijdens het kreeftenseizoen zijn in 2023 ook de kreeftenvangsten door vissers geregistreerd. In totaal hebben de drie vissers in 2023 1666 kreeften gevangen in het onderzoeksgebied, waarvan er 922 kreeften (55%) zijn aangeland. Er worden in het algemeen meer mannetjes dan vrouwtjes gevangen. Gemiddeld is er in 2023 1 kreeft per 11 vistuigeenheden per dag gevangen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De duwvaartsluizen van het Krammersluizencomplex (Figuur 1) zullen worden voorzien van een nieuw, innovatief zoet-zoutseparatiesysteem (IZZS). Dit systeem verandert het sluis- en waterbeheer ten opzichte van het huidige systeem. In plaats van uitwisseling van het kolkvolume in het huidige systeem met het Hoogbekken en Laagbekken, zal de zoutindringing naar het Krammer-Volkerak worden beperkt door het gebruik van luchtbellenschermen en (zoet) spoelwater. Deze veranderingen hebben gevolgen voor de zoutindringing in het Volkerak-Zoommeer en de hoeveelheid zoetwater die naar de Oosterschelde wordt gespoeld en gespuid. In de huidige situatie komt er gedurende het hele jaar ongeveer $9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ zoetwater via de sluizen in de Oosterschelde terecht. In het nieuwe systeem zal er van 16 september tot 14 maart gemiddeld ongeveer $29 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ worden gespoeld en gespuid naar de Oosterschelde verdeeld over de voorhaven ($22 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) en het Slaak ($7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Van 15 maart tot 15 september zal er dezelfde hoeveelheid zoetwater worden gespoeld als met het huidige systeem, namelijk $9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, maar dit wordt anders verdeeld over de voorhaven ($5.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) en het Slaak ($3.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). De verwachting is dat de werkzaamheden aan het systeem in 2028 zullen worden afgerond.



Figuur 1: Overzicht van de Krammersluizen met de Oosterschelde aan de westzijde van de Krammersluizen en het Krammer-Volkerak aan de oostzijde. De Voorhaven en het Slaak bevinden zich in de Oosterschelde. Rechtsboven een overzicht van de ligging van het gebied de Krammer (roze vlak) in noordelijke tak van de Oosterschelde.

De renovatie van de sluizen kan leiden tot een verlaging van het zoutgehalte en een verhoging van de nutriëntenconcentratie (Nolte et al., 2017). De veranderingen in de waterkwaliteit, met name het verlaagde zoutgehalte, kunnen in potentie effect hebben op de Natura 2000-doelen van de Oosterschelde zoals het bieden van voedsel voor vogels, evenals voor medegebruikers van het gebied zoals mosselkwekers, kreeftenvissers en MZI-ondernemers.

De verandering van het spoel- en spuiregime naar de Oosterschelde kan mogelijk ook gevolgen hebben voor de ecologische ontwikkeling zoals de groei en overleving van kokkels, in de nabije omgeving van het sluizencomplex. Tevens kunnen de omgevingscondities in de gebieden waar mosselen worden gekweekt (hangcultuur) of ingevangen door middel van MZI's (mosselzaad invang systemen) en de gebieden waar kreeft wordt gevist, worden beïnvloed door de toevoer van extra zoetwater.

In de vergunning Wet Natuurbescherming voor de bouw en exploitatie van het nieuwe zoet-zoutscheidingssysteem in het Krammersluizencomplex (Ministerie LNV, 2018) is de verplichting opgenomen om de mogelijke effecten van het veranderende spoel- en spuiregime op de Natura 2000-doelen van de Oosterschelde te monitoren. Daarom heeft Rijkswaterstaat (RWS) een meet- en monitoringsplan opgesteld voor het project IZZS Krammersluizen (Boeters, 2018) om de effecten van het nieuwe sluis- en waterbeheer op de natuur en waterkwaliteit in de buurt van het sluizencomplex vast te stellen. Het project "T₀-monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen" maakt deel uit van dit plan en richt zich specifiek op mosselen, kokkels en kreeften. Kreeften zijn gevoelig voor lagere zoutgehaltes, en schelpdieren zijn afhankelijk van de primaire productie voor hun voedsel. Daarom zijn deze soorten goede indicatoren om de mogelijke effecten van het IZZS op de natuur en het medegebruik te evalueren.

1.2 Doel en aanpak

Het project richt zich op het beantwoorden van de hoofdvraag: "In hoeverre heeft het nieuwe sluis- en waterbeheer van de Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen effect op de groei en overleving van mosselen en kokkels en vangsten van kreeften in het gebied van de Krammer en het Slaak?".

Om deze vraag te beantwoorden, worden gegevens verzameld vóór de ingebruikname van het IZZS (T₀) en zullen er in een vervolgfase gegevens worden verzameld nadat de IZZS in werking is gesteld (T₁). Deze gegevens zullen worden gebruikt om eventuele veranderingen in de groei en overleving van mosselen en kokkels en vangsten van kreeften te observeren en kwantificeren. Het verzamelen van deze gegevens voldoet aan de eisen van de natuurvergunning en de beheerstaak van Rijkswaterstaat om de kwaliteit van de Oosterschelde te bewaken in het licht van Natura 2000. Bovendien kunnen de verzamelde gegevens potentieel inzicht bieden in de effecten van het nieuwe systeem op medegebruikers van het gebied zoals mosselkwekers, kreeftenvissers en MZI-ondernemers.

Het project is gestart in februari 2020 en loopt door tot medio 2025, waardoor de periode vóór de ingebruikname van het IZZS wordt bestreken. Het plan van aanpak (Wijsman, 2020) beschrijft gedetailleerd de geplande monitoringsactiviteiten waaronder:

- Mosselen
 - Overleving tijdens de winterperiode
 - Groei en ontwikkeling tijdens het zomerhalfjaar
- Kokkels
 - Inventarisatie van het voorkomen, leeftijd, aantallen en biomassa van kokkels in het intergetijdengebied van de Krammer en het Slaak, als aanvulling op de jaarlijkse WOT-survey in de Oosterschelde.
 - Groei en ontwikkeling van kokkels in het intergetijdengebied van de Krammer en het Slaak
- Kreeftenvisserij
 - Registratie van vangsten en inspanning door kreeftenvissers in de Krammer en het Slaak.

De voortgang van het project wordt jaarlijks gemonitord en gerapporteerd in voortgangsrapportages (Wijsman et al., 2021, Wijsman en Van der Pool, 2022, Wijsman et al., 2023). Deze rapportages beschrijven de resultaten van de monitoring en registreren eventuele afwijkingen ten opzichte van het plan van aanpak. Voorliggend rapport beschrijft de voortgang voor de periode van juni 2023 tot en met mei 2024.

1.3 Leeswijzer

De monitoring bestaat grofweg uit drie onderwerpen: mosselen, kokkels en kreeftenvisserij die achtereenvolgens in de hoofdstukken 2, 3 en 4 worden behandeld. In ieder hoofdstuk wordt eerst achtergrondinformatie gegeven en vervolgens de aanpak en resultaten besproken. In hoofdstuk 5 tenslotte zijn de conclusies op basis van de monitoring in het afgelopen jaar getrokken en bediscussieerd.

1.4 Dankwoord

Hierbij willen we de bemanning van MS Regulus danken voor hun assistentie tijdens de veldwerkzaamheden, evenals de kreeftenvissers (Theun Hoogerheide, Henk Jumelet en Lennard Timmer) voor hun inzet en medewerking bij de vangstregistratie.

2 Mosselen

2.1 Achtergrond

De Noordelijke tak van de Oosterschelde is van belang voor mosselkweek (bodemcultuur, mosselzaadinvang en hangcultuur). Het gebied biedt relatieve beschutting en heeft een beperkte waterbeweging, waardoor het voornamelijk geschikt is voor mosselzaadinvang met behulp van MZI's en hangcultuur. De percelen in het Slaak worden door mosselkwekers gepacht van de stichting "Het Zeeuws Landschap".

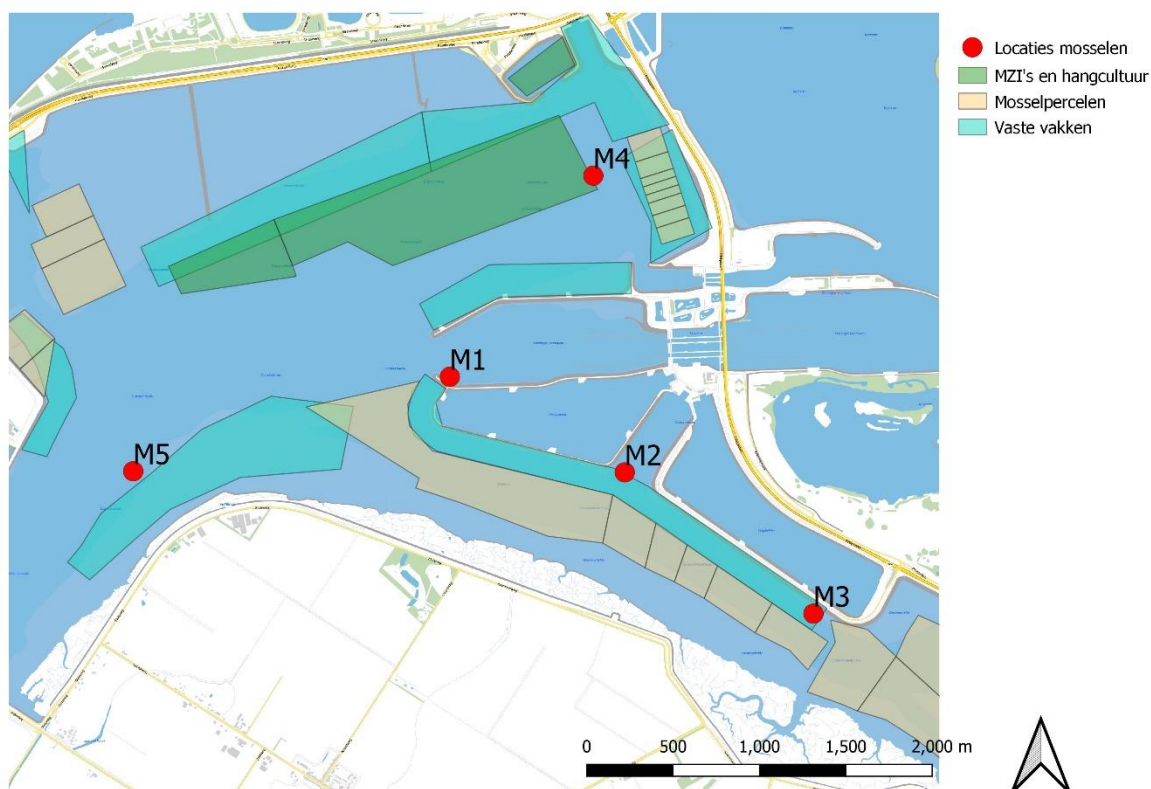
Mosselen zijn over het algemeen goed bestand tegen fluctuerende en lage zoutgehalten. Op langere termijn liggen de ondergrenzen voor effecten rond de 20 ppt. Echter, voor een rendabele kweek is een zoutgehalte van niet lager dan 25 ppt vereist (Smaal en Kamermans, 2014). Mosselen voeden zich met fytoplankton dat ze uit het water filteren met behulp van hun kieuwen. Over het algemeen is de productie van fytoplankton (primaire productie) het hoogst in het vroege voorjaar wanneer de instraling van de zon toeneemt en er nog voldoende voedingsstoffen (nutriënten) in het water aanwezig zijn. De extra toevoer van nutriënten naar de Oosterschelde na de ingebruikname van het IZZS kan in potentie leiden tot een toename van de primaire productie en daarmee meer voedsel voor de mosselen. Echter, omdat deze toevoer voornamelijk in de winterperiode plaatsvindt, wanneer de primaire productie wordt beperkt door zonnestraling, zal het effect op de groei van de mosselen minder direct zijn dan wanneer de extra toevoer van nutriënten in het voorjaar of in de zomer plaatsvindt.

2.2 Groei en ontwikkeling in de zomer

2.2.1 Aanpak

Gedurende de zomerperiode (mei – oktober) is de ontwikkeling van mosselen onderzocht door mosselen uit te zetten in mandjes op vijf verschillende locaties (M1 tot en met M5, Figuur 2, Tabel 1) en deze maandelijks te bemonsteren. Dit is een beproefde methode om de effecten van een ingreep op de mosselkweek in te schatten (De Mesel et al., 2009, Wijsman en Brummelhuis, 2013, 2015, Wijsman et al., 2017). De mosselen zijn in mei 2023 ingezet in de mandjes en zijn vervolgens iedere maand (juni, juli, augustus, september, oktober, totaal dus 5 keer) bemonsterd. De monitoring is en zal worden uitgevoerd in de jaren 2021, 2022, 2023 en 2024 (Tabel 2). In deze rapportage worden de resultaten van de monitoring in 2023 beschreven. Er wordt gekeken naar de ontwikkeling in groei (lengte en gewicht), overleving en vleesgehalte van de mosselen. Ook wordt het zoutgehalte en de watertemperatuur continu gemonitord met behulp van geleidbaarheid- en temperatuursensoren.

Omdat in 2021 de opstelling op de locatie M5 is verdwenen (Wijsman en Van der Pool, 2022) is besloten om de locatie M5 voor de vervolgmonitoring ca 100 meter naar het zuiden te verplaatsen, waar de bodem iets vlakker is. De coördinaten van de monitoringslocaties zijn weergegeven in Tabel 1. Op 2 mei 2024 zijn er weer nieuwe mosselen uitgezet voor de monitoring in 2024 en de eerste bemonstering is op 3 juni uitgevoerd. De resultaten van die monitoring zullen worden gerapporteerd in een volgende voortgangsrapportage.



Figuur 2: *Overzicht van de locaties (M1 tot en met M5) waar de mosselmandjes zijn uitgehangen in 2022 tot en met 2024.*

Tabel 1: *Coördinaten (RD en WGS84) van de monitoringslocaties (M1 tot en met M5 voor de mosselen).*

Locatie	X_RD	Y_RD	Longitude	Latitude
M1	68617	408515	4.139004	51.65972
M2	69629	407962	4.153762	51.65490
M3	70722	407144	4.169747	51.64772
M4	69448	409679	4.150717	51.67030
M5	66805	408070	4.112667	51.65452

Tabel 2: *Momenten van bemonstering mosselmandjes. De momenten aangegeven met "-" moeten nog worden uitgevoerd.*

Jaar	Uitzetten	Bem. 1	Bem. 2	Bem. 3	Bem. 4	Ophalen
2021	12 mei	17 jun	20 jul	25 aug	21 sep	26 okt
2022	28 apr	6 jun	6 jul	8 aug	7 sep	10 okt
2023	4 mei	5 jun	10 jul	9 aug	4 sep	9 okt
2024	2 mei	3 jun	-	-	-	-

Voor de monitoring in de zomer van 2023 is gebruik gemaakt van mosselen die zijn verzameld van een mosselperceel aan de Slikken van den Dortsman. In het lab zijn de mosselen uitgezocht op lengte om bij aanvang zoveel als mogelijk mosselen van eenzelfde lengteklasse te hebben. In totaal zijn er ruim 3200 mosselen geselecteerd om in mandjes uit te zetten. Uit deze mosselen zijn 8 random steekproeven genomen van 25 mosselen om de uitgangssituatie vast te leggen. Op iedere locatie is een toren met 6 mandjes uitgezet (Figuur 3) gevuld met mosselen.

De mandjes zijn bevestigd aan een 40 liter blaas. Ieder mandje bestaat uit 4 compartimenten (Figuur 4) die ieder zijn gevuld met 25 mosselen van ongeveer gelijke grootte. Tijdens de bemonstering gedurende de maanden juni tot en met oktober is iedere keer één mandje per locatie bemonsterd en zijn de mosselen per

compartiment doorgemeten. Aan elke toren van mandjes was een geleidbaarheidssensor (Hobo U24-002-C) bevestigd die iedere 30 minuten de geleidbaarheid en temperatuur heeft gemeten, waaruit het zoutgehalte kon worden berekend.

Deze mosselen zijn geanalyseerd op de volgende parameters:

- Individuele lengte (mm), gemeten met digitale schuifmaat;
- Versgewicht (g);
- Vleesgewicht na koken (g);
- Drooggewicht (g), 70°C, 1 week;
- Asvrij drooggewicht (g), 540°C;



Figuur 3: Toren van mandjes gevuld met mosselen. De bovenkant van de toren hangt ongeveer 1 meter onder het wateroppervlak. Aan iedere toren wordt ook een geleidbaarheid- en temperatuursensor (Hobo U24-002-C) bevestigd.



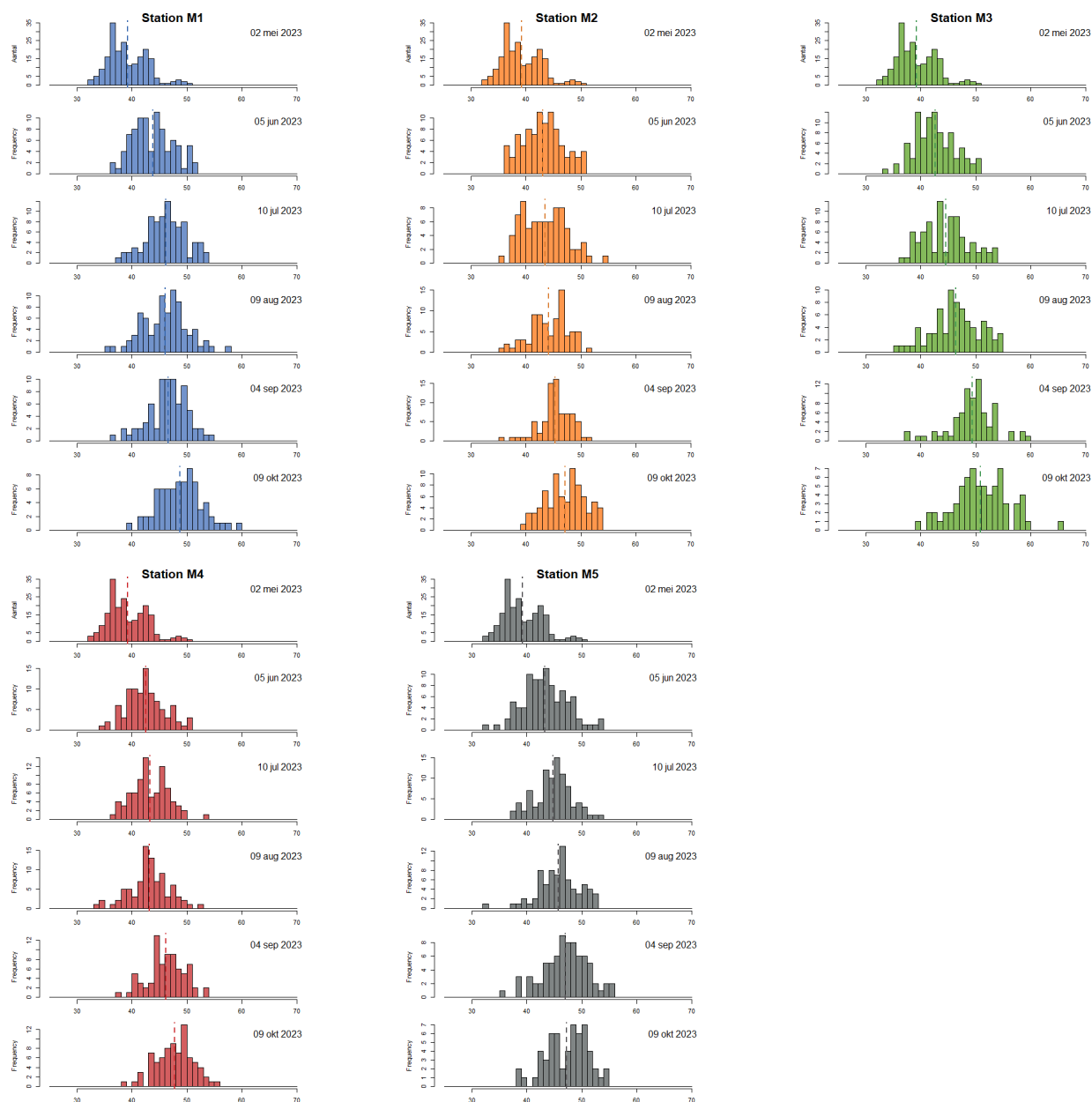
Figuur 4: Een mandje bestaat uit 4 compartimenten. Ieder compartiment wordt aan het begin van het experiment gevuld met 25 mosselen.

De mosselen die in 2024 zijn uitgehangen, zijn ook afkomstig van een perceel aan de Slikken van den Dortsman.

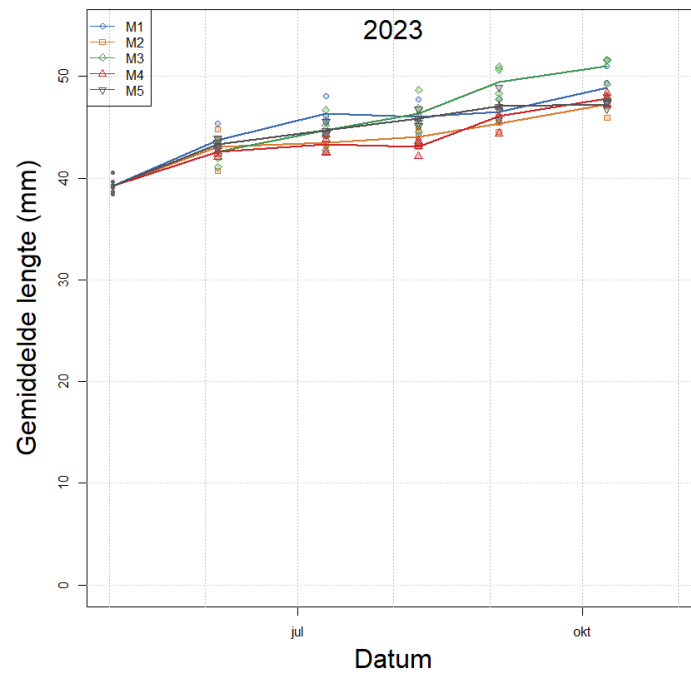
2.2.2 Resultaten

Experiment 2023

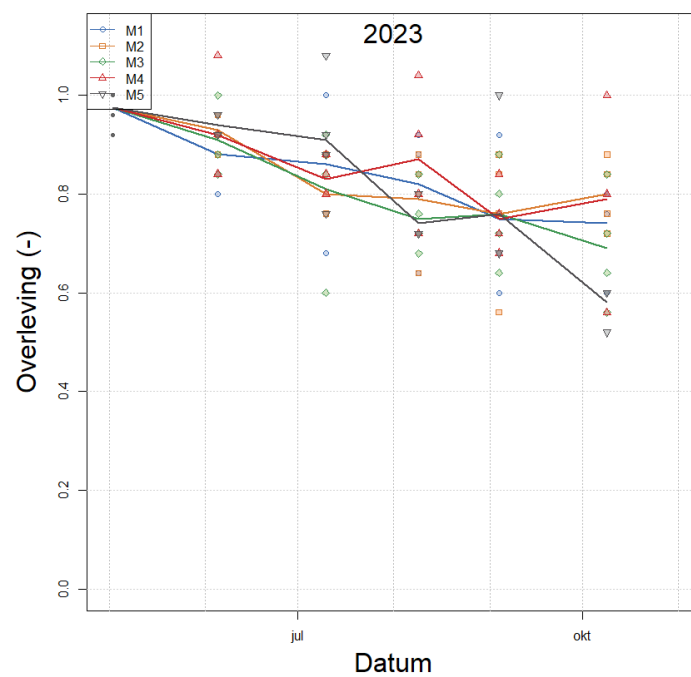
De resultaten van de lengtemetingen van de mosselen zijn weergegeven in de vorm van histogrammen (Figuur 5) en tijdreeksen (Figuur 6). In de figuren is duidelijk te zien dat de mosselen in 2023 zijn gegroeid van 39 mm eind april tot gemiddeld ongeveer 48 mm in oktober. Op de locatie M3 zijn de mosselen het meest gegroeid. De groei op de overige locaties vertoonde weinig verschillen. De gemiddelde overleving op 9 oktober was 72%, waarbij de sterfte gelijkmatig is verdeeld over de tijd (Figuur 7). Het versgewicht is toegenomen van gemiddeld ongeveer 5.5 g begin mei tot 11.0 g in oktober (Figuur 8), waarbij de grootste toename heeft plaatsgevonden tussen 5 juni en 10 juli. De mosselen op de locatie M3 waren in oktober het meest in gewicht toegenomen (gemiddeld gewicht 12.4 g). Het vleespercentage van de mosselen in de mandjes piekt in de maand juni naar een gemiddeld vleespercentage van 36% en namen af in juli, waarna de vleespercentages relatief stabiel bleven (Figuur 9). Aan het eind van de periode (9 oktober 2023) is het gemiddelde vleespercentage 26.7%. De hoogste vleespercentages zijn aangetroffen op de locaties M3 en M4.



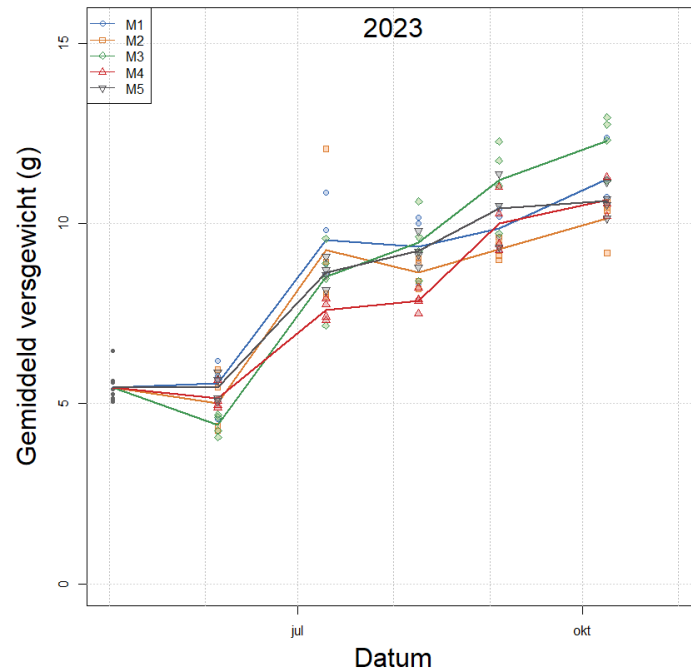
Figuur 5: Ontwikkeling van de lengte-frequentieverdelingen van de mosselen op locaties M1 tot en met M5 tijdens het experiment van 2023. De verticale stippellijn geeft de gemiddelde lengte van de mosselen.



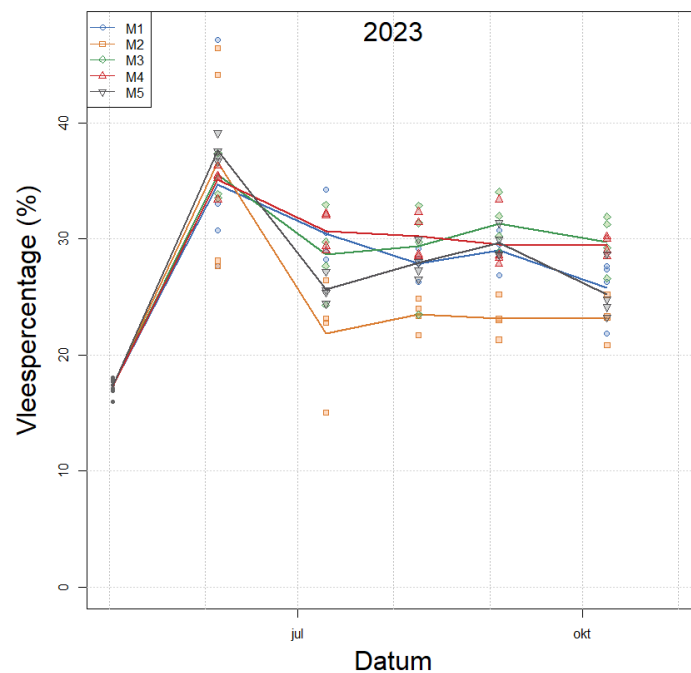
Figuur 6: Ontwikkeling van de lengte (mm) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2023.



Figuur 7: Overleving van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2023.

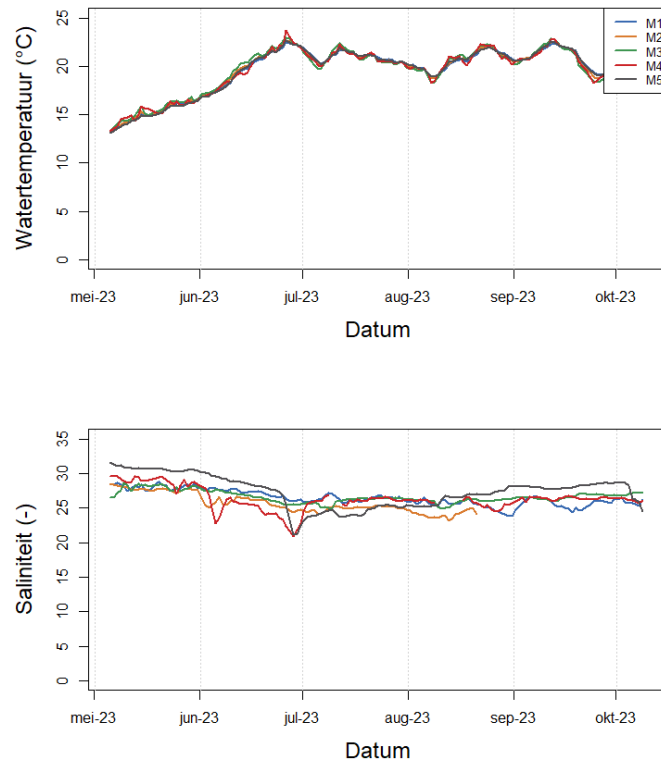


Figuur 8: Verloop van het versgewicht (g) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2023.



Figuur 9: Verloop van het vleespercentage (%) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2023.

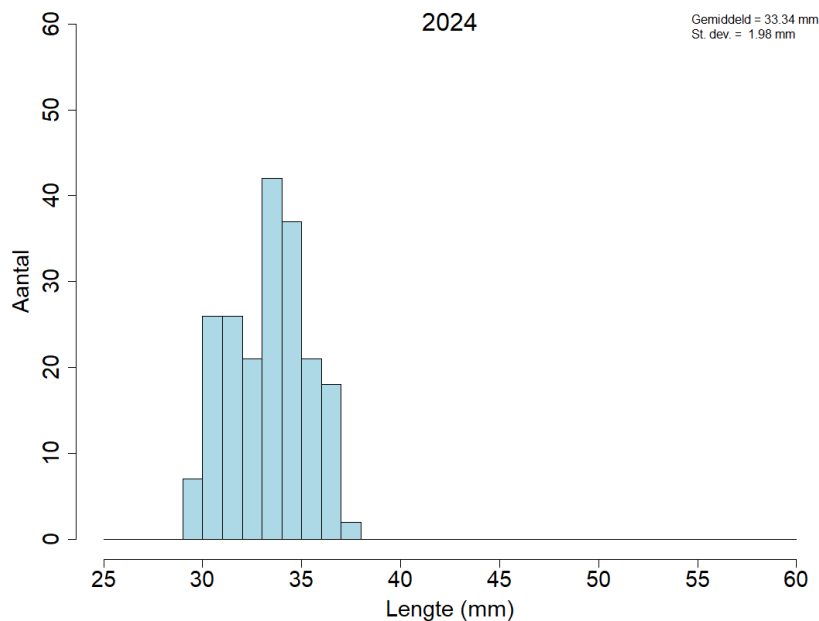
Geleidbaarheidssensoren die zijn bevestigd aan iedere opstelling hebben ieder half uur de geleidbaarheid en de watertemperatuur gemeten op de locaties M1 tot en met M5 waaruit het zoutgehalte is berekend (Figuur 10). Er is weinig verschil te zien in het verloop van de watertemperatuur tussen de verschillende locaties. Het zoutgehalte varieert tussen de 21 en 31. De hoogste zoutgehalten zijn gemeten op locatie M5. Op de locatie M2 is de zoutmeting afgebroken vanwege aangroei van zeepokken op de sensor.



Figuur 10: Verloop watertemperatuur (boven) en de zoutgehalte (onder) op de locaties M1 tot en met M5 van eind april tot half oktober 2023.

Experiment 2024

De lengtefrequentieverdeling van de mosselen bij aanvang van het experiment in 2024 is weergegeven in Figuur 11. Bij aanvang van het experiment in mei 2024 hadden de mosselen een gemiddelde lengte van 33.3 mm met een standaarddeviatie van 2.0 mm. Dit komt overeen met de lengte in 2022 toen de gemiddelde lengte van de uitgezette mosselen 30.2 mm was (Wijsman en Van der Pool, 2022). In 2021 (Wijsman et al., 2021) en 2023 (Wijsman et al., 2023) waren de uitgezette mosselen iets groter (respectievelijk 39.8 mm en 39.2 mm). Er was geen significant verschil in lengte tussen de acht verschillende steekproeven die bij aanvang van de meting zijn genomen ($p=0.19$).



Figuur 11: Lengte-frequentieverdeling van de mosselen bij aanvang van het experiment in mei 2024.

De gewichten van de mosselen bij aanvang van het experiment zijn weergegeven in Tabel 3. Het gemiddelde versgewicht van de mosselen was 3.5 g. Dit was iets zwaarder dan aan het begin van het experiment in 2022 (2.8 g) en lichter dan het gemiddelde gewicht van de mosselen aan het begin van het experiment in 2021 (5.3 g) en 2023 (5.5 g). Op het moment van het schrijven van deze rapportage waren de resultaten van de drooggewichten en de asvrij drooggewichten van de startmeting nog niet beschikbaar en deze resultaten zullen in een volgende rapportage worden gepresenteerd.

Tabel 3: Gemiddelde versgewicht (WW, g), vleesgewicht (FW, g), drooggewicht (DW, g) en asvrij drooggewicht (AFDW, g) van de mosselen bij aanvang van het experiment in 2024. Tussen haakjes staan de standaarddeviaties. De resultaten van de drooggewichten en de asvrij drooggewichten komen later beschikbaar.

WW (g)	FW (g)	DW (g)	AFDW (g)
3.5 (0.14)	1.1 (0.09)	- (-)	- (-)

2.3 Overleving in de winter

2.3.1 Aanpak

Op dezelfde vijf locaties waar de groei en ontwikkeling van de mosselen worden gemeten (Figuur 2), zijn in de winter mosselen uitgezet om de overleving te kwantificeren. In het najaar (november 2023) zijn op elke locatie torens van vier mandjes uitgehangen die elk 100 mosselen bevatten. De mosselen waren afkomstig van een perceel aan de Slikken van den Dortsman. Voorafgaand aan het uitzetten van de mosselen is ook het versgewicht bepaald. Het gemiddelde versgewicht van de mosselen bij aanvang was 5.8 gram. Aan elke toren van mandjes was een geleidbaarheidssensor bevestigd die iedere 30 minuten de geleidbaarheid en temperatuur heeft gemeten, waaruit het zoutgehalte kon worden berekend. Na de winter (april 2024) zijn de mandjes weer opgehaald (Tabel 4), zijn de levende mosselen per mandje geteld en is het versgewicht bepaald.

Tabel 4: Momenten van uitzetten en ophalen van mosselmandjes voor de kwantificering van de overleving in de winter. De momenten aangegeven met "-" moeten nog worden uitgevoerd.

Winter	Uitzetten	Ophalen
2020-2021	9 nov 2020	20 april 2021
2021-2022	16 nov 2021	4 april 2022
2022-2023	9 nov 2022	3 april 2023
2023-2024	22 nov 2023	8 april 2024
2024-2025	-	-

Onder de aanname van een exponentiële afname over de tijd van het aantal mosselen in de mandjes kan de gemiddelde mortaliteit (M , % d⁻¹) worden bepaald uit het aantal levende mosselen per mandje bij aanvang (N_{start}) en aan het eind van het experiment (N_{eind}) middels de formule:

$$M = \frac{\ln \left(\frac{N_{eind}}{N_{start}} \right)}{t} \cdot 100\%$$

Waarbij t het aantal dagen is dat de mosselen zijn uitgezet (138 dagen in winter 2023-2024).

De gemiddelde groei van de mosselen tijdens de winter ($\frac{dW}{dt}$, g d⁻¹) is berekend uit de versgewichten bij aanvang (W_{start}) en aan het eind (W_{eind}) van het experiment:

$$\frac{dW}{dt} = \frac{W_{eind} - W_{start}}{t}$$

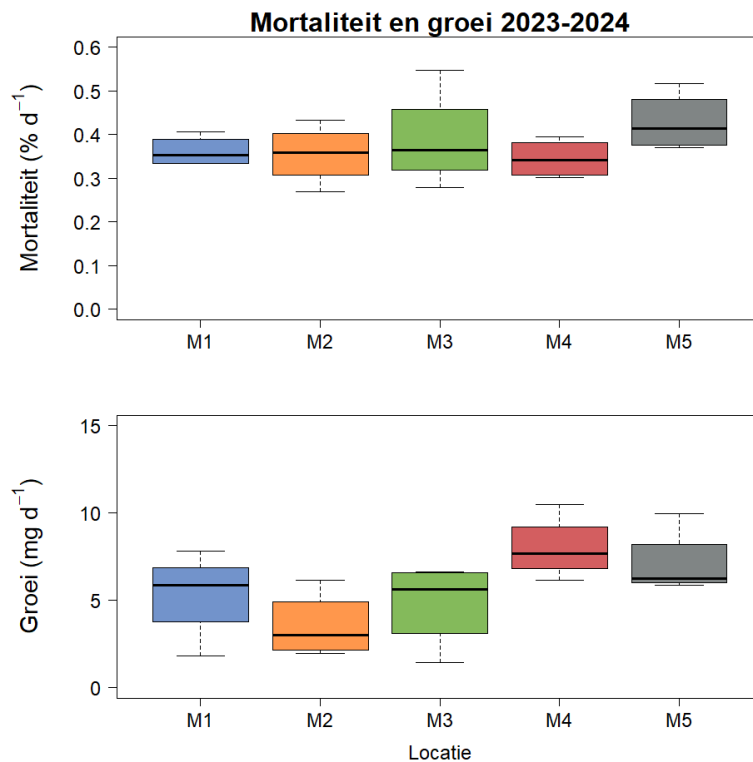
Het gemiddelde rendement (R , -) combineert de groei en de overleving van de mosselen en is berekend uit de ratio van de totale biomassa van de nog levende mosselen aan het eind van het experiment (B_{eind} , g) en de totale biomassa van de mosselen aan het begin van het experiment (B_{start} , g).

$$R = \frac{B_{eind}}{B_{start}}$$

2.3.2 Resultaten

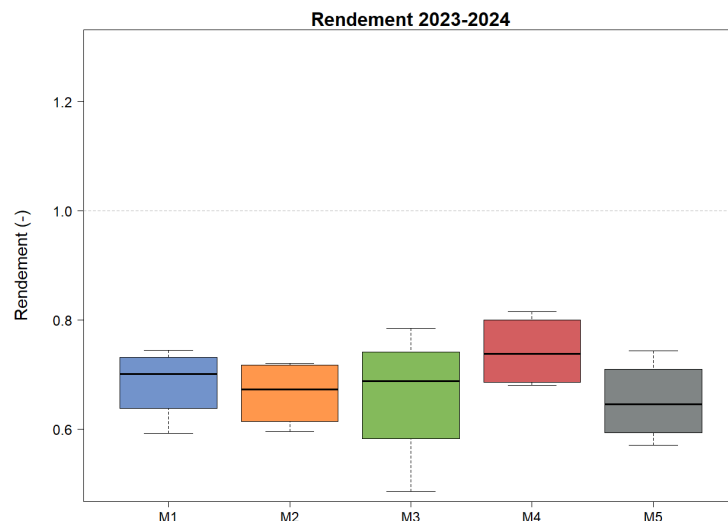
De overleving van de mosselen in de mandjes was in de winter 2023-2024 relatief laag op alle locaties. De gemiddelde mortaliteit van de mosselen tijdens de winter 2023-2024 was 0.38 % d⁻¹ (Figuur 12), wat overeenkomt met 40.5% sterfte over een periode van 138 dagen. De hoogste mortaliteit was op locatie M5 (0.43 % d⁻¹) en de laagste op locatie M4 (0.34 % d⁻¹), maar de verschillen tussen de locaties zijn niet significant ($p=0.48$).

De gemiddelde groei van de mosselen in de winter 2023-2024 was 5.8 mg d⁻¹ wat overeenkomt met 0.79 gram over de periode van 138 dagen. De beste groei is aangetroffen op de locaties M4 (8.0 mg d⁻¹) en M5 (7.1 mg d⁻¹), maar de verschillen tussen verschillende locaties waren niet significant ($p=0.07$). In de eerdere winters was de groei van de mosselen op de locatie M5 ook al het beste.



Figuur 12: Mortaliteit (% per dag) en groei (mg d⁻¹) voor de verschillende locaties in de winter 2023-2024.

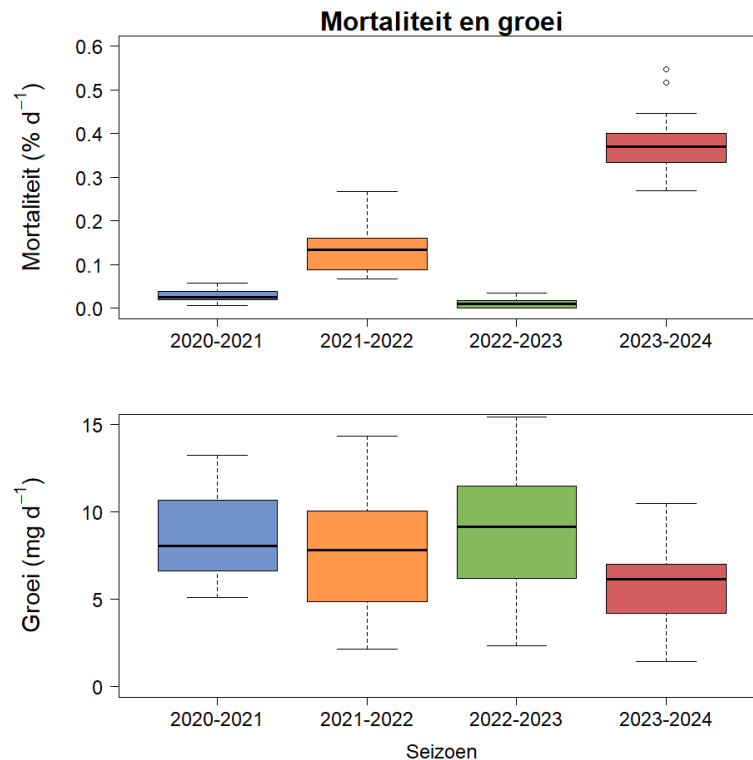
Het gemiddelde rendement van de mosselen in de mandjes was 0.68 wat inhoudt dat de netto biomassa van de mosselen met 32% is afgenomen tijdens de winterperiode. In de winters 2020-2021, 2021-2022 en 2022-2023 waren de gemiddelde rendementen respectievelijk 1.11, 0.92 en 1.07. Het beste rendement in de winter 2023-2024 was op de locatie M4 (0.74) en het laagste rendement op locatie M5 (0.65), wat voornamelijk is veroorzaakt door de relatief hoge sterfte (Figuur 13). De verschillen in rendementen tussen de locaties in de winter 2023-2024 waren niet significant ($p=0.56$).



Figuur 13: Rendement van de mosselen in de mandjes tijdens de winter 2023-2024.

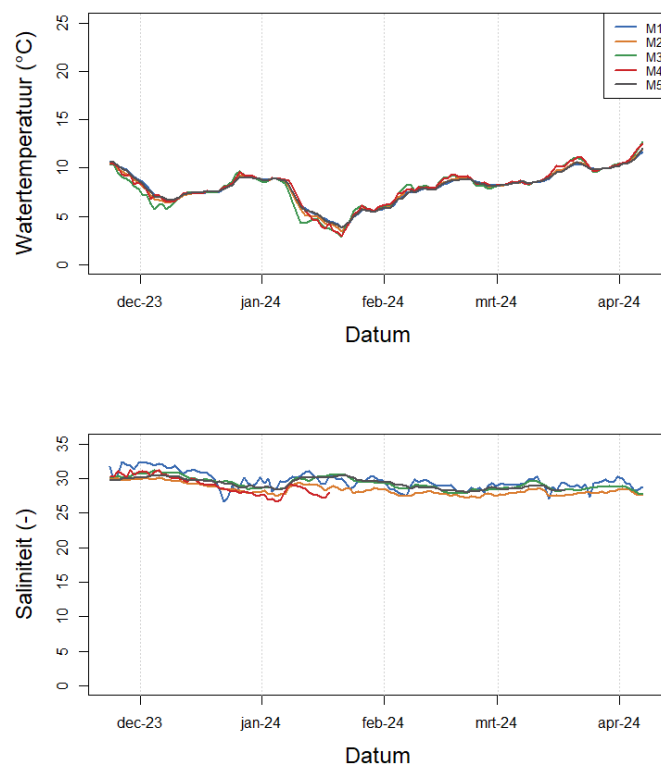
De mortaliteit van de mosselen in de mandjes was in de winter 2023-2024 (gemiddeld 0.37 % d⁻¹) aanzienlijk hoger dan in voorgaande jaren. Tijdens het ophalen van de opstellingen begin april 2024 waren er al meldingen van massale sterfte van mosselen op de percelen in de Oosterschelde. Ook bij het analyseren van de mosselen bleek dat een groot aantal recentelijk was doodgegaan. In de winters 2020-2021 en 2022-2023 was de sterfte het laagst (respectievelijk 0.03 en 0.01 % d⁻¹) en in de winter 2021-2022 was de gemiddelde sterfte 0.13 % d⁻¹ (Figuur 14). Ook de groei van de mosselen in de winter 2023-2024 (gemiddeld 5.8 mg d⁻¹) bleef achter bij voorgaande winters. In de winters 2020-2021, 2021-2022 en 2022-

2023 was de gemiddelde groei respectievelijk 8.6 mg d⁻¹, 7.7 mg d⁻¹ en 9.0 mg d⁻¹. In de winter 2022-2023 was de gemiddelde groei 9.0 mg d⁻¹.

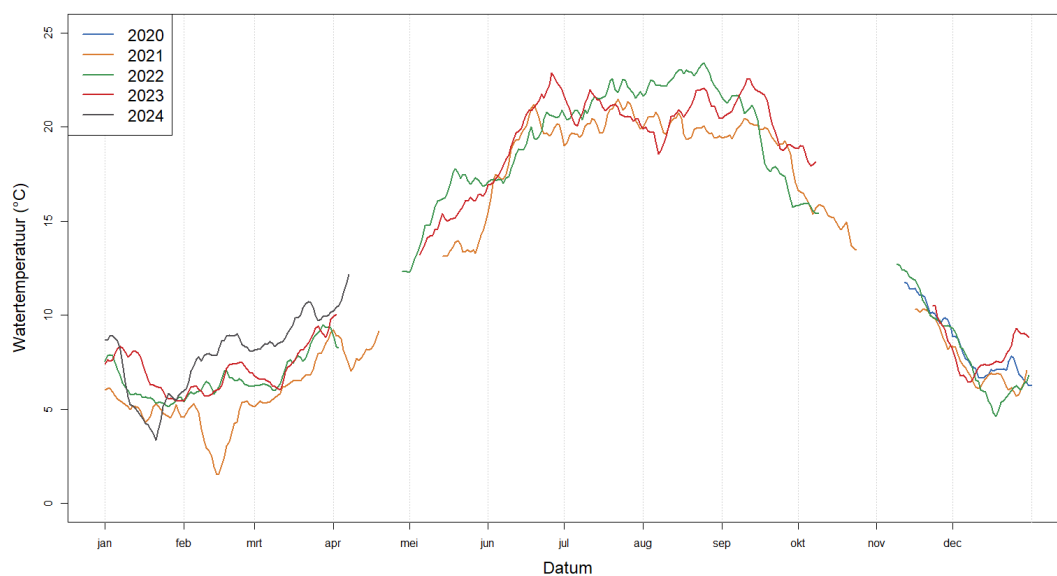


Figuur 14: Sterfte (% per dag) en groei (mg d⁻¹) over de verschillende winters.

De gemeten temperatuur en de berekende saliniteit van het oppervlaktewater op de locaties M1 tot en met M5 zijn weergegeven in Figuur 15. De minimale watertemperatuur van ongeveer 3 °C wordt bereikt half januari 2024. In het voorjaar van 2024, vanaf februari, zijn de watertemperaturen de warmste van de afgelopen 4 jaar (Figuur 16). Vanaf half januari zijn er geen saliniteit metingen beschikbaar van de locatie M4 en vanaf half maart geen metingen van locatie M5 vanwege aangroei van zeepokken op de sensoren. De laagste gemiddelde zoutgehaltes in de winter 2023-2024 zijn gemeten op locaties M2 (Figuur 15).



Figuur 15: Verloop watertemperatuur (°C, boven) en het zoutgehalte (onder) op de locaties M1 tot en met M5 van begin november 2023 tot april 2024.



Figuur 16: Gemiddelde watertemperatuur (°C) over alle locatie over de verschillende jaren.

3 Kokkels

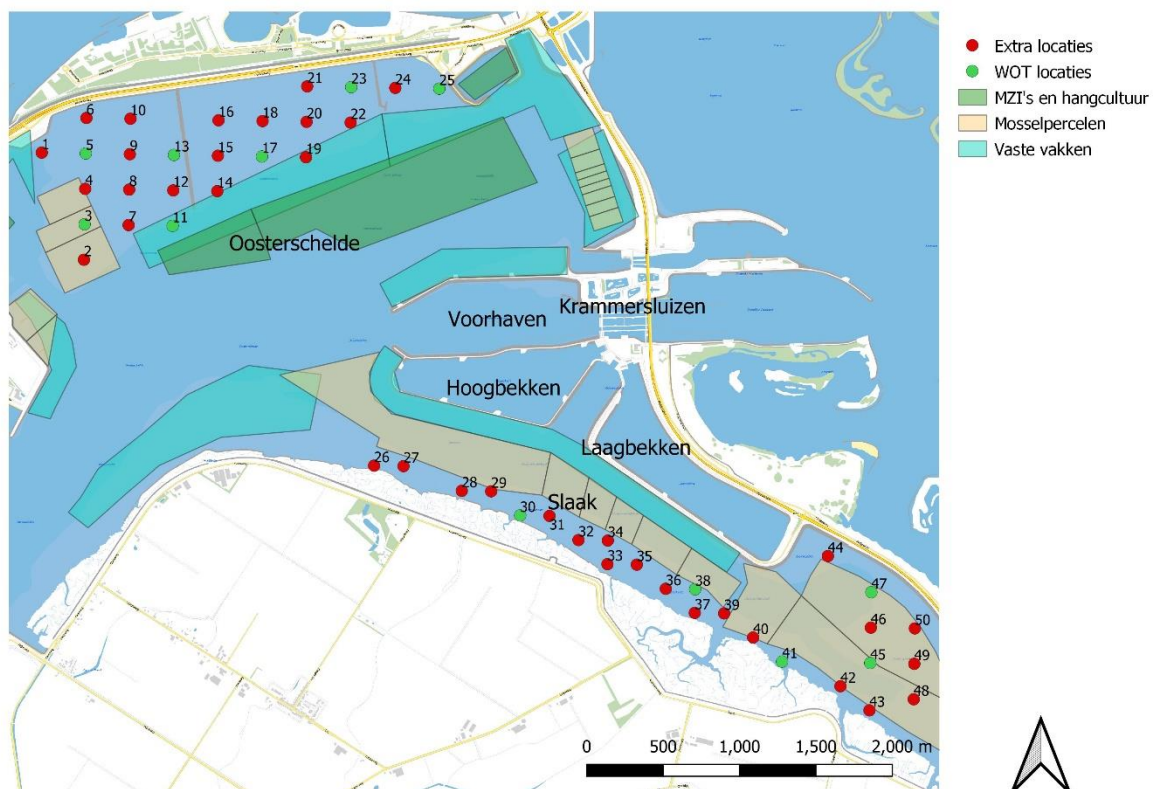
3.1 Achtergrond

Schelpdieren, in het bijzonder kokkels, zijn een belangrijke voedselbron voor steltlopers, zoals scholeksters, in de Oosterschelde (Rappoldt et al., 2006, Troost en Ysebaert, 2011). Kokkels leven voornamelijk in het litoraal en zijn gevoelig voor lagere zoutgehaltes (Tydeman, 1996). Het is onzeker of de lagere zoutgehaltes bij een operationeel IZZS van invloed zullen zijn op het voorkomen van kokkels. Tijdens de monitoring wordt zowel gekeken naar de jaarlijkse ontwikkeling van het aantal kokkels als naar de groei en sterfte van de kokkels. Er is ook gekeken naar de verspreiding van andere schelpdieren die in potentie kunnen dienen als voedselbron voor steltlopers.

3.2 Inventarisatie

3.2.1 Aanpak

Tijdens de WOT-survey (Wettelijke Onderzoekstaken), die jaarlijks in opdracht van het ministerie van LNV in het voorjaar wordt uitgevoerd in de Oosterschelde, worden slechts een beperkt aantal locaties in het Slaak (ongeveer vijf) en op de Plaat van Oude Tonge (ongeveer zeven) bemonsterd. Deze monitoring is echter te beperkt om eventuele effecten van het IZZS in kaart te brengen. Om een beter beeld te krijgen, is de bemonstering uitgebreid en uitgevoerd op een fijnmaziger meetgrid, waarbij in totaal ongeveer 50 monsters zijn genomen, verdeeld over Slaak en de Plaat van Oude Tonge (Figuur 17). Op de Plaat van Oude Tonge en achterin het Slaak is het meetgrid vier keer verfijnd ten opzichte van het reguliere WOT-grid. Langs de schorren in het Slaak is het grid negen keer verfijnd ten opzichte van het reguliere WOT-grid, zodat er in beide gebieden ongeveer 25 monsterlocaties zijn. Alle locaties bevinden zich in het intergetijdengebied, buiten de wilde oesterbanken en vegetatie. De bemonstering wordt elk jaar uitgevoerd in de maand april van de jaren 2021, 2022, 2023, 2024 en 2025. Deze rapportage beschrijft de resultaten van de bemonstering in april 2024.



Figuur 17: Overzicht van de 50 monitoringslocaties voor kokkels in 2024. De groene stippen geven de reguliere WOT monitoringslocaties weer. De rode stippen geven de locaties weer die aanvullend zijn bemonsterd binnen het huidige project.

De bemonstering in 2024 werd uitgevoerd tijdens hoogwater met behulp van een kokkelschip vanuit een kleine boot en tijdens laagwater te voet met behulp van een kokkelring, volgens de WOT-survey. Bij elk monsterpunt werd een monster van 0.1 m² genomen, wat overeenkomt met een mengmonster van drie kokkelschepjes of twee kokkelringen. Het verzamelde monster werd gezeefd in een zeefton over een gaas met een maaswijdte van 3.2 mm, gelabeld en in een plastic zak bewaard. De monsters werden in een koelbox getransporteerd en in het laboratorium geanalyseerd. Net als in voorgaande jaren (Wijsman et al., 2021, Wijsman en Van der Pool, 2022, Wijsman et al., 2023) was het vanwege de te grote diepte niet mogelijk om een monster te nemen op locatie 11 op de Plaat van Oude Tonge.

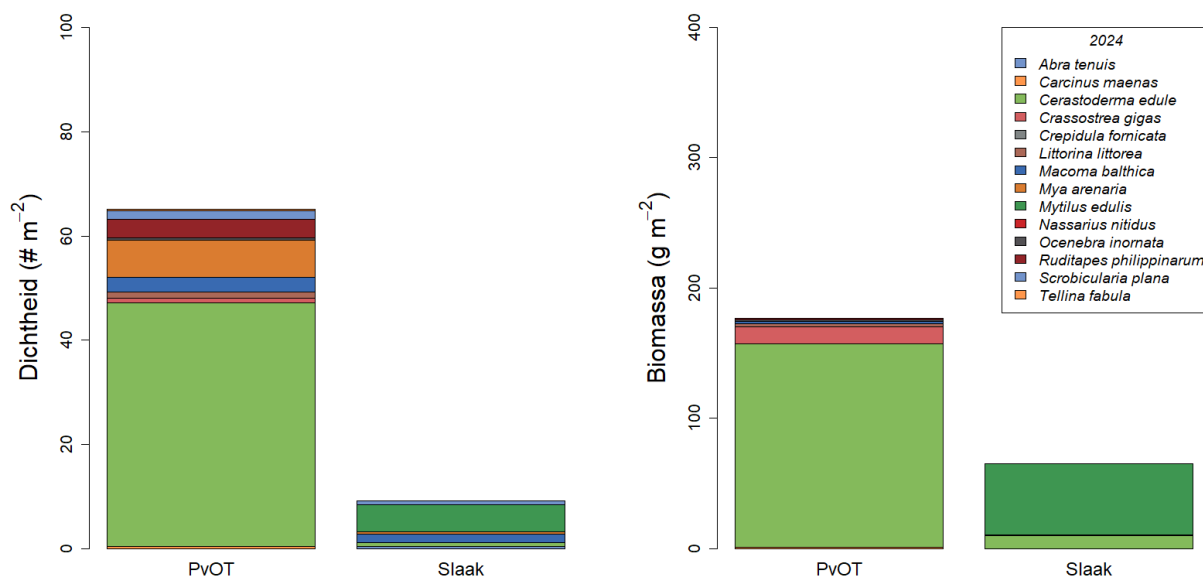
In het laboratorium zijn de monsters verder uitgespoeld over een zeef met een maaswijdte van vijf mm. Naast kokkels zijn alle overige schelpdieren en krabben verzameld. De monsters zijn gesorteerd op soort, geteld en het versgewicht is bepaald. Voor de kokkels is ook de leeftijd (0j, 1j, 2j of mj) bepaald. Kapotte exemplaren zijn geteld maar niet gewogen. Het gewicht van deze exemplaren is afgeleid uit het gemiddelde gewicht van de intacte exemplaren. Voor strandgapers (*Mya arenaria*) en de platte slijkgapers (*Scrobicularia plana*) is niet altijd de biomassa bepaald, omdat van deze soort zelden volledige exemplaren worden aangetroffen en vaak alleen de siphonen worden verzameld, waardoor het gewicht niet nauwkeurig kan worden bepaald.

3.2.2 Resultaten

Alle soorten

In totaal zijn er in 2024 12 verschillende soorten aangetroffen in de monsters die zijn genomen op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak (Figuur 18). Net als in voorgaande jaren was de gemiddelde totale dichtheid op de Plaat van Oude Tonge in 2024 (65.2 individuen m⁻²) hoger dan in het Slaak (9.2 individuen m⁻²). De dichtheden op de Plaat van Oude Tonge waren in 2024 hoger dan in 2021 en 2022 (respectievelijk 20.8 en 32.7 individuen m⁻²), maar lager dan in 2023 (87.9 individuen m⁻²). De meest dominante soorten op de Plaat van Oude Tonge waren kokkels (*Cerastoderma edule*), de strandgaper (*Mya arenaria*) en de Filipijnse

tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*). In het Slaak zijn relatief veel mosselen (*Mytilus edulis*) aanwezig, maar dit betreft slechts één locatie (locatie 47) achterin het Slaak.

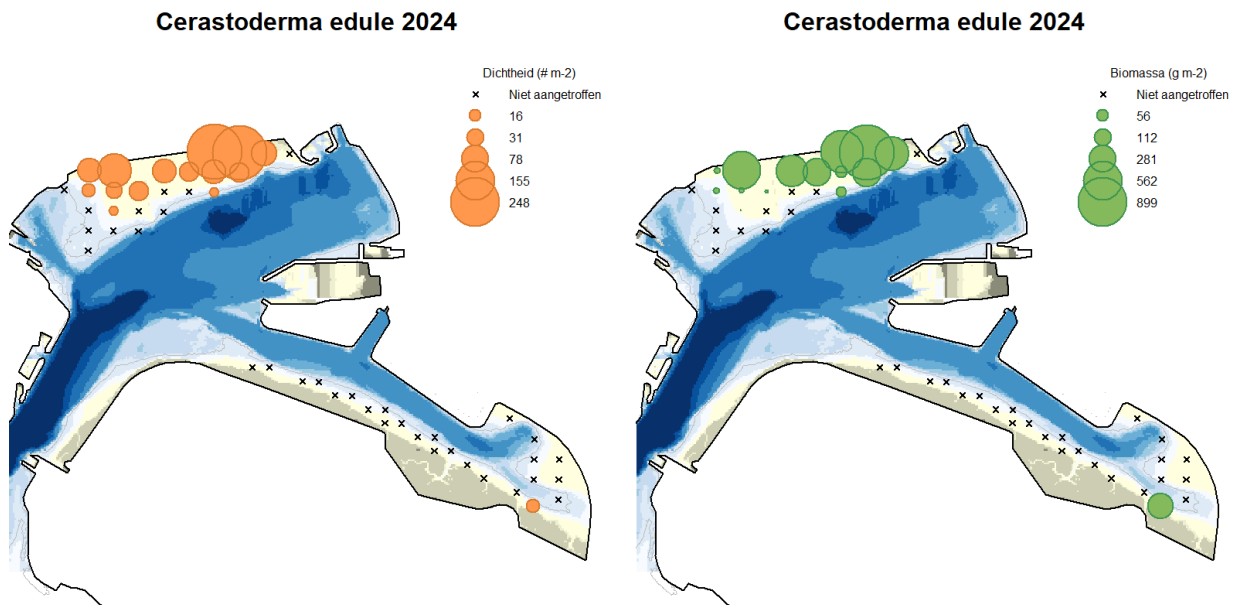


Figuur 18: Gemiddelde dichtheid (# m⁻², linker figuur) en biomassa (g m⁻², rechter figuur) van de verschillende soorten op Plaat van Oude Tonge (PvOT) en Slaak in 2024.

Kokkels

De gemiddelde dichtheid van kokkels was 23.8 individuen m⁻² (46.8 m⁻² op de Plaat van Oude Tonge en 0.8 individuen m⁻² in het Slaak). Ongeveer 56% van de kokkels was 1-jarig, 36% was 2-jarig en 8% was meerjarig. De gemiddelde biomassa aan kokkels was 83.1 g m⁻² (156.2 g m⁻² op de Plaat van Oude Tonge en 10.1 g m⁻² in het Slaak), waarvan 15% 1-jarig, 60% 2-jarig en 25% meerjarig.

In Figuur 19 is de verspreiding van kokkels over de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak weergegeven. Op de Plaat van Oude Tonge zijn kokkels op 14 van de 24 (58%) bemonsterde stations aangetroffen en in het Slaak op 1 van de 25 (4%) bemonsterde stations. De verspreiding van de verschillende leeftijdsklassen van kokkels (1-jarig, 2-jarig en meerjarig) en de verspreiding van de overige soorten is weergegeven in Bijlage 1. De kokkels bevinden zich voornamelijk in het oostelijk, ondiepe deel van de Plaat van Oude Tonge. De kokkels die zijn aangetroffen in het Slaak en ook de Plaat van Oude Tonge waren voornamelijk eenjarige en tweejarige kokkels.



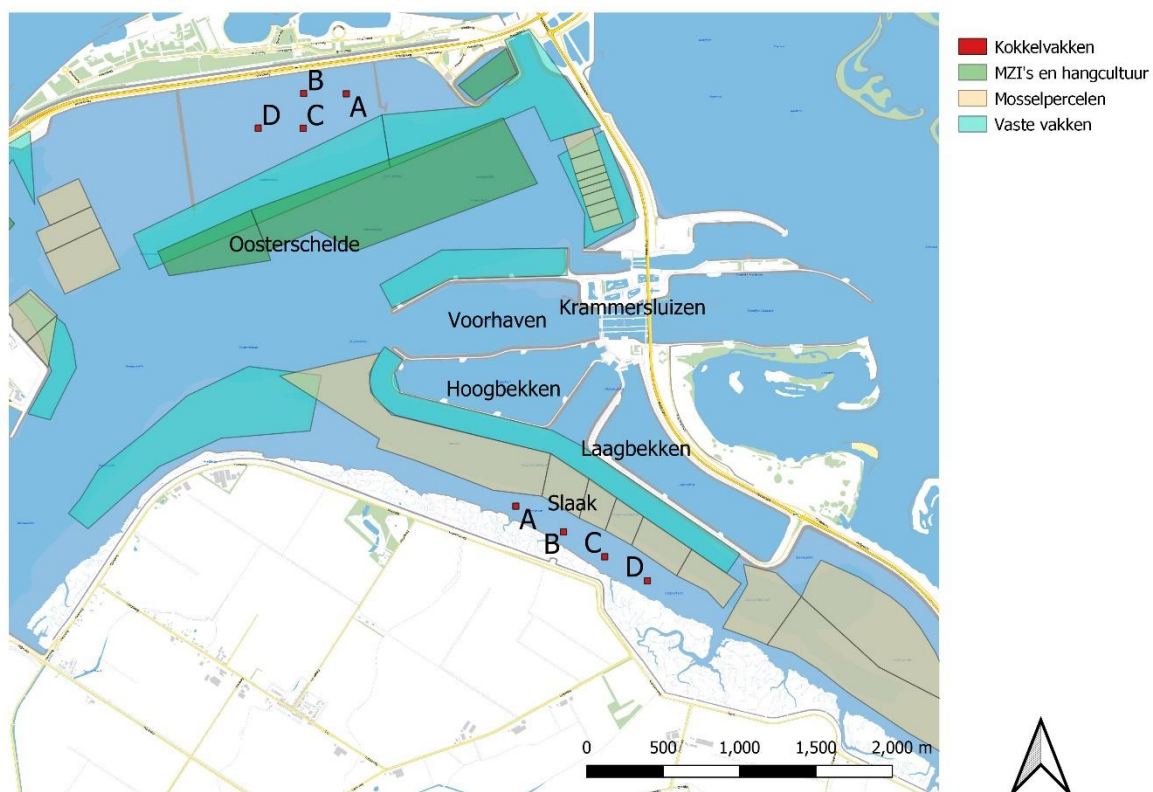
Figuur 19: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.

3.3 Groei en overleving

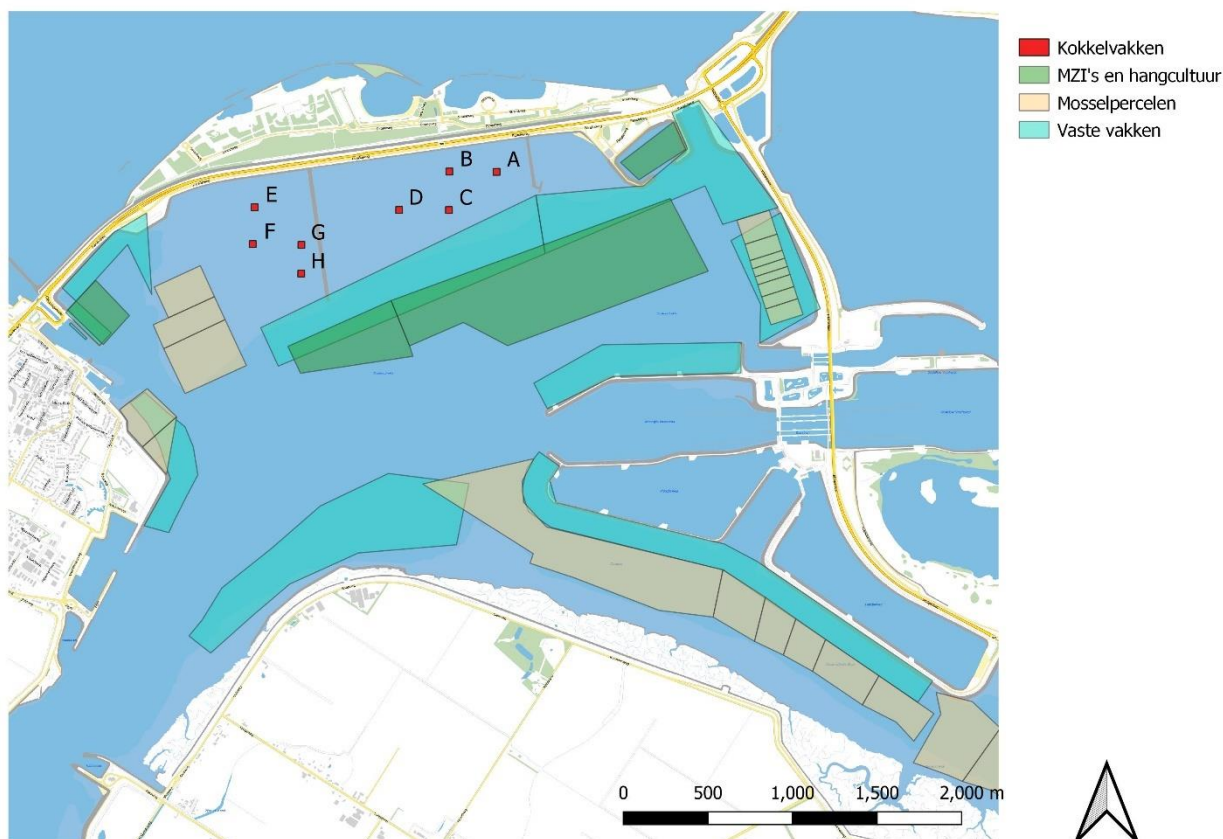
3.3.1 Aanpak

Om de groei en overleving van kokkels te onderzoeken worden er in het voorjaar en in het najaar kokkels verzameld binnen acht vaste vakken van 40 bij 40 meter. In 2021 en 2022 lagen vier van de acht vakken op de Plaat van Oude Tonge en de overige vier vakken lagen in het Slaak (Figuur 20). Omdat er doorgaans maar weinig kokkels worden aangetroffen in het Slaak is besloten om vanaf 2023 alle acht vakken op de Plaat van Oude Tonge te leggen (Figuur 21). Jaarlijks wordt er in april en september een bemonstering uitgevoerd binnen deze vakken om de groei en overleving te bepalen. Voor 2024 is alleen de bemonstering in april uitgevoerd en een tweede bemonstering staat gepland voor september (Tabel 5). Deze bemonstering zal nog een keer worden herhaald in 2025, waarbij in het laatste jaar alleen de bemonstering in april zal worden uitgevoerd in het kader van dit project.

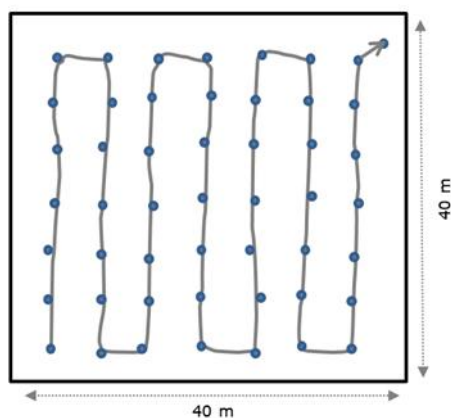
Tijdens de bemonstering zijn er transecten gelopen binnen het vak (Figuur 22). Om de 5 stappen is een monster genomen met een steekbuis (10.4 cm Ø, 10 cm diep). De 50 monsters per vak zijn samengevoegd tot één mengmonster en gezeefd in een zeefton met een maaswijdte van 2 mm. In het laboratorium zijn de kokkels per leeftijdsklasse geteld en gewogen (versgewicht, vleesgewicht, drooggewicht en asvrij drooggewicht).



Figuur 20: Overzicht van de kokkelvakken (A, B, C en D) in Slaak en op de Plaat van Oude Tonge voor de jaren 2021 en 2022.



Figuur 21: Overzicht van de kokkelvakken (A, B, C, E, F, G en H) in het oostelijk en westelijk deel van de Plaat van Oude Tonge in 2023 en 2024.



Figuur 22: Schematisch overzicht van de 50 monsterpunten binnen een kokkelvak. Iedere vijf stappen is een monster genomen. Alle monsters per kokkelvak zijn samengevoegd tot een mengmonster.

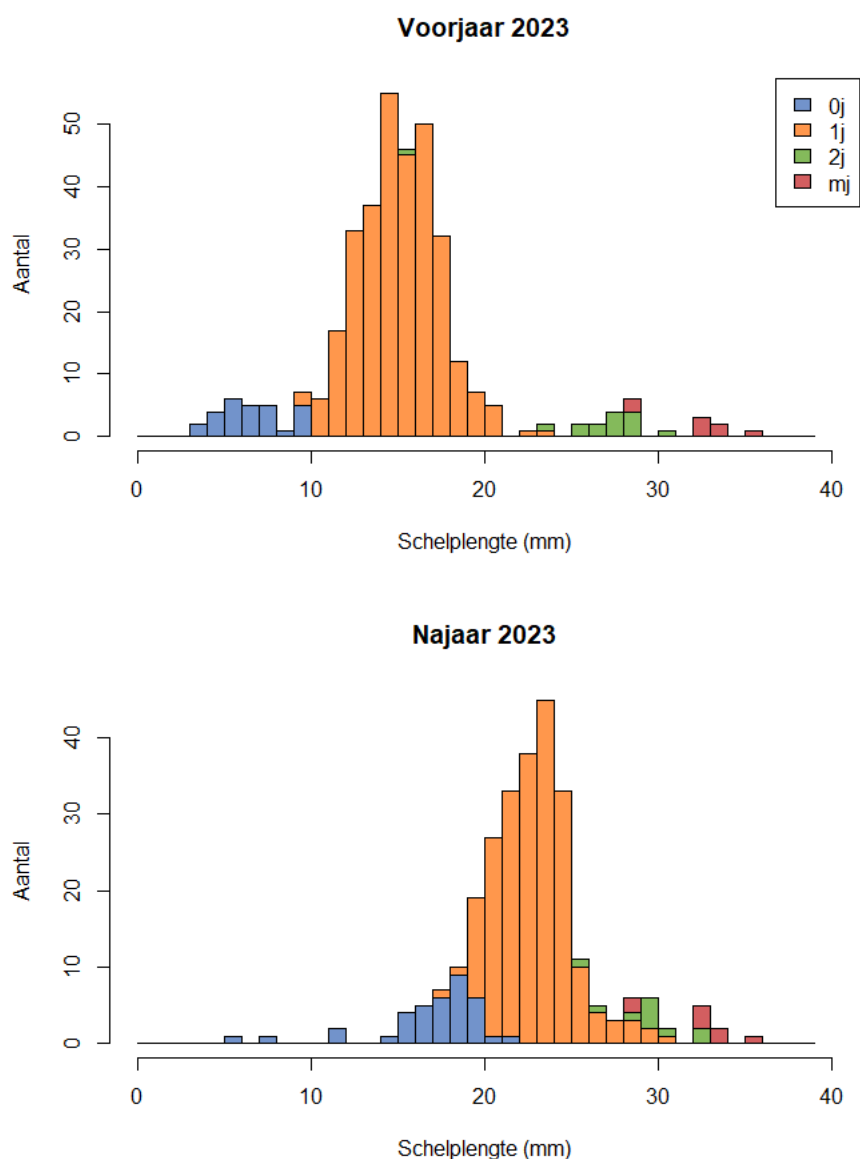
Tabel 5: Overzicht van de momenten waar een bemonstering van de kokkelvakken is uitgevoerd.

Jaar	1 ^e bemonstering	2 ^e bemonstering
2021	28 april	22 sept
2022	4 april	28 sept
2023	8 mei-	13 sept
2024	14 mei	-
2025	-	-

3.3.2 Resultaten

In april 2023 zijn er 0-jarige, 1-jarige en 2-jarige kokkels gevonden in de vakken (Figuur 23). De verwachting is dat zijn gegroeid en in aantal afgenomen door sterfte in het najaar van 2023. Uit de lengte-frequentieverdelingen is goed te zien dat zowel de 0-jarige als de 1-jarige kokkels in lengte zijn toegenomen. De 0-jarige kokkels zijn gemiddeld met ruim 10 mm gegroeid (0.08 mm d^{-1} , Tabel 6), van 6.6 mm in het voorjaar tot 16.9 mm in het najaar. De 1-jarige kokkels zijn in deze periode gegroeid van 15.1 mm naar 22.9 mm (0.06 mm d^{-1}). De 2-jarige en meerjarige kokkels zijn minder gegroeid, respectievelijk van 26.7 naar 29.2 mm (0.02 mm d^{-1}) en van 29.9 naar 31.9 mm (0.02 mm d^{-1}).

In het voorjaar van 2023 zijn er in totaal (351) kokkels aangetroffen en in het najaar 292 kokkels. Het totaal aantal 1-jarige kokkels is afgenomen van 303 naar 224 kokkels en het aantal 2-jarige kokkels is afgenomen van 15 naar 10 kokkels. Het totaal aantal 0-jarigen in het najaar (50) was meer dan in het voorjaar (28). Mogelijk waren er in het voorjaar nog een aantal 0-jarigen te klein om op de zeef te blijven liggen. Ook het aantal meerjarige kokkels is toegenomen van 5 naar 8, maar deze toename is het gevolg van de onzekerheid van de methodiek.

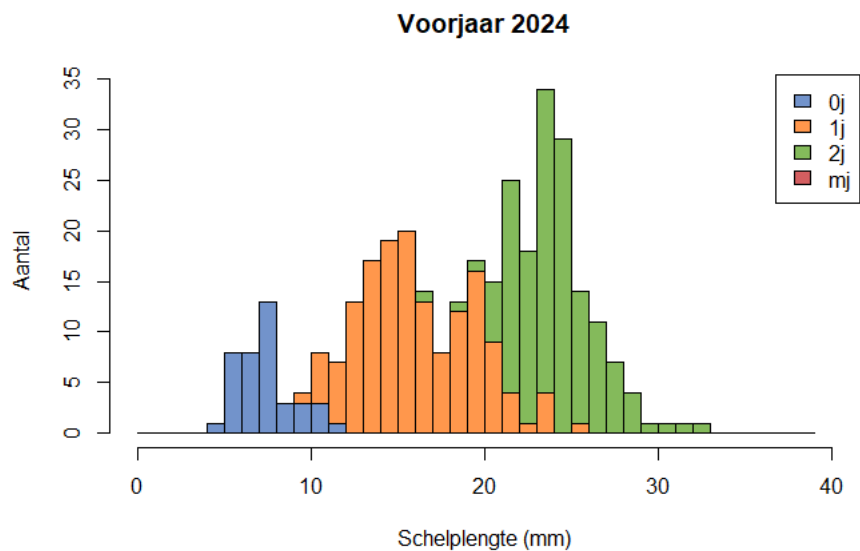


Figuur 23: Lengte-frequentieverdelingen van de verschillende leeftijdsklassen kokkels in het voorjaar en najaar van 2023 op de Plaat van Oude Tonge.

Tabel 6: Gemiddelde groei (mm d^{-1}) en mortaliteit ($\% \text{ d}^{-1}$) van de verschillende leeftijdsklassen van kokkels in de vakken op de Plaat van Oude Tonge in 2023.

Gebied	Leeftijdsklasse	Groei (mm d^{-1})	Mortaliteit ($\% \text{ d}^{-1}$)
Plaat van Oude Tonge	0-jarig	0.08	0.09
	1-jarig	0.06	0.45
	2-jarig	0.02	0.43
	Meerjarig	0.02	-

De resultaten van de eerste bemonstering van 2024 worden nog verwerkt en zijn nog niet beschikbaar. Deze resultaten zullen worden gepresenteerd in een volgende voortgangsrapportage. In Figuur 24 is al wel de lengtefrequentieverdeling van de bemonstering in het voorjaar weergegeven. Opvallend is dat er ook in de vakken relatief veel 2-jarige kokkels zijn aangetroffen.

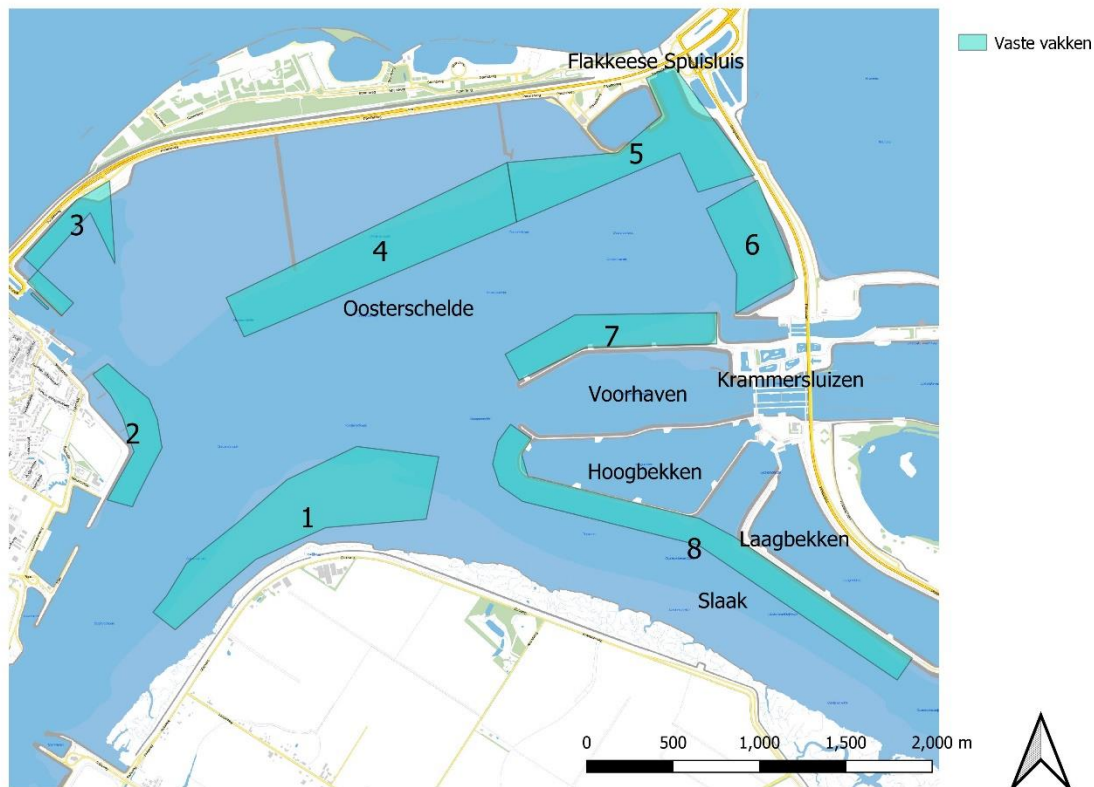


Figuur 24: Lengte-frequentieverdeling van de verschillende leeftijdsklassen kokkels in het voorjaar van 2024 op de Plaat van Oude Tonge.

4 Kreeftenvisserij

4.1 Achtergrond

Kreeften zijn, vooral in de juveniele fase, gevoelig voor zoetwaterinvloed (Schuiling en Smaal, 1998, Smaal en Kamermans, 2014). In het onderzoeksgebied liggen er 8 vakken voor vaste vistuigvisserij (Figuur 25) waar drie verschillende vissers vissen op kreeft en andere vis. Eén van deze vakken wordt vast bevestigd door één visser, de overige visvakken rouleren ieder jaar tussen de drie vissers. Kreeft mag alleen worden gevestigd tijdens het kreeftenseizoen wat loopt van de laatste donderdag in maart tot en met 15 juli (Verschuur et al., 2023, Ellis et al., 2024). De kreeften die buiten het seizoen worden gevangen, worden teruggezet. Binnen het seizoen worden ook ondermaatse kreeften, ei-dragende vrouwtjes en zachte kreeften teruggezet (Ministerie van LNV, 2002, Wijsman en Goudswaard, 2015). De totale vangst van de kreeftenvisserij in Zeeland is geschat op ongeveer 31 ton per jaar (Bleijenberg, 2023, Ellis et al., 2024). De kwaliteit van de visvakken voor het vissen op kreeft is verschillend (Verschuur et al., 2023). Extra zoetwatertoevoer zou gevolgen kunnen hebben voor de vangsten van de kreeftenvisserij die gebruik maken van visvakken die onder invloed komen te staan van een verlaging in zoutgehalte (Verschuur et al., 2023, Ellis et al., 2024).



Figuur 25: Overzicht van de vakken in de Krammer die worden gebruikt voor visserij met vaste vistuigen.

4.2 Aanpak

Om eventuele effecten voor de vangsten van de kreeftenvisserij te kunnen kwantificeren, worden deze gedurende het seizoen geregistreerd. Wageningen Marine Research heeft samen met de drie vissers die actief zijn in het gebied een protocol en vangstregistratieformulier (Bijlage 2) ontwikkeld waarmee, tegen een vergoeding, de vangsten door de vissers kunnen worden geregistreerd. De gegevens van de registratieformulieren zijn door WMR verwerkt en geanalyseerd.

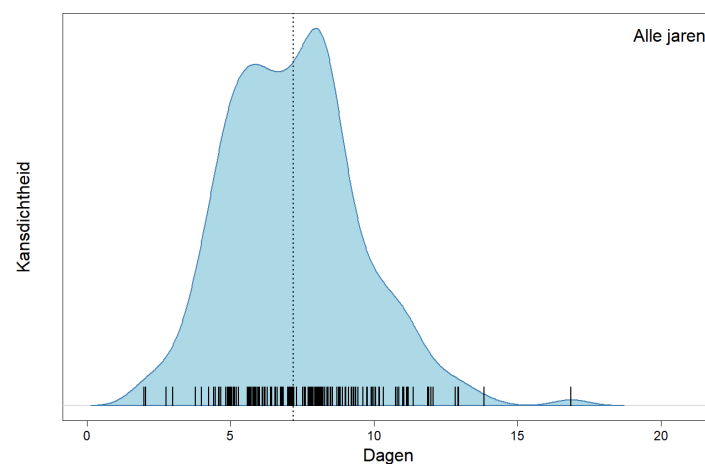
De vangstgegevens betreffen bedrijfsgevoelige informatie en worden daarom in deze rapportage op een geaggregeerde wijze gepresenteerd en niet per vak omdat deze vakken mogelijk zijn te herleiden tot de individuele vissers.

In deze rapportage zijn uitsluitend de gegevens van het kreeftenseizoen 2023 gerapporteerd. De resultaten van eerdere seizoenen zijn gerapporteerd in Wijsman et al. (2021), Wijsman en Van der Pool (2022) en (Wijsman et al., 2023). Tijdens het schrijven van dit rapport was het seizoen 2024 nog in volle gang. Het is duidelijk dat de kreeftenvissers in 2024 hebben te maken met grote sterfte onder de kreeften waardoor de verwachting is dat er weinig kreeften zullen worden gevangen. De resultaten van 2024 zullen worden gerapporteerd in de eindrapportage van 2025.

4.3 Resultaten

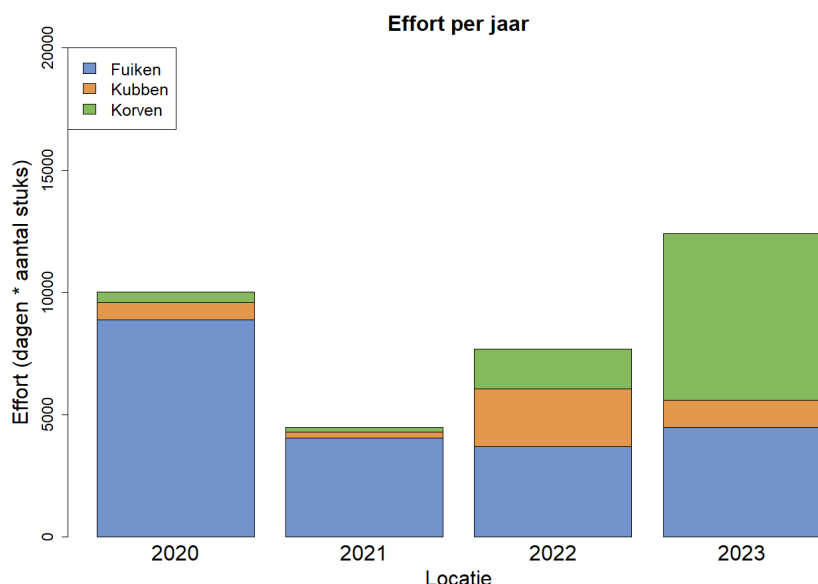
4.3.1 Visserij-inspanning

Door de kreeftenvissers wordt er gevist met drie verschillende tuigen: fuiken, kubben en korven (Wijsman en Goudswaard, 2015, Verschuur et al., 2023). De kubben en korven worden doorgaans voorzien van aas om de kreeften te lokken. De tuigen worden aan elkaar verbonden met lijnen waardoor er tijdens iedere bevissing meerdere eenheden worden uitgezet. De vistuigen worden na enkele dagen weer opgehaald en de vangst wordt verzameld. Gemiddeld stonden de tuigen in de jaren 2020 – 2023 7.2 dagen (173 uur) in het water (st.dev. 2.3 dagen)(Figuur 26). In 2023 stonden de tuigen gemiddeld iets korter in het water (6.7 dagen, 162 uur). De kortste visserij in 2023 was 48 uur en bij de langste visserij heeft het tuig ruim 11 dagen in het water gestaan.



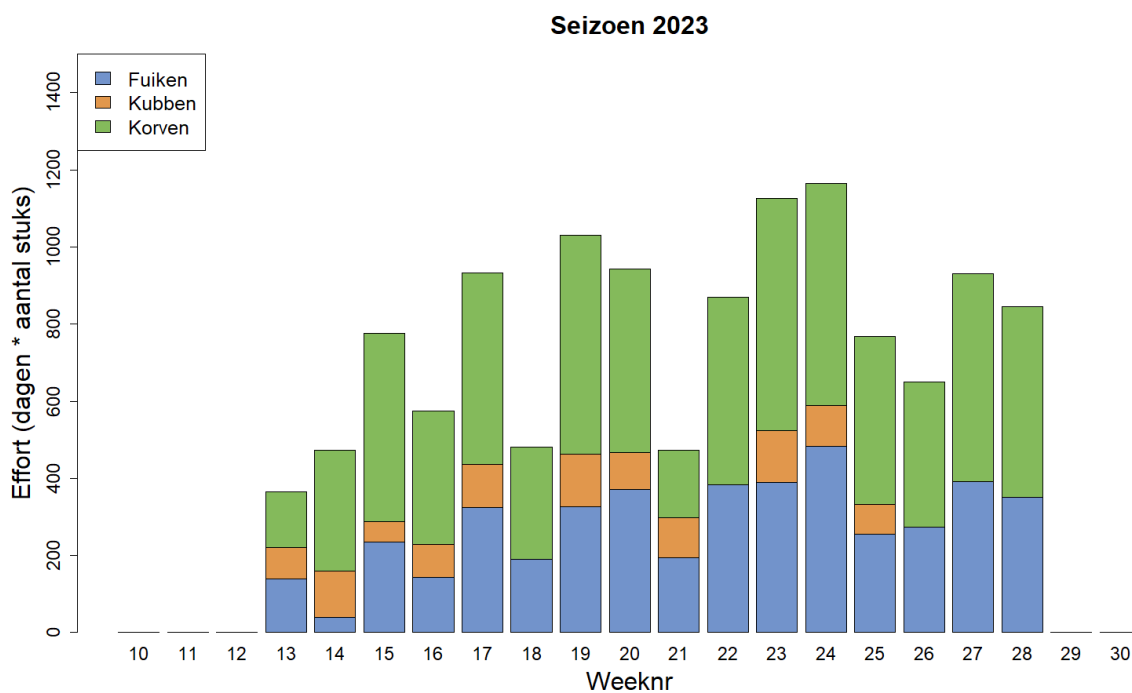
Figuur 26: Verdeling van het duur van de visserij in dagen over alle jaren. De verticale stippellijn geeft het gemiddelde (7.2 dagen), de verticale lijntjes op de x-as geven de individuele registraties.

De inspanning (effort) kan worden uitgedrukt in het aantal dagen vermenigvuldigd met het aantal eenheden vistuig (fuiken, kubben of korven). De totale effort (dagen * vistuigeenheden) was in 2023 het hoogst (12400, Figuur 27). In de jaren 2020, 2021 en 2022 was dit respectievelijk 10000, 4500 en 7700. In 2023 is relatief veel met korven gevist (6804 vistuigdagen), terwijl in voorgaande jaren de meeste inspanning is gepleegd met fuiken. In 2023 is er door de drie vissers 4497 vistuigdagen gevist met fuiken en 1101 vistuigdagen met kubben.



Figuur 27: Visserij-inspanning (effort) van de verschillende vistuigen over de jaren.

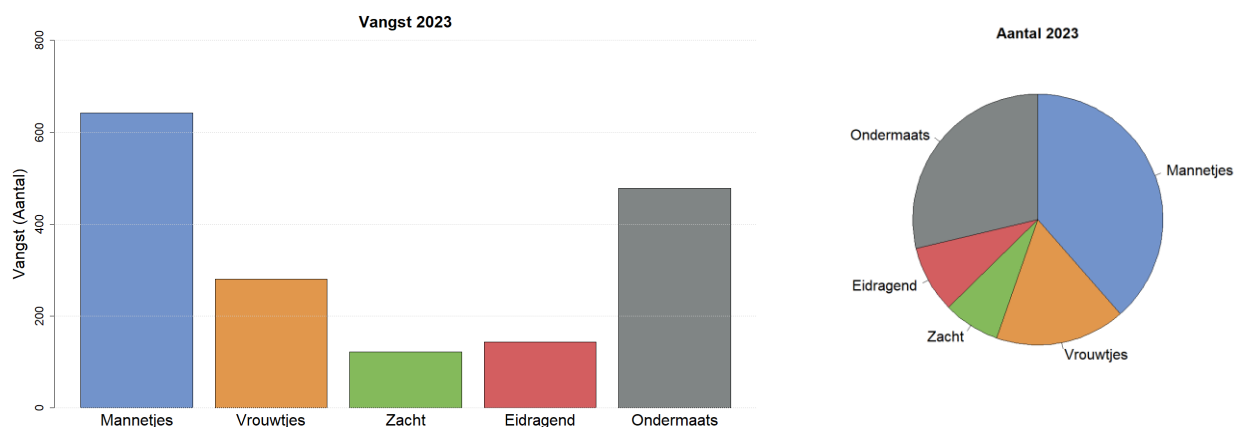
In Figuur 28 is te zien dat het seizoen in 2023 vanaf week 13 rustig is begonnen. De maximale inspanning is gepleegd in de weken 23 en 24. Na week 25 is er niet meer met kubben gevist.



Figuur 28: Visserij-inspanning (effort) met de verschillende tuigen door het seizoen in 2023.

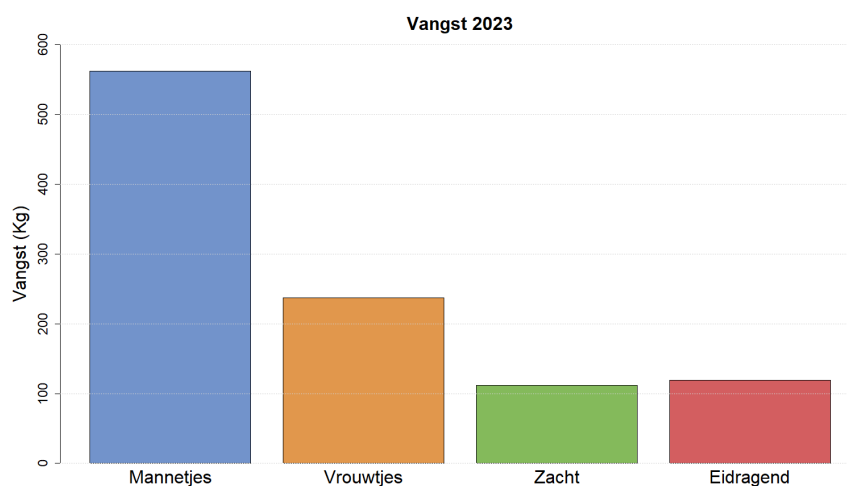
4.3.2 Vangsten

Uit de vangstregistraties blijkt dat er in 2023 door de drie kreeftenvisserij in totaal 1666 kreeften zijn gevangen, waarvan respectievelijk 122, 144 en 478 zacht, eidragend of ondermaats en dus zijn teruggezet. 55% van de gevangen kreeften is uiteindelijk aangeland. Opvallend is dat er meer mannetjes dan vrouwtjes zijn aangeland. Dit komt deels doordat een deel (34%) van de gevangen vrouwtjes eidragend was en dus is teruggezet.



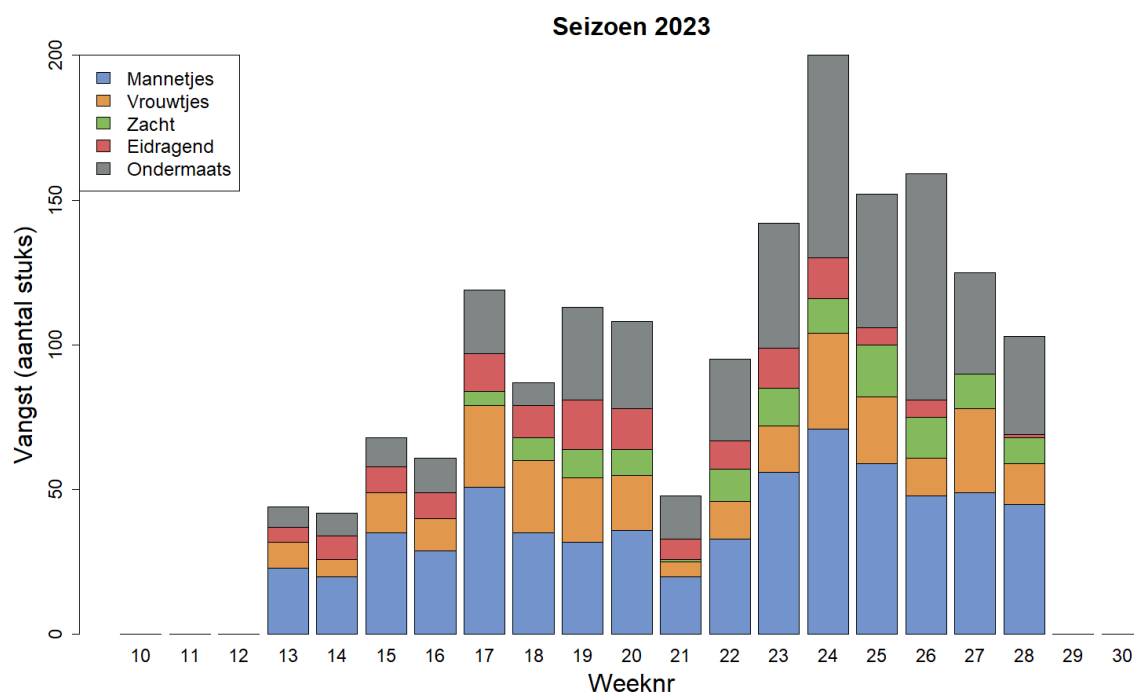
Figuur 29: Vangsten (aantal stuks) van kreeften in 2023.

Op gewichtsbasis is er in totaal 1030 kg kreeft gevangen in 2023, waarvan er 799 kg is aangeland (Figuur 30). De ondermaatse kreeften zijn niet gewogen. De gemiddelde maatse kreeft woog ongeveer 0.88 kg. De gevangen mannetjes waren iets zwaarder (gemiddeld 0.88 kg per stuk) dan de vrouwjes (gemiddeld 0.84 kg per stuk).

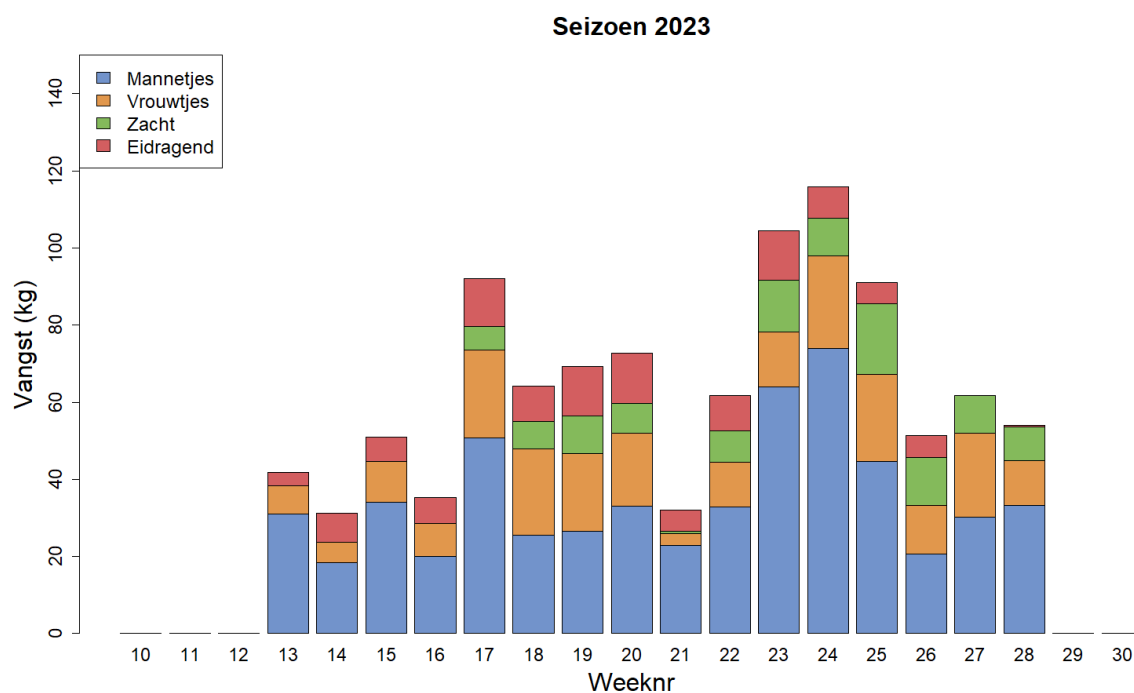


Figuur 30: Vangsten (kg) van kreeften in 2023.

In Figuur 31 en Figuur 32 is te zien dat de vangsten geleidelijk toenemen tot week 17 waarna de vangsten weer geleidelijk afnemen tot week 21. De maximale vangsten worden bereikt in week 24. De hoeveelheden ondermaatse en zachte kreeften nemen toe vanaf week 17.



Figuur 31: Vangsten (aantal) van kreeften per week in 2023.

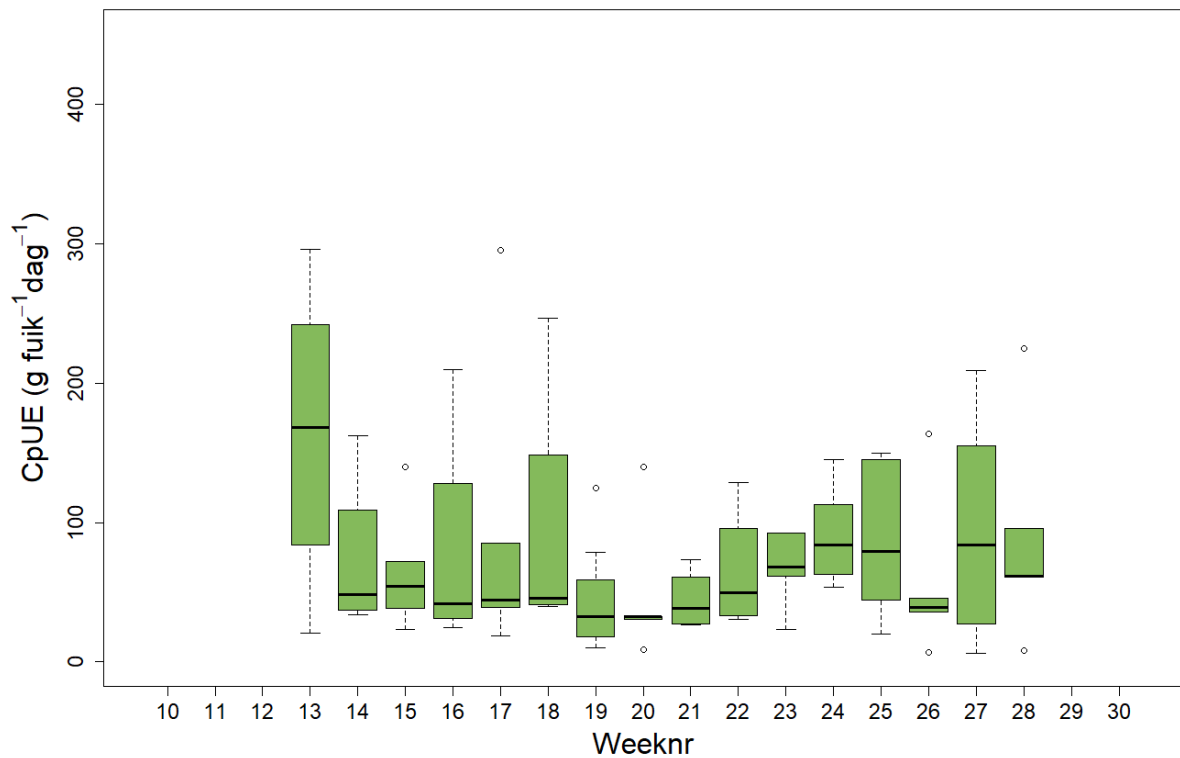


Figuur 32: Vangsten (kg) van kreeften per week in 2023.

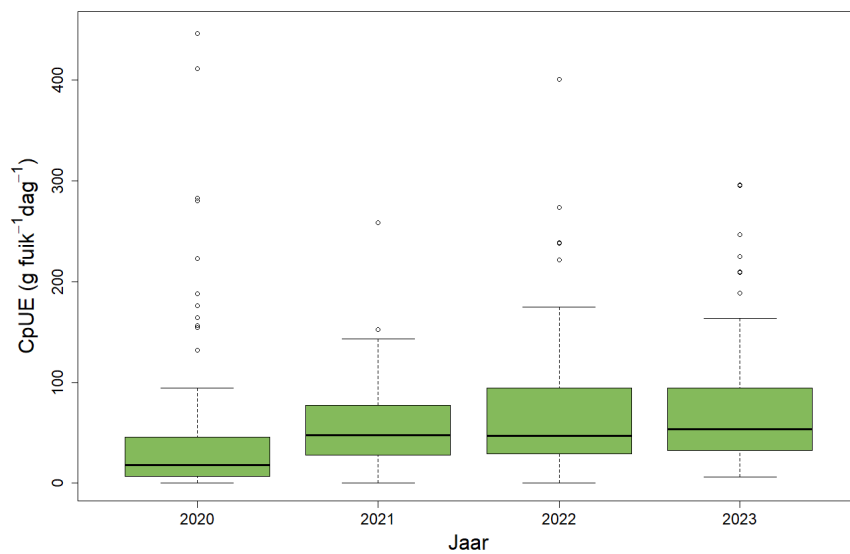
4.3.3 Catch per unit of Effort (CpUE)

De vangst per eenheid van inspanning (CpUE; Catch per unit of Effort) is een goede maat van hoe goed de kreeften worden gevangen. Omdat de vangsten niet per vangsttuig zijn uitgesplitst, is de CpUE niet uit te splitsen naar tuig. De CpUE is uitgedrukt in g vistuig⁻¹ dag⁻¹, waarbij onder vistuig wordt verstaan een enkele kub, korf of fuik. De gemiddelde CpUE over alle vangsten is 77 g vistuig⁻¹ dag⁻¹ (st.dev 66 g vistuig⁻¹ dag⁻¹). Dit komt overeen met 1 kreeft per 11 fuiken per dag. De maximale CpUE was 296 g vistuig⁻¹ dag⁻¹. De beste vangsten, uitgedrukt in gemiddelde CpUE, zijn behaald in de weken 13, 17, 18, 24, 25, 27 en 28 (Figuur 33).

De gemiddelde CpUE was in 2023 77.5 g vistuig⁻¹ dag⁻¹. Dit was hoger dan in voorgaande jaren. In de jaren 2020, 2021 en 2022 was de gemiddelde CpUE respectievelijk 53.8, 59.6 en 73.8 g vistuig⁻¹ dag⁻¹.



Figuur 33: Verloop van de CpUE (g vistuig⁻¹ dag⁻¹) over het kreeftenseizoen in 2023.



Figuur 34: Gemiddelde CpUE (g vistuig⁻¹ dag⁻¹) over de seizoenen 2020 tot en met 2023.

5 Conclusies en discussie

Dit rapport maakt deel uit van de T₀ monitoring die wordt uitgevoerd om de effecten van het nieuwe sluis- en waterbeheer van de Innovatieve Zoet-Zout Scheiding (IZZS) in de Krammersluizen op de natuur en waterkwaliteit vast te stellen. De T₀ monitoring (vastleggen van de situatie voor aanleg) gericht op mosselen, kokkels en kreeften is gestart in februari 2020 en loopt door tot medio 2025. De resultaten van de eerste jaren zijn reeds gerapporteerd in eerdere rapportages (Wijsman et al., 2021, Wijsman en Van der Pool, 2022, Wijsman et al., 2023). Dit voortgangsrapport beschrijft de resultaten van de monitoring die is uitgevoerd in de periode juni 2023 tot en met mei 2024. Na de ingebruikname van de IZZS zal verdere monitoring plaatsvinden om eventuele effecten op mosselen, kokkels en kreeftenvisserij te kwantificeren. Een uitgebreide vergelijking tussen de verschillende jaren maakt geen deel uit van voorliggende voortgangsrapportage.

5.1 Mosselen

De groeimetingen die zijn uitgevoerd in 2023 laten een duidelijke groei zien van de mosselen in alle mandjes. Tussen eind april en oktober is de gemiddelde schelpplengte van de mosselen toegenomen van 39 mm naar 48 mm. De meeste groei is waargenomen op locatie M3, terwijl er weinig verschillen waren in groei op de overige locaties. De gemiddelde overleving van de mosselen in de mandjes was in 2023 72%. De vleespercentages waren het hoogst in juni (36%) en namen af in juli, waarna ze relatief stabiel bleven.

De overleving van de mosselen in de mandjes gedurende de winter van 2023-2024 was aanzienlijk slechter dan in de voorgaande jaren. Meer dan 40% van de mosselen was gestorven gedurende de periode van 138 dagen waarin de mandjes waren uitgehangen (in de winter van 2022-2023 was de gemiddelde sterfte slechts 1.6% gedurende een periode van 146 dagen). Er was geen significant verschil in overleving van de mosselen tussen de verschillende locaties. Door de relatief hoge sterfte is de netto biomassa van de mosselen met 32% afgenomen. De meeste groei tijdens de winter 2023-2024 werd waargenomen op locaties M4 en M5, terwijl de minste groei werd waargenomen op locatie M2.

5.2 Kokkels

Bij de bemonstering van kokkels in 2024 werden op 15 van de 49 (31%) bemonsterde stations kokkels aangetroffen. De meeste kokkels werden gevonden in het oostelijke, ondiepe deel van de Plaat van Oude Tonge. De gemiddelde dichtheid van kokkels was 23.8 individuen m⁻² en de biomassa bedroeg 83.1 g m⁻². Dit is relatief laag voor de Oosterschelde, waar tijdens de WOT-surveys regelmatig kokkeldichtheden van meer dan 100 kokkels per m⁻² worden aangetroffen (Troost et al., 2022). Naast de kokkels zijn er in 2024 ook relatief veel strandgapers en Filipijnse tapijtschelpen aangetroffen op de Plaat van Oud Tonge, maar de hoeveelheid Filipijnse tapijtschelpen was minder dan in 2023 (Wijsman et al., 2023).

Als gevolg van het relatief lage aantal kokkels in het Slaak was het niet mogelijk om geschikte locaties te vinden voor de kokkelvakken in dit gebied. Er is daarom gekozen om acht vakken aan te leggen op de Plaat van Oude Tonge, in de gebieden waar de meeste kokkels zijn aangetroffen. Voor de verschillende leeftijdsklassen van kokkels is groei en overleving berekend. Voor 0-jarige, 1-jarige en 2-jarige kokkels op de Plaat van Oude Tonge kon een inschatting worden gemaakt van de groei en overleving. De 0-jarige kokkels zijn gemiddeld 0.08 mm d⁻¹ gegroeid. De 1-jarige kokkels vertoonden een groei van gemiddeld 0.06 mm d⁻¹. De overleving van de kokkels was 83%. De gemiddelde mortaliteit van de 1-jarige en 2-jarige kokkels was respectievelijk 0.45 en 0.43 % d⁻¹.

5.3 Kreeft

Uit de vangstregistratie van de kreeftenvisserij blijkt dat er in 2023 in vergelijking met voorgaande jaren relatief veel met korven is gevist. De totale inspanning is ook groter dan in voorgaande jaren. In totaal zijn er 1666 kreeften gevangen, waarvan er 922 kreeften (55%) zijn aangeland. Over het algemeen worden er meer mannetjes dan vrouwtjes (inclusief de eidragende) gevangen. Gemiddeld is er in 2023 1 kreeft per 11 vistuigen per dag gevangen. De gemiddelde CpUE was in 2023 hoger dan in de voorgaande jaren.

6 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.

Literatuur

- Bleijenberg, J. (2023). Samenvatting databronnen kreeften Oosterschelde. Inventarisatie bestaande bronnen en beoordeling van hun geschiktheid voor het maken van een bestandsschatting. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C025/23. 37 pagina's.
- Boeters, R. (2018). Meet- en monitoringsplan IZZS Krammersluizen. Versie 5 juni 2018. Rijkswaterstaat. 26 pagina's.
- De Mesel, I., J. Craeymeersch, J.W.M. Wijsman en A. Van Gool (2009). Proefsuppletie Galgenplaat Oosterschelde. Monitoring effect op productiviteit van mosselpercelen. Eindrapport. Wageningen IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C143/09. 39 pagina's.
- Ellis, C.D., J.R. Paris, T.L. Jenkins, M.R. Van Stralen, N.A. Steins, J. Schotanus en J.R. Stevens (2024). Genetic divergence and adaptation of an isolated European lobster population in the Netherlands. ICES Journal of Marine Science:14.
- Ministerie van LNV (2002). Beleidsbesluit vaste vistuigen 'Vast en Zeker. 19 pagina's.
- Nolte, A.J., M.R. Schueder en L.J. Buckman (2017). Modelberekeningen zout en waterkwaliteit voor de passende beoordeling IZZS Krammersluizen. Deltares. Rapport nummer: 11200123-000-HYE-0003. 33 pagina's.
- Rappoldt, C., M. Kersten, B.J. Ens en J.W.M. Wijsman (2006). Scholeksters en de droogvalduur van kokkels in de Oosterschelde. Modelberekeningen voor de periode 1990-2045 aan het effect van zandhonger en zeespiegelstijging op het aantal scholeksters. EcoCurves. Rapport nummer: 2. 51 pagina's.
- Schuiling, E. en A.C. Smaal (1998). Het zoet in de pap. Een literatuurstudie naar de effecten van verhoogde zoetwatertoevoer op commercieel belangrijke soorten in de Oosterschelde. RIVO-DLO, Yerseke. Rapport nummer: C041/98. 47 pagina's.
- Smaal, A.C. en P. Kamermans (2014). Effecten zoetwaterbelasting via de krammersluizen op de schelpdiercultuur in de Noordelijke tak van de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C181/14. 22 pagina's.
- Troost, K., M. Van Asch, D. Van den Ende, Y. Van Es, K.J. Perdon, J. Van der Pool, W. Suykerbuyk, C. Van Zweeden en J. Van Zwol (2022). Schelpdierbestanden in de Nederlandse Kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021. Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO). 92 pagina's.
- Troost, K. en T. Ysebaert (2011). ANT Oosterschelde: Long-term trends of waders and their dependence on intertidal foraging grounds. IMARES. Rapport nummer: C063/11. 93 pagina's.
- Tydeman, P. (1996). Ecologisch profiel van de litorale kokkelbank (*Cerastoderma edule*). RIZK. Rapport nummer: RIKZ-96-025. 54 pagina's.
- Verschuur, X., J. Bleijenberg en N.A. Steins (2023). Kennis en percepties van kreeftenvissers over Europese zee kreeft, het bestand en het beheer in de Oosterschelde. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C026/23. 92 pagina's.
- Wijsman, J.W.M. (2020). Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen. Plan van Aanpak. Wageningen Marine Research, Yerseke. Rapport nummer: C032/20. 26 pagina's.
- Wijsman, J.W.M. en E. Brummelhuis (2013). Proefsuppletie Schelphoek: Monitoring effecten op mosselgroei. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C046/13. 31 pagina's.
- Wijsman, J.W.M. en E. Brummelhuis (2015). Effect van vooroever-suppletie met zeegrind op groei en ontwikkeling van mosselen in Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C063/15. 32 pagina's.
- Wijsman, J.W.M., S. Cornelisse, J. Van der Pool en W. Suykerbuyk (2023). T₀ Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen. Voortgangsrapportage 2023. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C035/23.
- Wijsman, J.W.M., A. Gool en J. Van der Pool (2017). Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis. Resultaten T₁ bemonstering 2017. Wageningen Marine Research, Yerseke. Rapport nummer: C106/17. 30 pagina's.
- Wijsman, J.W.M. en P.C. Goudswaard (2015). Passende Beoordeling vaste vistuigvisserij in de Oosterschelde. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C127/15. 69 pagina's.
- Wijsman, J.W.M. en J. Van der Pool (2022). T₀ Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen. Voortgangsrapportage 2022. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C033/22. 43 pagina's.
- Wijsman, J.W.M., J. Van der Pool en C. Cheng (2021). T₀ Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen. Voortgangsrapportage 2021. Wageningen Marine Research, Yerseke. Rapport nummer: C056/21. 36 pagina's.

Verantwoording

Rapport: C035/24
Projectnummer: 4314100116

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. J.A.M. Craeymeersch
Senior onderzoeker

Handtekening: 5459851CE5984DD...

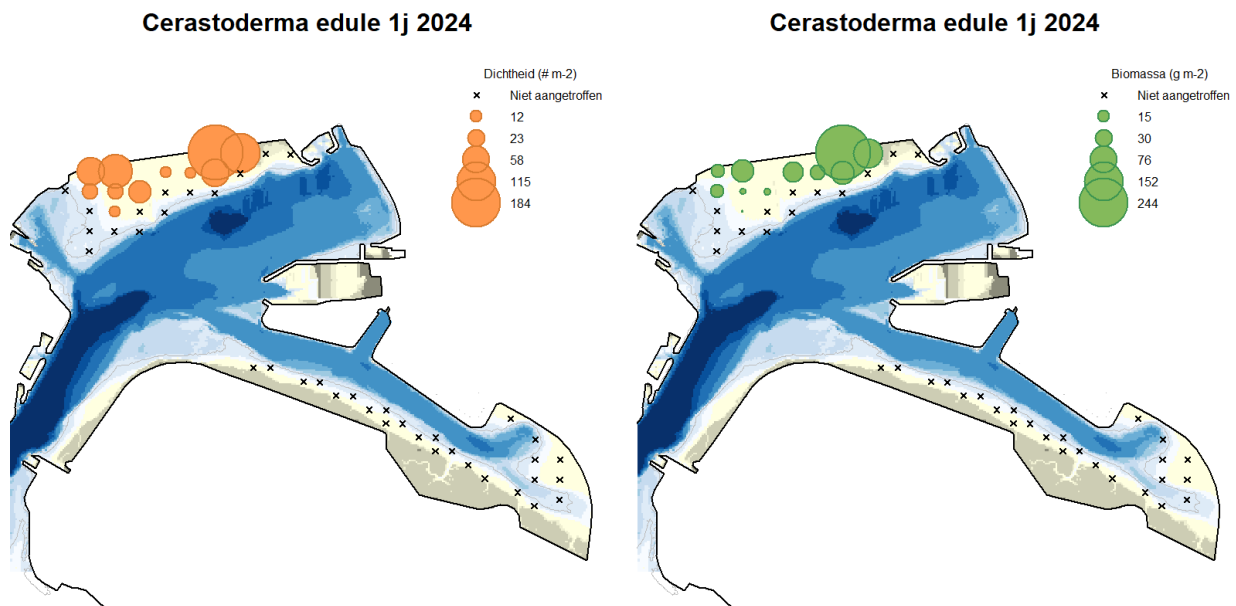
Datum: 5 Juni 2024

Akkoord: Dr. Ir. T.P. Bult
Director

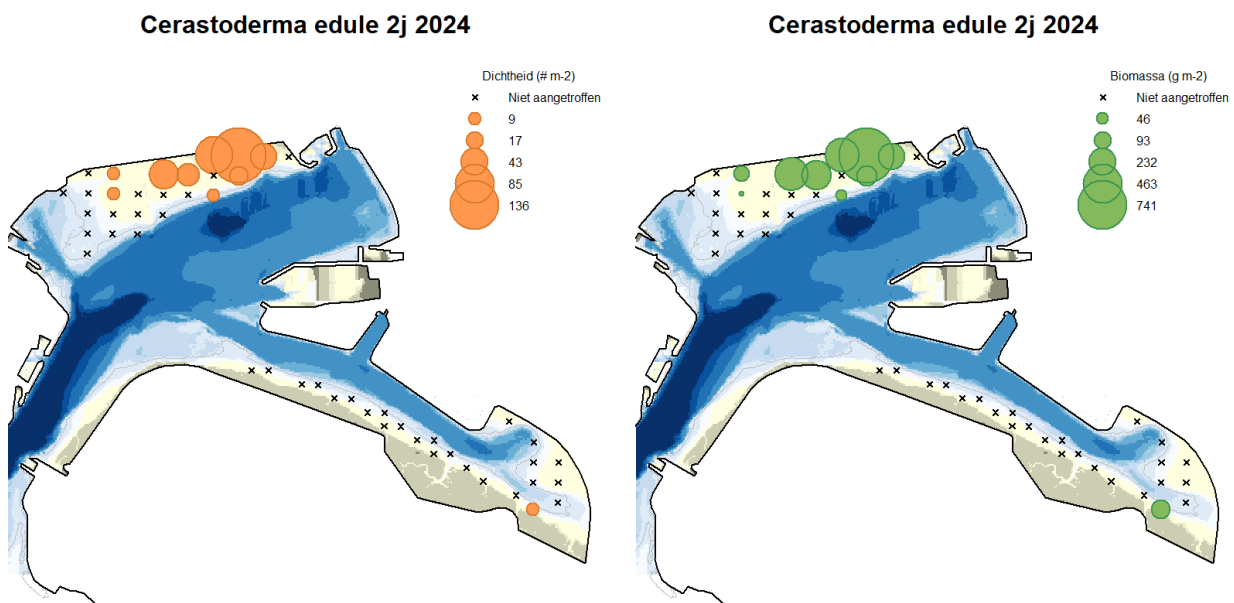
Handtekening: B64E2991BD8A472...

Datum: 5 Juni 2024

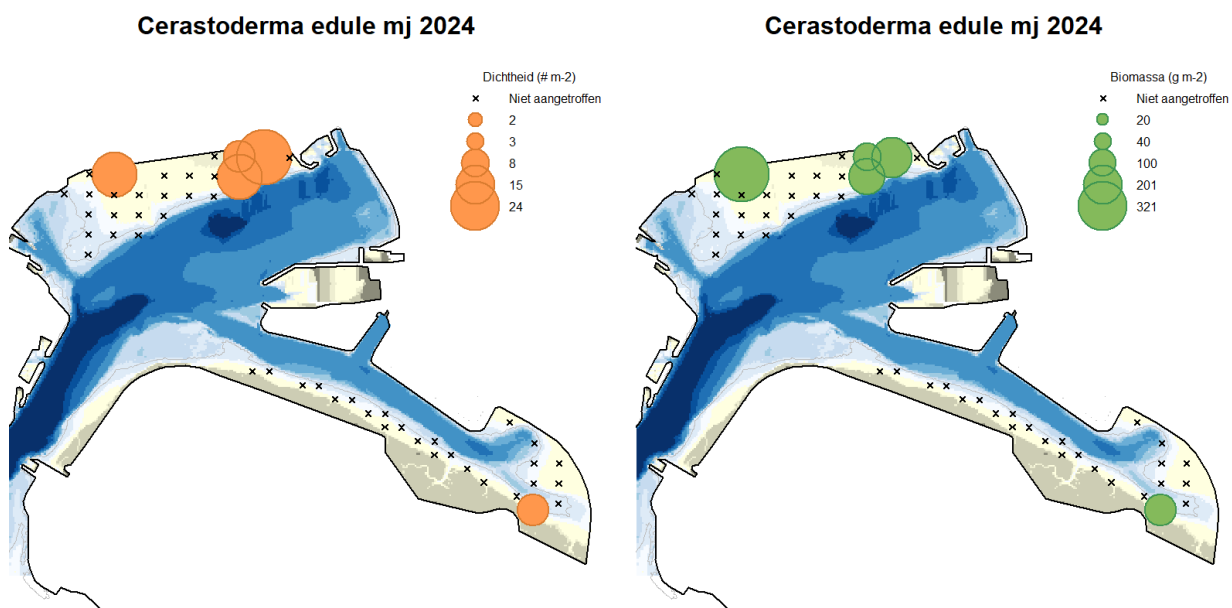
Bijlage 1 Verspreiding kokkels en overige soorten



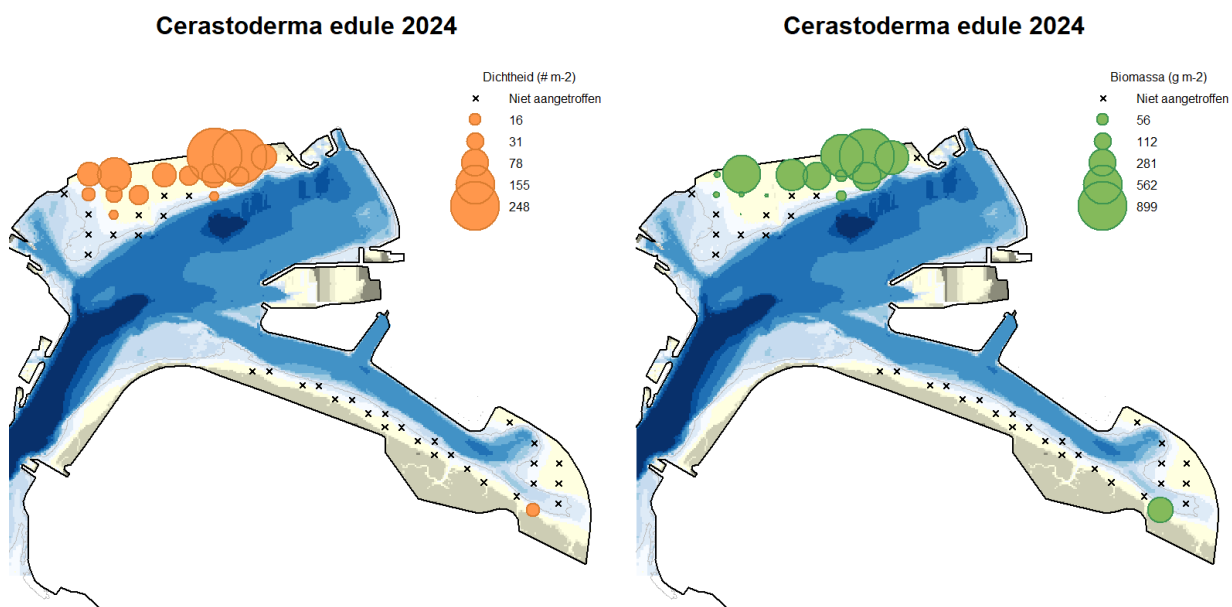
Figuur 35: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van eenjarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



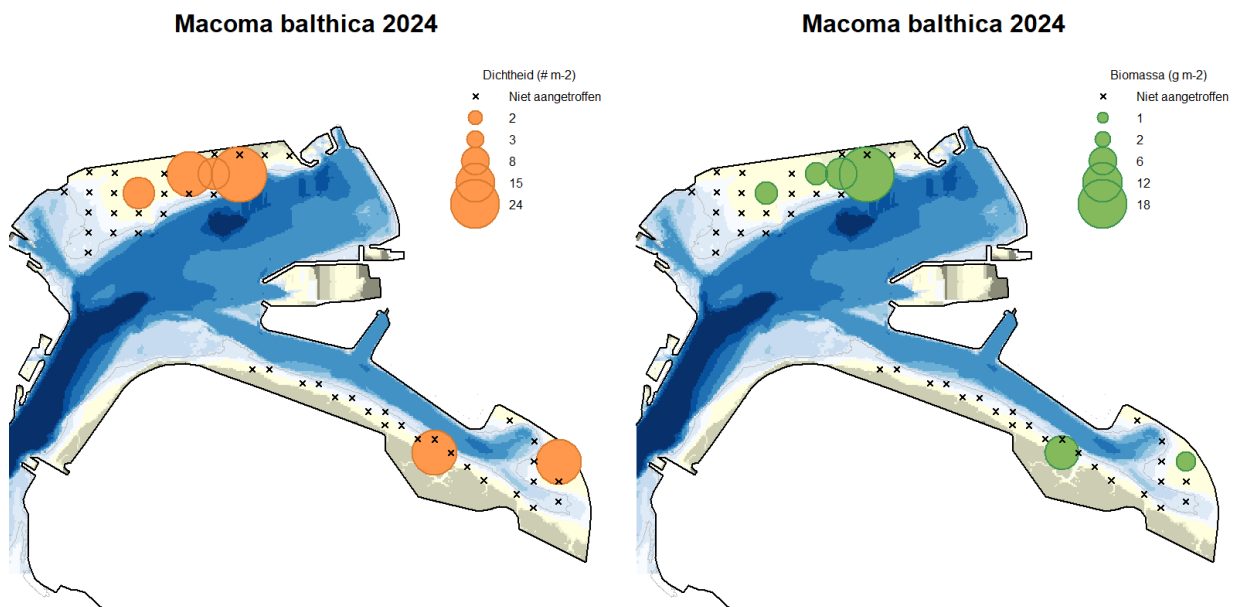
Figuur 36: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van tweejarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



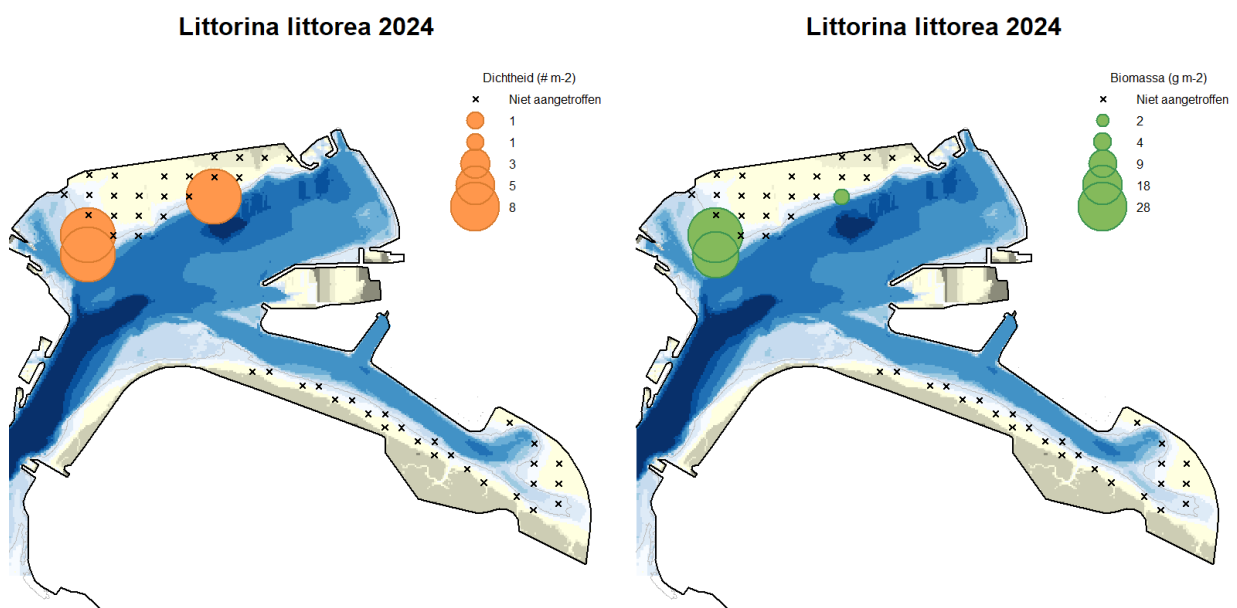
Figuur 37: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van meerjarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



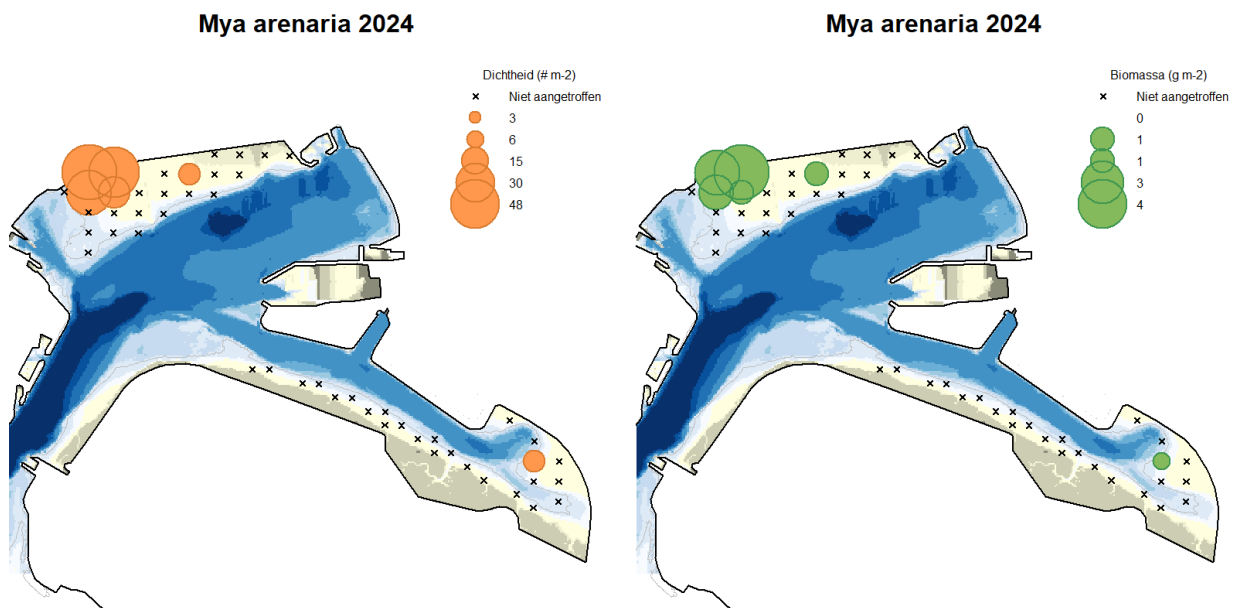
Figuur 38: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van alle kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



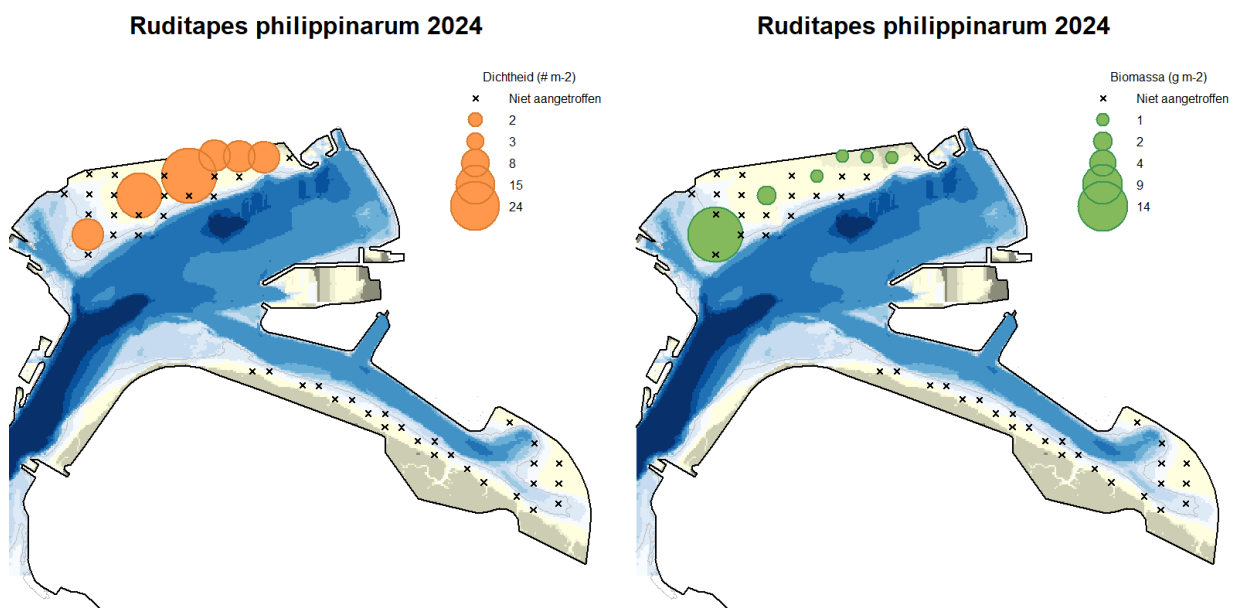
Figuur 39: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van nonnetjes (*Macoma balthica*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



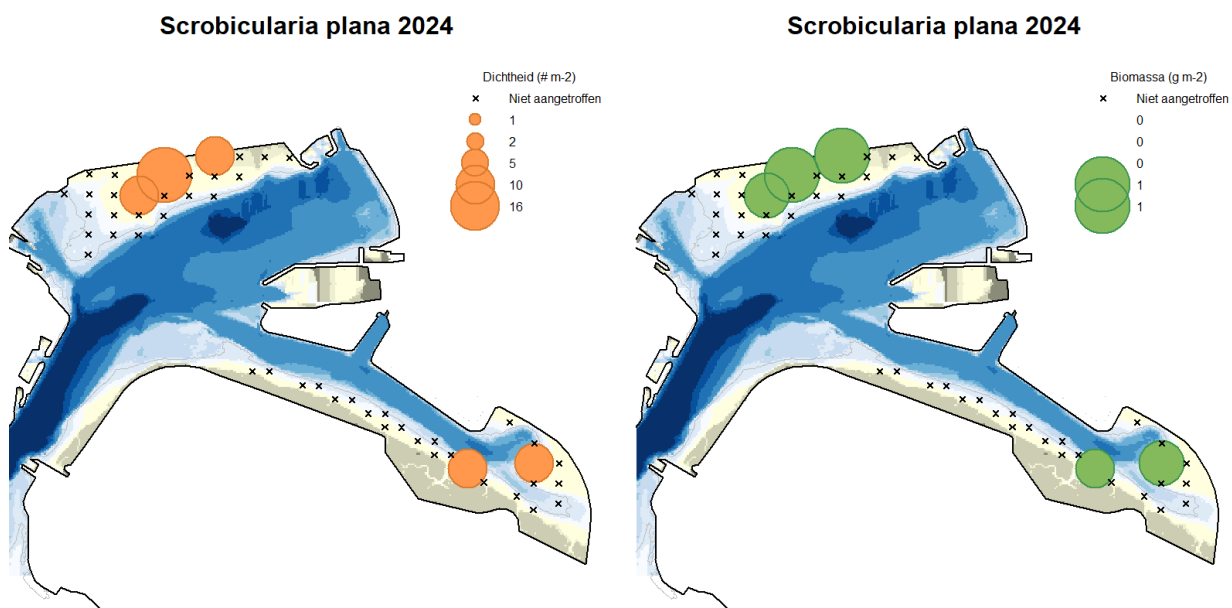
Figuur 40: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van de gewone alikruik (*Littorina littorea*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



Figuur 41: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van de strandgaper (*Mya arenaria*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



Figuur 42: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van de Filipijnse tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



Figuur 43: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van de platte slijkgaper (*Scrobicularia plana*) in april 2024 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.

Bijlage 2 Vangstregistratieformulier kreeftenvisserij

Registratieformulier voor het bijhouden van de kreeftenvangsten in de visvakken nabij de Krammersluizen. Het doel van deze vangstregistratie is inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van de extra zoetwaterlast als gevolg van de Innovatieve Zoet-Zout Scheiding (IZZS) in de Krammersluizen. Het idee is dat gedurende het kreeftenseizoen (laatste donderdag van de maand tot en met 15 juli) voor iedere visactiviteit in een van de visvakken bij de Krammersluizen (z.o.z.) wordt geregistreerd op dit formulier. Het formulier kan worden gescand en doorgestuurd naar: jeroen.wijsman@wur.nl. Voor vragen kunt u contact opnemen met de projectleider: Jeroen Wijsman, telefoon 0317 487 114.

Gegevens visserijactiviteit:

Bedrijf				
Vaartuig				
Aantal mensen aan boord				
Nummer beviste locatie (z.o.z.)				
Gewicht weegmand leeg (kg)				
Uitgezet	Datum:		Tijdstip:	
Opgehaald	Datum:		Tijdstip:	

Gegevens tuig:

Tuig	Aantal stuks	Maaswijdte	Beaast	
<input type="checkbox"/> Fuiken			n.v.t.	
<input type="checkbox"/> Kubben			<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nee
<input type="checkbox"/> Korven			<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nee

Gegevens vangst meegenomen:

	Mannetjes ♂		Vrouwtjes ♀	
	Aantal	Gewicht (kg)	Aantal	Gewicht (kg)
Onbeschadigd				
Beschadigd				

Gegevens vangst teruggeplaatst:

	Aantal	Gewicht (kg)
Zacht maats		
Eidragend		
Ondermaats hard		n.v.t.
Ondermaats zacht		n.v.t.

Wageningen Marine Research
T +31 (0)317 48 70 00
E marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekersadres:

- 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.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.