



---

# *T0 Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen*

Auteurs: Jeroen Wijsman, Suzanne Cornelisse, Jesse van der Pool en Wouter Suykerbuyk

Wageningen University &  
Research rapport C035/23

---

# T<sub>0</sub> Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen

Voortgangsrapportage 2023

Auteurs: Jeroen Wijsman, Suzanne Cornelisse, Jesse van der Pool en Wouter Suykerbuyk

Wageningen Marine Research  
Yerseke, juni 2023

---

Wageningen Marine Research rapport C035/23

---

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/10.18174/632509>  
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  
gevolg schade, 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 V32 (2021)

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doel en aanpak	6
1.3 Leeswijzer	7
1.4 Dankwoord	7
<b>2 Mosselen</b>	<b>8</b>
2.1 Achtergrond	8
2.2 Groei en ontwikkeling in de zomer	8
2.2.1 Aanpak	8
2.2.2 Resultaten	11
2.3 Overleving in de winter	16
2.3.1 Aanpak	16
2.3.2 Resultaten	17
<b>3 Kokkels</b>	<b>21</b>
3.1 Achtergrond	21
3.2 Inventarisatie	21
3.2.1 Aanpak	21
3.2.2 Resultaten	23
3.3 Groei en overleving	24
3.3.1 Aanpak	24
3.3.2 Resultaten	26
<b>4 Kreeftenvisserij</b>	<b>28</b>
4.1 Achtergrond	28
4.2 Aanpak	28
4.3 Resultaten	29
4.3.1 Inspanning	29
4.3.2 Vangsten	30
<b>5 Conclusies en discussie</b>	<b>34</b>
5.1 Mosselen	34
5.2 Kokkels	34
5.3 Kreeft	35
<b>6 Kwaliteitsborging</b>	<b>36</b>
<b>Literatuur</b>	<b>37</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage 1 Verspreiding kokkels en overige soorten</b>	<b>39</b>
<b>Bijlage 2 Vangstregistratieformulier kreeftenvisserij</b>	<b>43</b>

---

# 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 kreeftenvisserij. Dit tweede voortgangsrapport behandelt de resultaten van deze monitoring voor de periode juni 2022 tot en met mei 2023.

Op vijf locaties zijn groeimetingen uitgevoerd met mosselen die in mandjes in de waterkolom zijn uitgehangen. Tussen mei en oktober 2022 zijn de mosselen gegroeid van ongeveer 30 mm naar ongeveer 40 mm. De minste groei werd waargenomen op locatie M4, in de buurt van de Flakkeese Spuisluis. Op de andere locaties waren de groeiverschillen minimaal. De gemiddelde overleving van de mosselen in de mandjes was 59%. De vleesgewichten vertoonden een duidelijk seizoenspatroon met een piek in juni.

Op dezelfde vijf locaties zijn in de winter van 2022-2023 opnieuw mosselen uitgezet in mandjes om de mortaliteit en groei te monitoren. De mortaliteit van de mosselen was zeer laag, met een gemiddelde van  $0.01\% \text{ d}^{-1}$ . De hoogste mortaliteit werd waargenomen op locatie M3 (gemiddeld  $0.017\% \text{ d}^{-1}$ ) en de laagste mortaliteit was op locatie M1 (gemiddeld  $0.003\% \text{ d}^{-1}$ ). De gemiddelde groei van de mosselen tijdens de winter van 2022-2023 was  $9.0 \text{ mg versgewicht } \text{d}^{-1}$ , met de beste groei op locatie M5 in het Zijpe.

Op 49 locaties verspreid over de Plaat van Oude Tonge en het Slaak zijn in 2023 kokkels en andere schelpdieren bemonsterd. De gemiddelde dichtheid van kokkels was  $18.9 \text{ individuen } \text{m}^{-2}$ . Op de Plaat van Oude Tonge was de dichtheid hoger (gemiddeld  $36.5 \text{ individuen } \text{m}^{-2}$ ) dan in het Slaak (gemiddeld  $2.0 \text{ individuen } \text{m}^{-2}$ ).

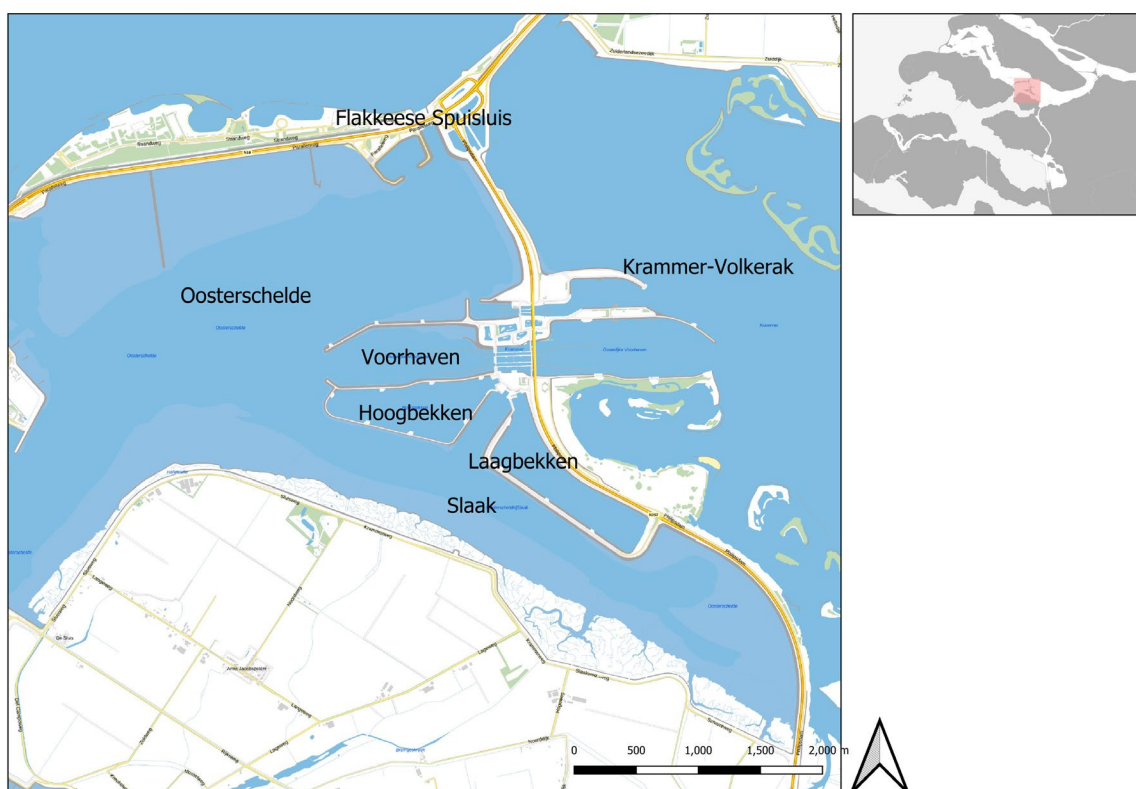
Vanwege het lage aantal kokkels, met name in het Slaak, was het in 2022 moeilijk om betrouwbare metingen uit te voeren naar de groei en overleving van de kokkels. In het Slaak werden bijvoorbeeld slechts twee kokkels aangetroffen bij de twee bemonsteringen in de vakken. Op de Plaat van Oude Tonge werden meer kokkels gevonden, waardoor het mogelijk was een schatting te maken van de groei en overleving. Groei van 1-jarige en 2-jarige kokkels op de Plaat van Oude Tonge was respectievelijk  $0.036$  en  $0.028 \text{ mm } \text{d}^{-1}$ . De mortaliteit van deze leeftijdsgroepen was respectievelijk  $0.73$  en  $0.32\% \text{ d}^{-1}$ .

Tijdens het kreeftenseizoen zijn in 2021 ook de kreeftenvangsten door vissers geregistreerd. In totaal hebben de drie vissers in 2022 942 kreeften gevangen in het onderzoeksgebied, waarvan er 556 kreeften (59%) zijn aangeland. Er worden in het algemeen meer mannetjes dan vrouwtjes gevangen. Gemiddeld is er in 2022 1 kreeft per 12 fuiken per dag gevangen.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De duwvaartsluizen van het Krammersluizencomplex (Figuur 1) zullen worden voorzien van een nieuw, innovatief zoet-zoutscheidingssysteem (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 verandering van het spoel- en spuiregime naar de Oosterschelde kan mogelijk gevolgen hebben voor de ecologische ontwikkeling zoals de groei en overleving van kokkels, in de nabije omgeving van het sluizencomplex. Ook 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 gevisst, worden beïnvloed door de toevoer van extra zoetwater. Dit 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.

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 spuuregime 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 sluisencomplex vast te stellen. Het project "T<sub>0</sub>-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 (T<sub>0</sub>) en zullen er in een vervolgfase gegevens worden verzameld nadat de IZZS in werking is gesteld (T<sub>1</sub>). 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). Deze rapportages beschrijven de resultaten van de monitoring en registreren eventuele afwijkingen ten opzichte van het plan van aanpak. Onderhavig rapport beschrijft de voortgang voor de periode van juni 2022 tot en met mei 2023.

## 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 kreeftenvisserij (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 is 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.

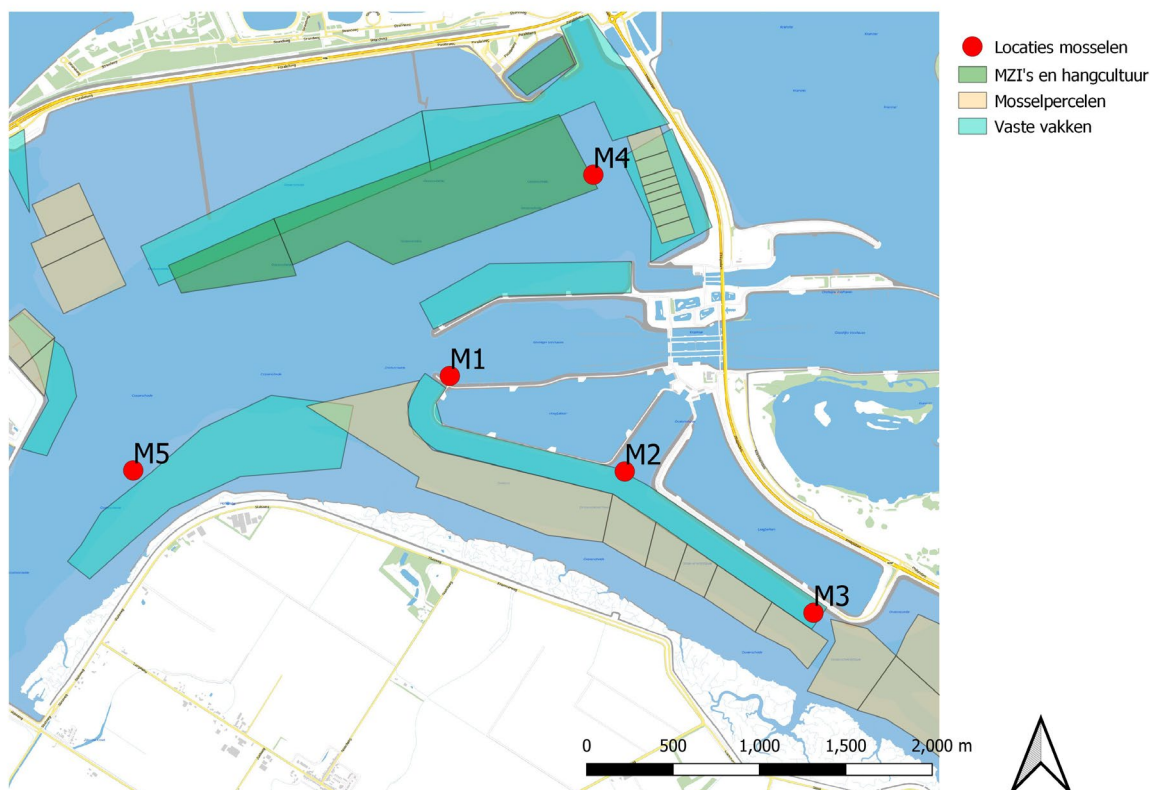
Omdat de primaire productie in de winterperiode wordt gelimiteerd door het licht zal de extra aanvoer van nutriënten in de winter waarschijnlijk niet direct leiden tot hogere primaire productie en/of algenconcentraties. In het voorjaar en de zomer zouden de hogere nutriëntenconcentraties wel kunnen leiden tot meer productie van algen en daarmee meer voedsel.

### 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 2022 ingezet in de mandjes en zijn vervolgens iedere maand (juni, juli, augustus, september, oktober, totaal dus 5 keer) bemonsterd. De monitoring zal worden uitgevoerd in de jaren 2021, 2022, 2023 en 2024 (Tabel 2). In deze rapportage worden de resultaten van de monitoring in 2022 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 4 mei 2023 zijn er weer nieuwe mosselen uitgezet voor de monitoring in 2023. 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 en 2023.

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	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-

Voor de monitoring in de zomer van 2022 is gebruik gemaakt van mosselen die zijn verzameld van een mosselperceel in het Engelsche Vaarwater. 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.*



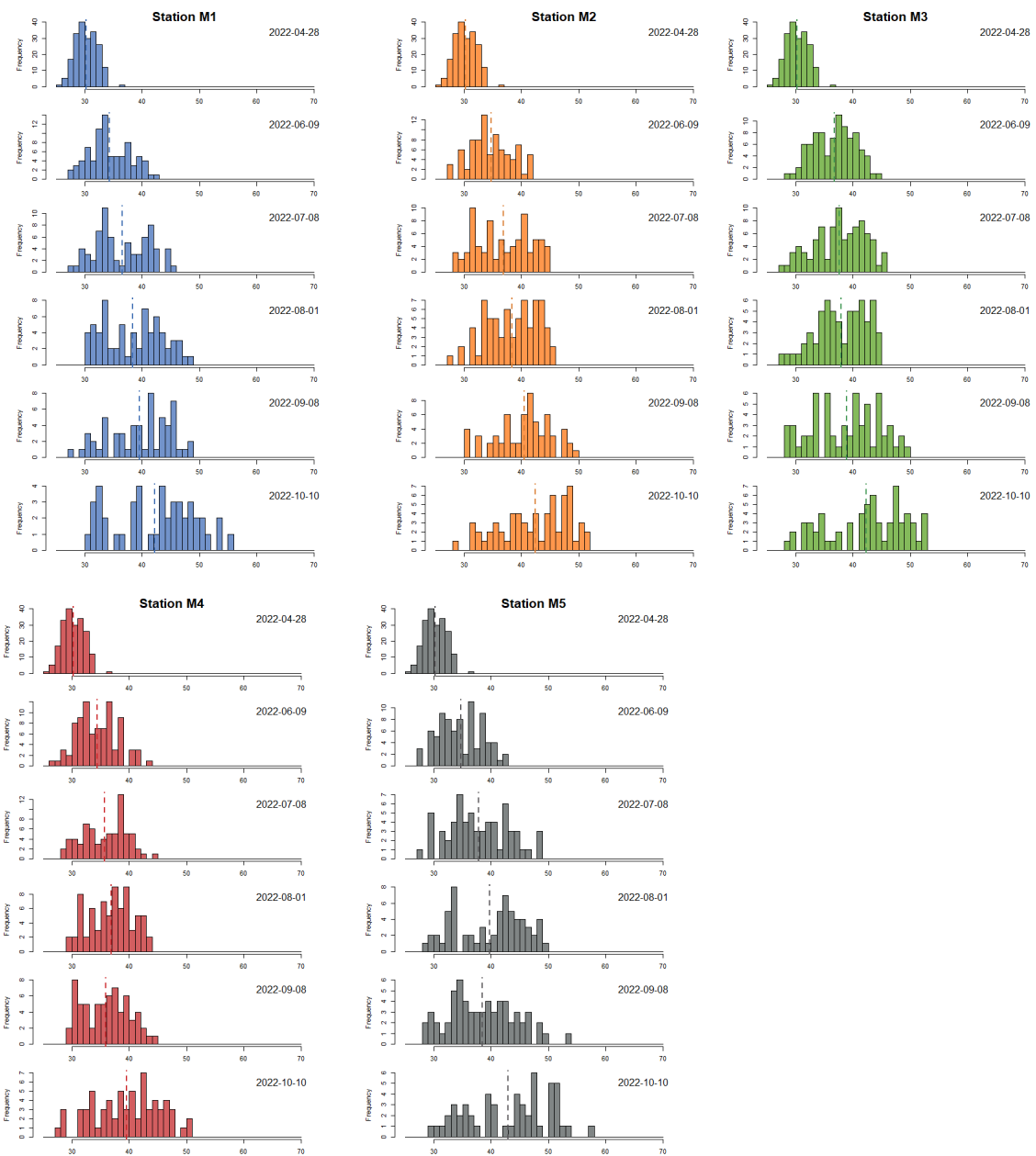
*Figuur 4: Een mandje bestaat uit 4 compartimenten. Ieder compartiment wordt aan het begin van het experiment gevuld met 25 mosselen.*

De mosselen die in 2023 zijn uitgehangen, zijn afkomstig van een perceel in het Brabantsch Vaarwater. Omdat de geleverde mosselen gemiddeld groter waren dan in 2022 waren ook de geselecteerde mosselen aan het begin groter dan in 2022.

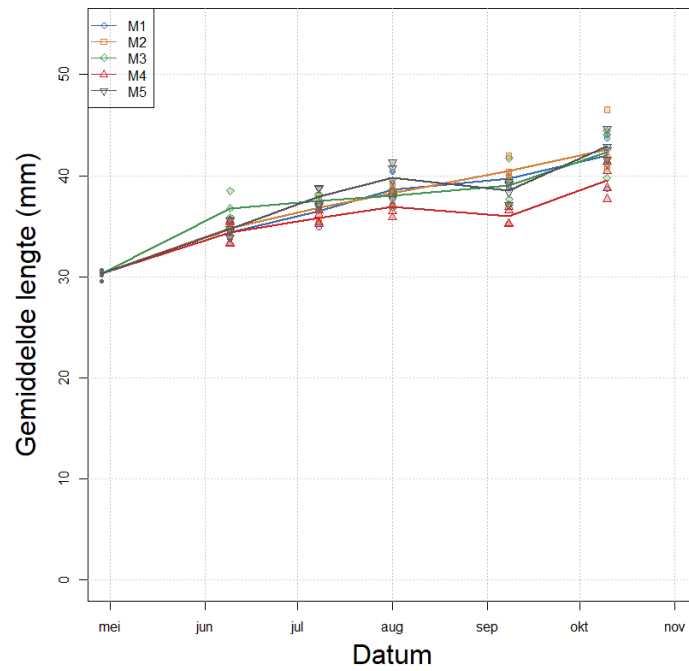
## 2.2.2 Resultaten

### **Experiment 2022**

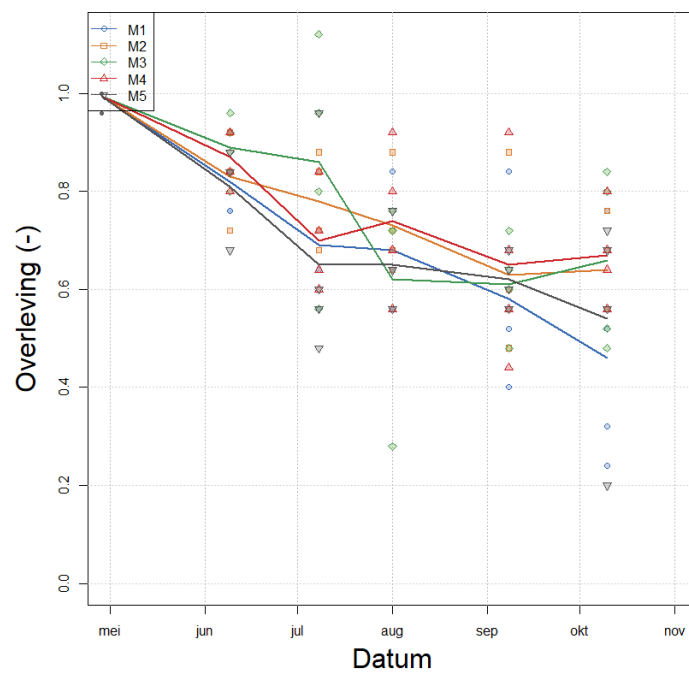
De resultaten van de lengtemetingen van de mosselen zijn weergegeven in de vorm van histogrammen (Figuur 5) en tijdreeksen (Figuur 6). In de figuren is duidelijk te zien dat de mosselen in 2022 zijn gegroeid van 30 mm eind april tot ongeveer 40 mm in oktober. Op de locatie M4 zijn de mosselen het minst gegroeid. De groei op de overige locaties vertoonde weinig verschillen. De gemiddelde overleving op 10 oktober was 59%, waarbij de grootste sterfte is opgetreden in de maanden mei tot en met juli (Figuur 7). Het asvrij drooggewicht (AFDW) is toegenomen van gemiddeld ongeveer 0.09 g eind april tot een 0.64 g in oktober (Figuur 8), waarbij de grootste toename heeft plaatsgevonden tussen 28 april en 9 juni en tussen 8 september en 10 oktober. Er zijn geen opvallende verschillen in de gemiddelde gewichten tussen de locaties aan het eind van de periode. Tijdens de zomer (juli – september) waren de mosselen op locatie M5 gemiddeld het zwaarst en op de locatie M4 het lichtst. Het vleespercentage van de mosselen in de mandjes piekt in de maand juni naar een gemiddeld vleespercentage van 38% waarna het geleidelijk is afgenomen (Figuur 9). Aan het eind van de periode (10 oktober) neemt het gemiddelde vleespercentage weer toe naar 32.6%.



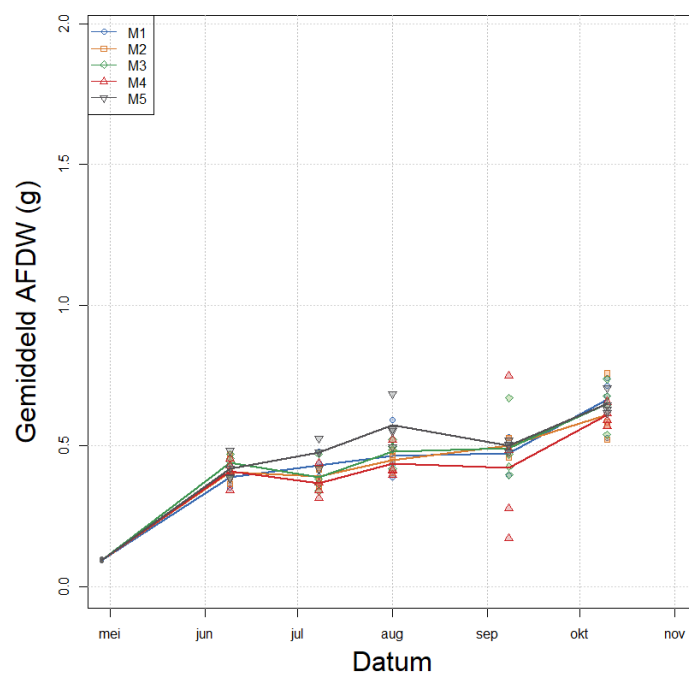
**Figuur 5:** Ontwikkeling van de lengte-frequentieverdelingen van de mossen op locaties M1 tot en met M5 tijdens het experiment van 2022. De verticale stippellijn geeft de gemiddelde lengte van de mossen.



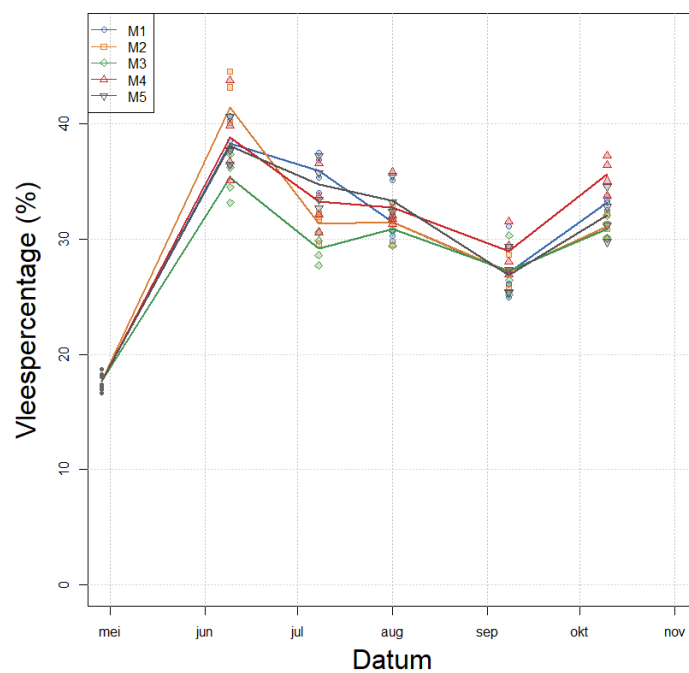
Figuur 6: Ontwikkeling van de lengte (mm) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2022.



Figuur 7: Overleving van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2022.

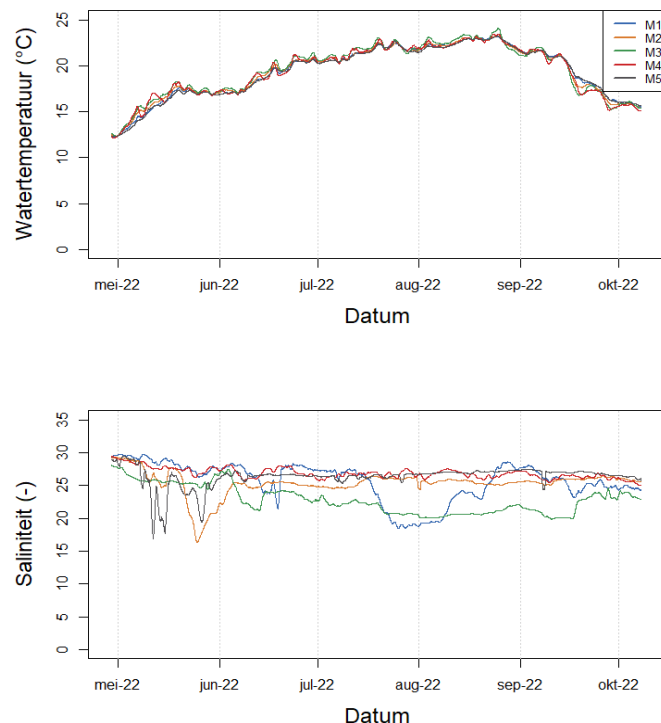


Figuur 8: Verloop van het asvrij drooggewicht (g) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2022.



Figuur 9: Verloop van het vleespercentage (%) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locatie in 2022.

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 16 en 30. De hoogste zoutgehaltes zijn gemeten op locaties M4 en M5, terwijl de laagste zoutgehaltes zijn waargenomen op locatie M3. Op locatie M1 was het zoutgehalte relatief laag van half juli tot half augustus.

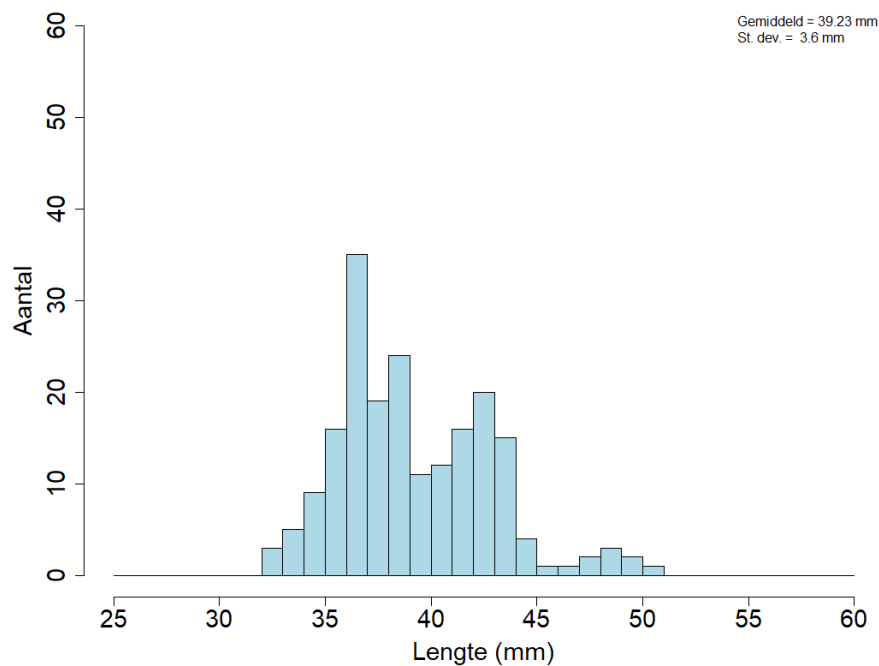


*Figuur 10: Verloop watertemperatuur (boven) en de zoutgehalte (onder) op de locaties M1 tot en met M5 van eind april tot half oktober 2022.*

### Experiment 2023

De lengtefrequentieverdeling van de mosselen bij aanvang van het experiment in 2023 is weergegeven in Figuur 11. Bij aanvang van het experiment in mei 2023 hadden de mosselen een gemiddelde lengte van 39.2 mm met een standaarddeviatie van 3.6 mm. Dit is groter dan in dan in 2022 toen de gemiddelde lengte van de mosselen ongeveer 30 mm was (Wijsman en Van der Pool, 2022). Dit komt doordat de geleverde mosselen relatief groot waren, waardoor het moeilijk was om voldoende mosselen van de gewenste grootteklasse (rond 40 mm) te selecteren. Er was geen significant verschil in lengte tussen de acht verschillende steekproeven ( $p=0.6$ ).





Figuur 11: Lengte-frequentieverdeling van de mosselen bij aanvang van het experiment in mei 2023.

De gewichten van de mosselen bij aanvang van het experiment zijn weergegeven in Tabel 3. Het gemiddelde versgewicht van de mosselen was 5.5 g. Dit was meer dan aan het begin van het experiment in 2022 (2.1 g) en vergelijkbaar met het gemiddelde gewicht van de mosselen aan het begin van het experiment in 2021 (5.3 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 2023. 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)
5.5 (0.46)	0.95 (0.10)	- (-)	- (-)

## 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 2022) 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 12.0 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 2023) 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	-	-
2024-2025	-	-

Onder de aanname van een exponentiele afname over de tijd van het aantal mosselen in de mandjes kan de gemiddelde mortaliteit ( $M$ , % d<sup>-1</sup>) 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 (146 dagen in winter 2022-2023).

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

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

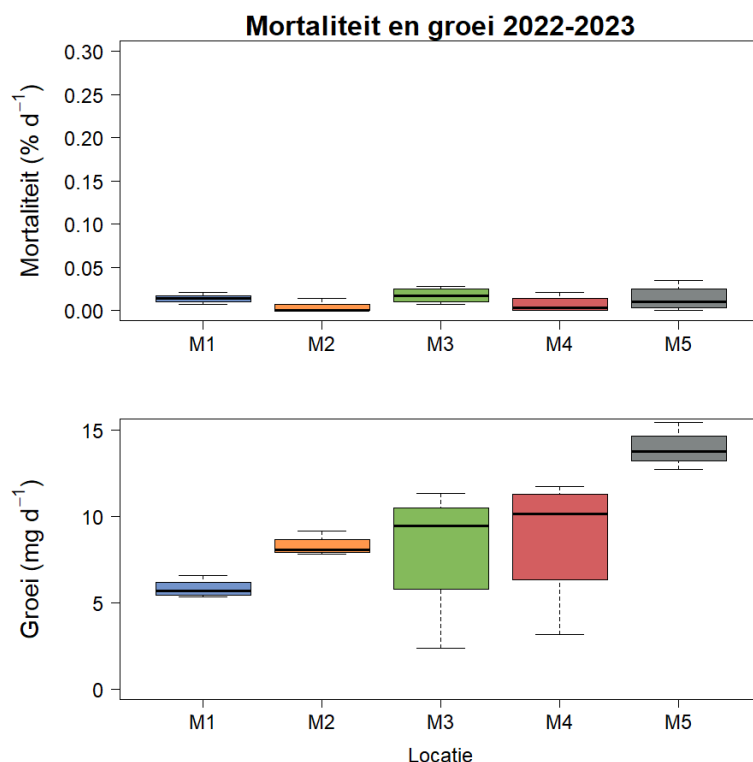
Het gemiddelde rendement ( $R$ , -) combineert de groei en de overleving van de mosselen en is berekend uit de ratio van de totale biomassa van de nog levende mosselen aan het eind van het experiment ( $B_{eind}$ , g) en de totale biomassa van de mosselen aan het begin van het experiment ( $B_{start}$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

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

### 2.3.2 Resultaten

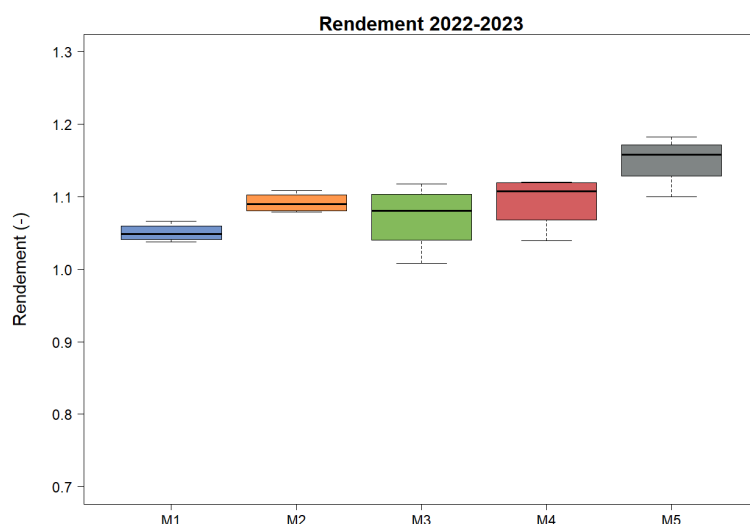
De overleving van de mosselen in de mandjes was in de winter 2022-2023 relatief hoog op alle locaties. De gemiddelde mortaliteit van de mosselen tijdens de winter 2022-2023 was 0.01 % d<sup>-1</sup> (Figuur 12), wat overeenkomt met 1.6% sterfte over een periode van 146 dagen. De hoogste mortaliteit was op locatie M3 (0.017 % d<sup>-1</sup>) en de laagste op locatie M2 (0.003 % d<sup>-1</sup>), maar de verschillen tussen de locaties zijn niet significant.

De gemiddelde groei van de mosselen in de winter 2022-2023 was 9.0 mg d<sup>-1</sup> wat overeenkomt met 1.3 gram over de periode van 146 dagen. De beste groei is aangetroffen op de locatie M5 (13.9 mg d<sup>-1</sup>) en dat was significant hoger (Tukey *post-hoc* comparison,  $p < 0.05$ ) dan op de locaties M1 en M3 (gemiddeld respectievelijk 7.3 en 3.3 mg d<sup>-1</sup>). In de eerdere seizoenen was de groei van de mosselen op de locatie M5 ook al het beste.



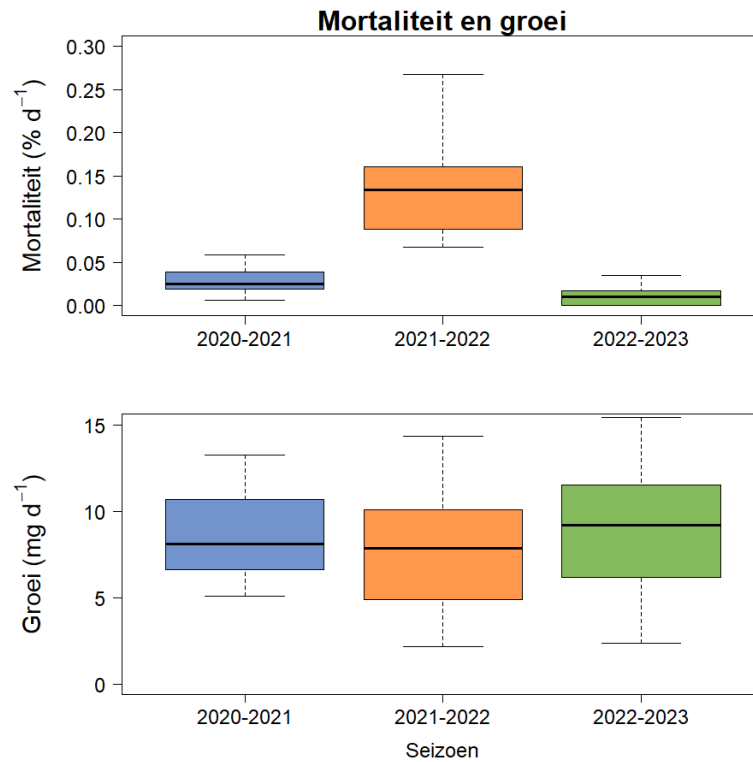
Figuur 12: Mortaliteit (% per dag) en groei (mg d<sup>-1</sup>) voor de verschillende locaties in de winter 2022-2023.

Het gemiddelde rendement van de mosselen in de mandjes was 1.09 wat inhoudt dat de netto biomassa van de mosselen met 9% is toegenomen tijdens de winterperiode. In de winters 2020-2021 en 2021-2022 waren de gemiddelde rendementen respectievelijk 1.11 en 0.92. Het beste rendement was op de locatie M5 (1.14) en het laagste rendement op locatie M1 (1.05)(Figuur 13). Het rendement op de locatie M5 was significant beter dan op de locaties M1 en M3.



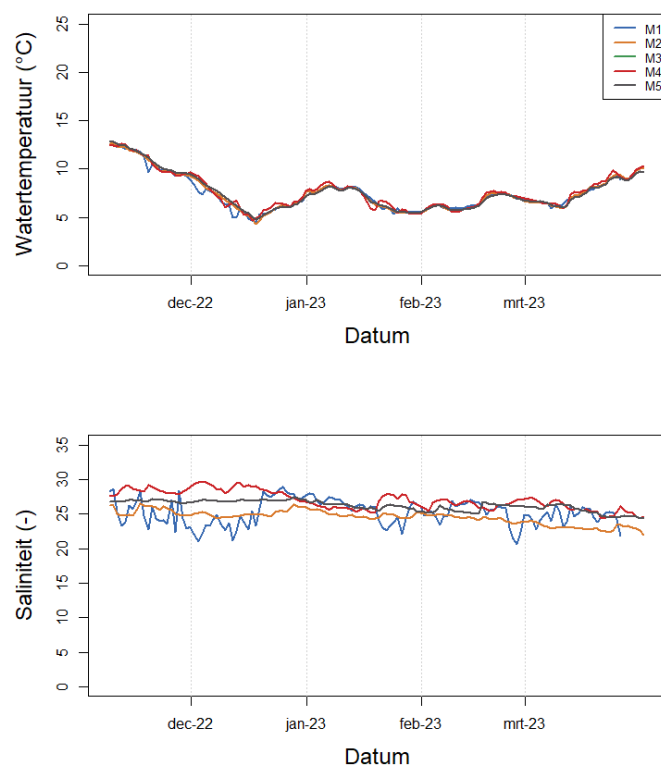
Figuur 13: Rendement van de mosselen in de mandjes tijdens de winter 2022-2023.

De mortaliteit van de mosselen in de mandjes was in de winter 2022-2023 (gemiddeld 0.01 d<sup>-1</sup>) aanzienlijk lager dan in 2020-2021 (0.03 d<sup>-1</sup>) en 2021-2022 (0.13 d<sup>-1</sup>) (Figuur 14). Er zijn geen duidelijke verschillen in de groei van de mosselen tussen de winters. In de winters 2020-2021 en 2021-2022 was de gemiddelde groei respectievelijk 8.6 mm d<sup>-1</sup> en 7.7 mm d<sup>-1</sup>. In de winter 2022-2023 was de gemiddelde groei 9.0 mm d<sup>-1</sup>.

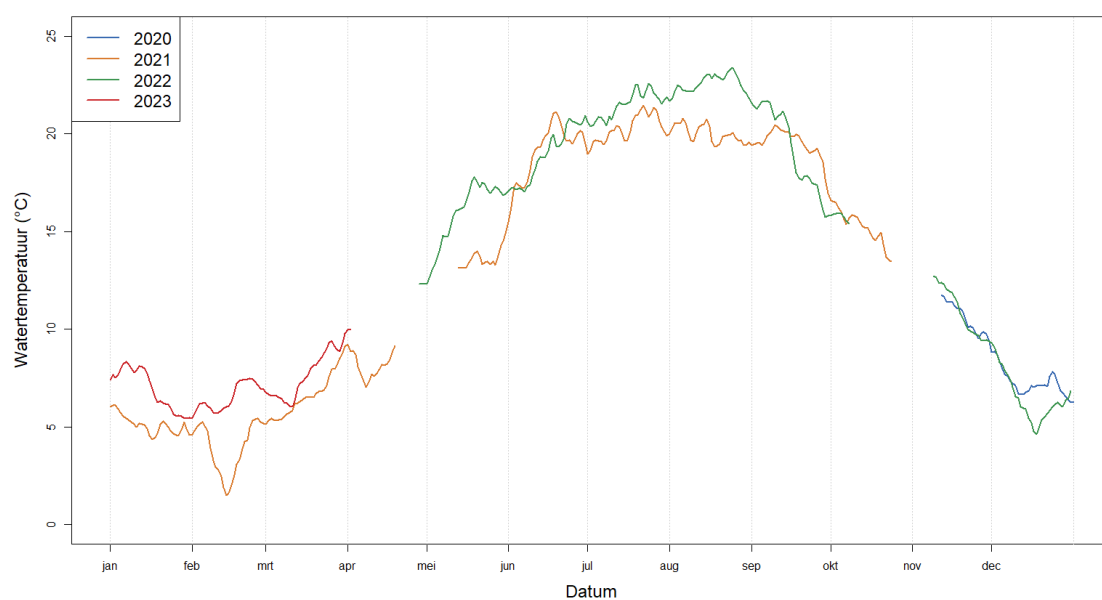


Figuur 14: Sterfte (% per dag) en groei (mg d<sup>-1</sup>) over de verschillende seizoenen.

De gemeten temperatuur en de berekende saliniteit van het oppervlaktewater op de locaties M1 tot en met M5 zijn weergegeven in Figuur 15. Er zijn geen data beschikbaar van de locatie M3 omdat de sensor niet kon worden uitgelezen. In de figuur is te zien dat de verschillende locaties een vergelijkbaar patroon vertonen. De minimale watertemperatuur van ongeveer 5 graden wordt bereikt half december 2022. In de winter 2020-2021 was de minimum temperatuur lager (Figuur 16). De hoogste gemiddelde zoutgehaltes zijn gemeten op de locaties M4 en M5 en de laagste zoutgehaltes zijn gemeten op de locaties M1 en M2.



*Figuur 15: Verloop watertemperatuur (boven) en het zoutgehalte (onder) op de locaties M1 tot en met M5 van begin november 2022 tot april 2023.*



*Figuur 16: Gemiddelde watertemperatuur over alle locatie over de verschillende jaren.*

## 3 Kokkels

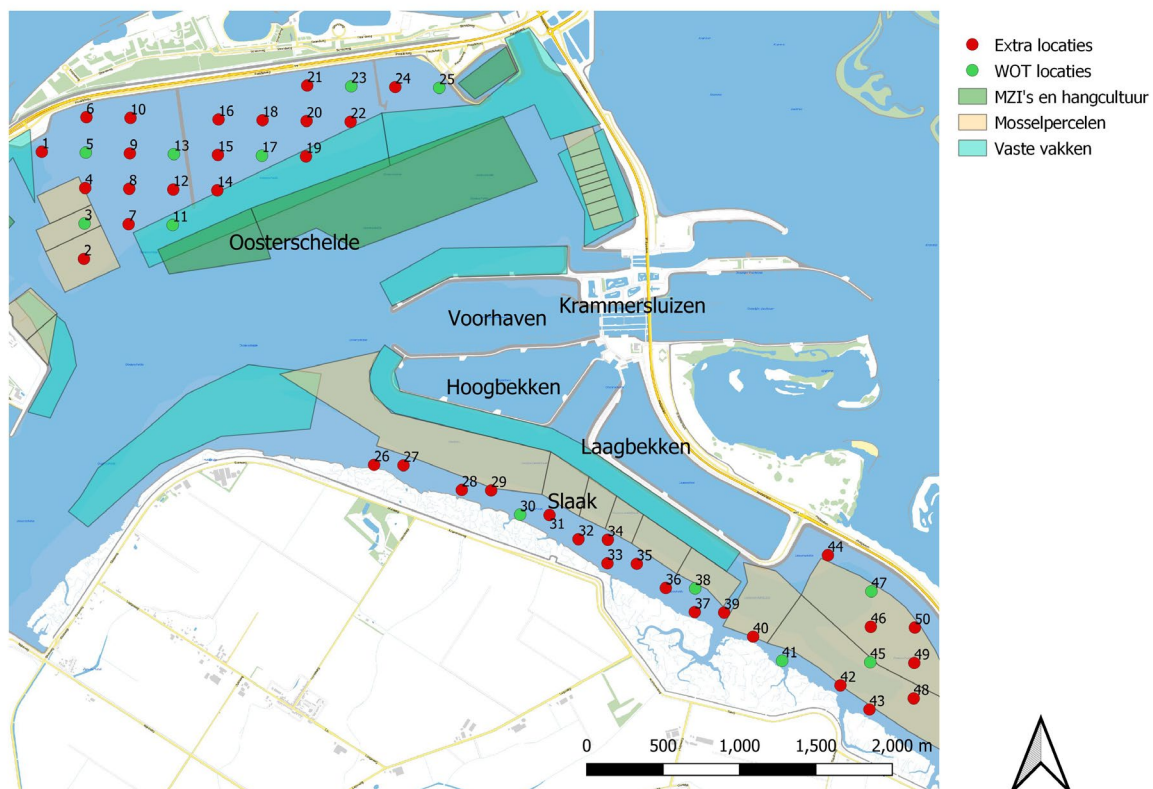
### 3.1 Achtergrond

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 ook 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 2023.



Figuur 17: Overzicht van de 50 monitoringslocaties voor kokkels in 2023. De groene stippen geven de reguliere WOT monitoringslocaties weer. De rode stippen geven de locaties weer die aanvullend zijn bemonsterd binnen het huidige project.

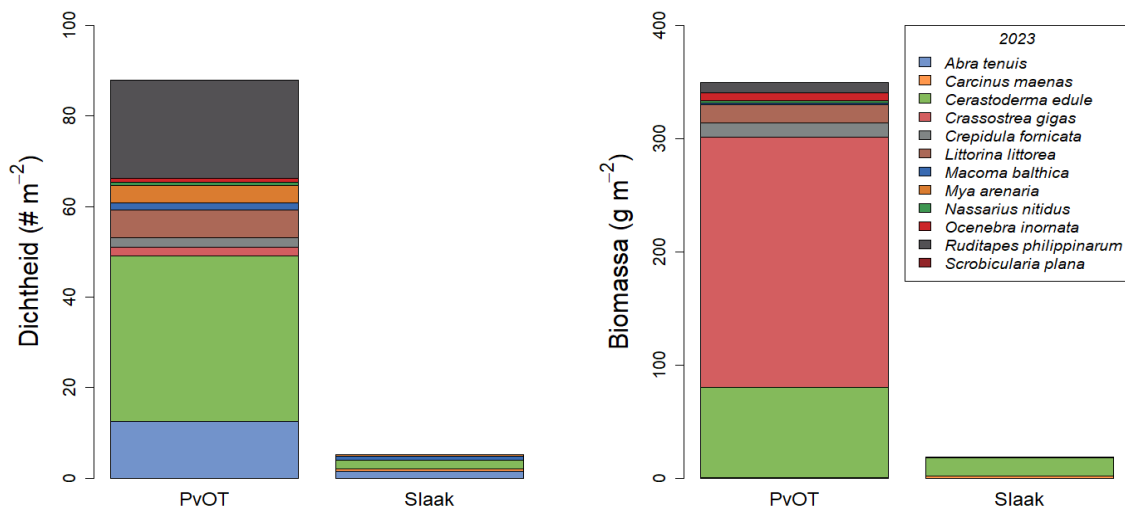
De bemonstering in 2023 werd uitgevoerd tijdens hoogwater met behulp van een kokkelschip vanuit een kleine boot en tijdens laagwater te voet met behulp van een kokkelring, volgens de WOT-survey. Bij elk monsterpunt werd een monster van 0.1 m<sup>2</sup> genomen, wat overeenkomt met een mengmonster van 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. Helaas was het vanwege de te grote diepte niet mogelijk om een monster te nemen op locatie 11 (Plaat van Oude Tonge). Dit was ook het geval in voorgaande jaren (Wijsman et al., 2021, Wijsman en Van der Pool, 2022).

In het laboratorium werden 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 werd het versgewicht bepaald. Voor de kokkels werd ook de leeftijd (0j, 1j, 2j of mj) bepaald. Kapotte exemplaren werden geteld maar niet gewogen. Het gewicht van deze exemplaren werd afgeleid uit het gemiddelde gewicht van de intacte exemplaren. Voor strandgapers (*Mya arenaria*) en de platte slijkgapers (*Scrobicularia plana*) werd 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 werden er in 2023 11 verschillende soorten aangetroffen in de monsters die zijn genomen op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak (Bijlage 1). Net als in voorgaande jaren was de gemiddelde totale dichtheid op de Plaat van Oude Tonge in 2023 (87.9 individuen  $\text{m}^{-2}$ ) hoger dan in het Slaak (5.2 individuen  $\text{m}^{-2}$ ). De dichtheden op de Plaat van Oude Tonge waren in 2023 aanzienlijk hoger dan in 2021 en 2022 (respectievelijk 20.8 en 32.7 individuen  $\text{m}^{-2}$ ). De meest dominante soorten op de Plaat van Oude Tonge waren kokkels (*Cerastoderma edule*) en Filipijnse tapijtschelpen (*Ruditapes philippinarum*). Er werden ook relatief veel exemplaren van de tere dunschaal (*Abra tenuis*) aangetroffen op de Slikken van Oude Tonge in 2023. De biomassa op de Plaat van Oude Tonge werd gedomineerd door Japanse oesters doordat er op twee locaties grote oesters in het monster zaten.



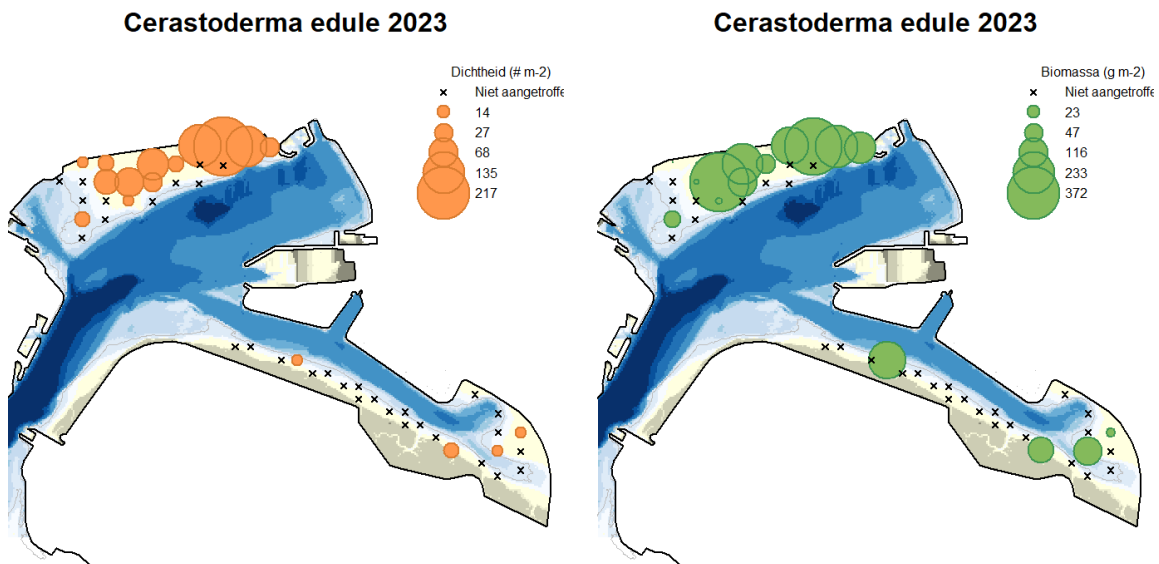
Figuur 18: Gemiddelde dichtheid (#  $\text{m}^{-2}$ , linker figuur) en biomassa ( $\text{g m}^{-2}$ , rechter figuur) van de verschillende soorten op Plaat van Oude Tonge (PvOT) en Slaak in 2023.

#### Kokkels

De gemiddelde dichtheid van kokkels was 18.9 individuen  $\text{m}^{-2}$  (36.5  $\text{m}^{-2}$  op de Plaat van Oude Tonge en 1.9 individuen  $\text{m}^{-2}$  in het Slaak). Ongeveer 89% van de kokkels was 1-jarig, 8% was 2-jarig en 2% was meerjarig. De gemiddelde biomassa aan kokkels was 47.6  $\text{g m}^{-2}$  (80.0  $\text{g m}^{-2}$  op de Plaat van Oude Tonge en 16.4  $\text{g m}^{-2}$  in het Slaak), waarvan 55% 1-jarig, 31% 2-jarig en 13% 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 13 van de 24 (54%) bemonsterde stations aangetroffen en in het Slaak op 4 van de 25 (16%) bemonsterde stations. De verspreiding van de verschillende leeftijdsclassen 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 kokkels.





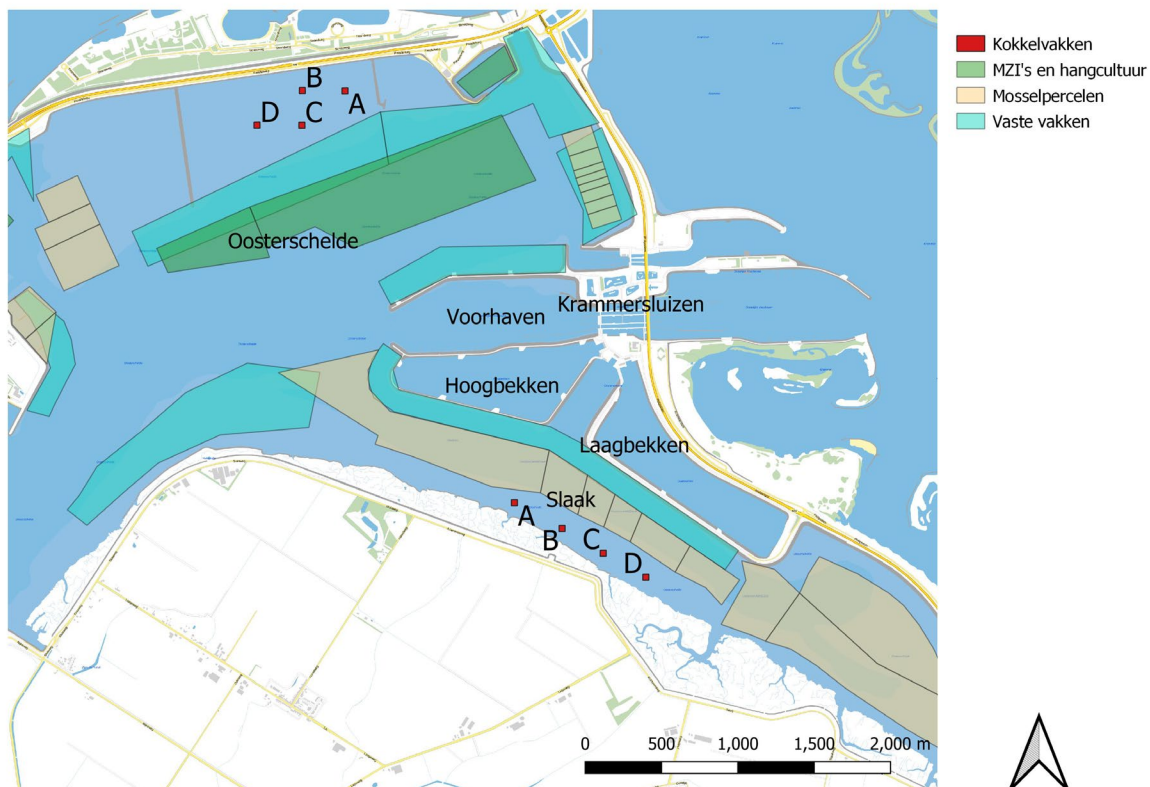
Figuur 19: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2023 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.

### 3.3 Groei en overleving

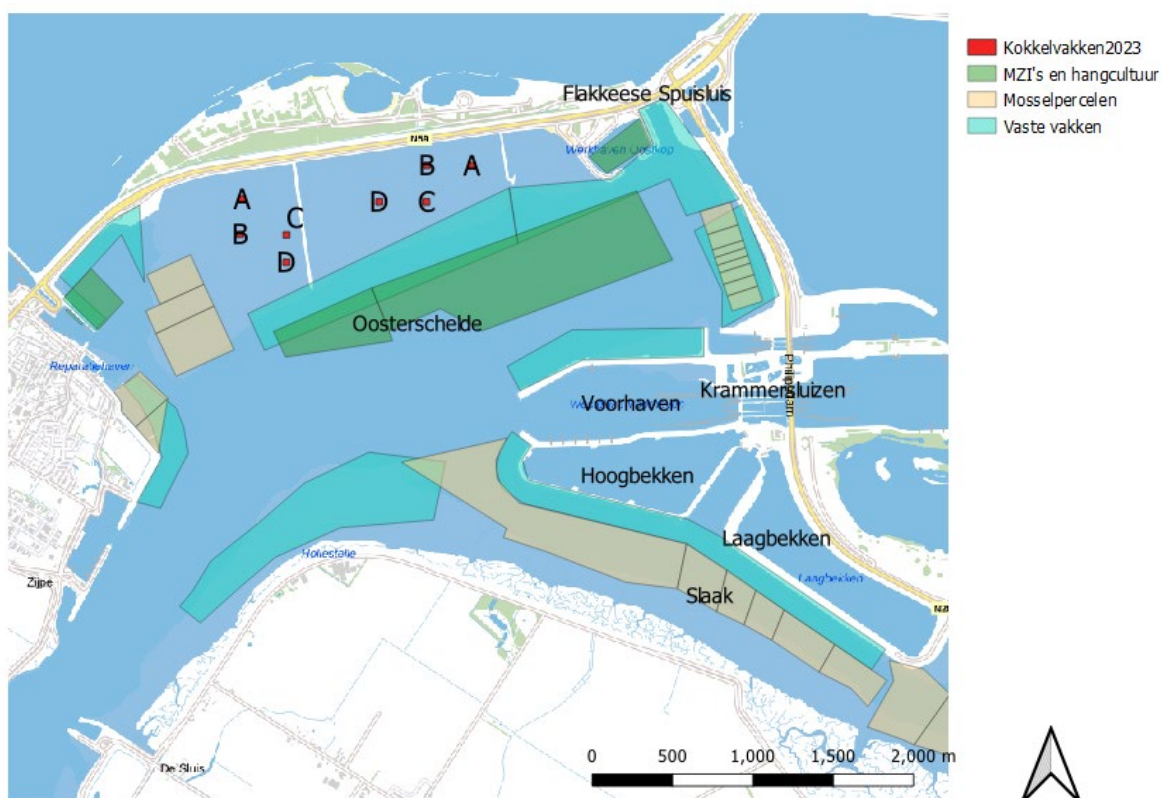
#### 3.3.1 Aanpak

Om de groei en overleving van kokkels te onderzoeken zijn er in 2022 acht kokkelvakken aangelegd op basis van de resultaten van de inventarisatie van kokkels en de bereikbaarheid. Deze vakken bestaan uit vier vakken op de Plaat van Oude Tonge en vier vakken in het Slaak (Figuur 20). De locaties van de vakken komen overeen met de locaties die in 2021 zijn bemonsterd. Omdat er in 2023 zeer weinig kokkels waren aangetroffen in het Slaak is besloten om alle acht vakken op de Plaat van oude Tonge te leggen (Figuur 21). Elk vak heeft een afmeting van 40 bij 40 meter. Jaarlijks wordt er in april en september een bemonstering uitgevoerd binnen deze vakken om de groei en overleving te bepalen. Voor 2023 is alleen de bemonstering in april uitgevoerd, en een tweede bemonstering staat gepland voor september (Tabel 5). Deze bemonstering zal worden herhaald in 2024 en 2025, waarbij in het laatste jaar alleen de bemonstering in april zal worden uitgevoerd in het kader van dit project.

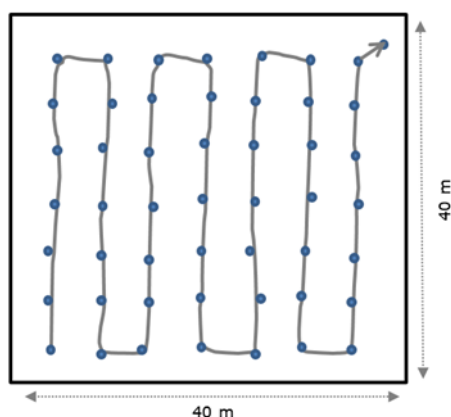
Tijdens de bemonstering worden transecten gelopen binnen het vak (Figuur 22). Om de 5 stappen wordt een monster genomen met een steekbuis (10.4 cm Ø, 10 cm diep). De 50 monsters per vak worden samengevoegd tot één mengmonster en gezeefd in een zeefton met een maaswijdte van 2 mm. In het laboratorium worden de kokkels per leeftijdsklasse geteld en gewogen (versgewicht, vleesgewicht, drooggewicht en asvrij drooggewicht). Als er te weinig kokkels zijn verzameld, wordt het mengmonster verdubbeld tot 100 monsters.



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 en D) in het oostelijk en westelijk deel van de Plaat van Oude Tonge in 2023.



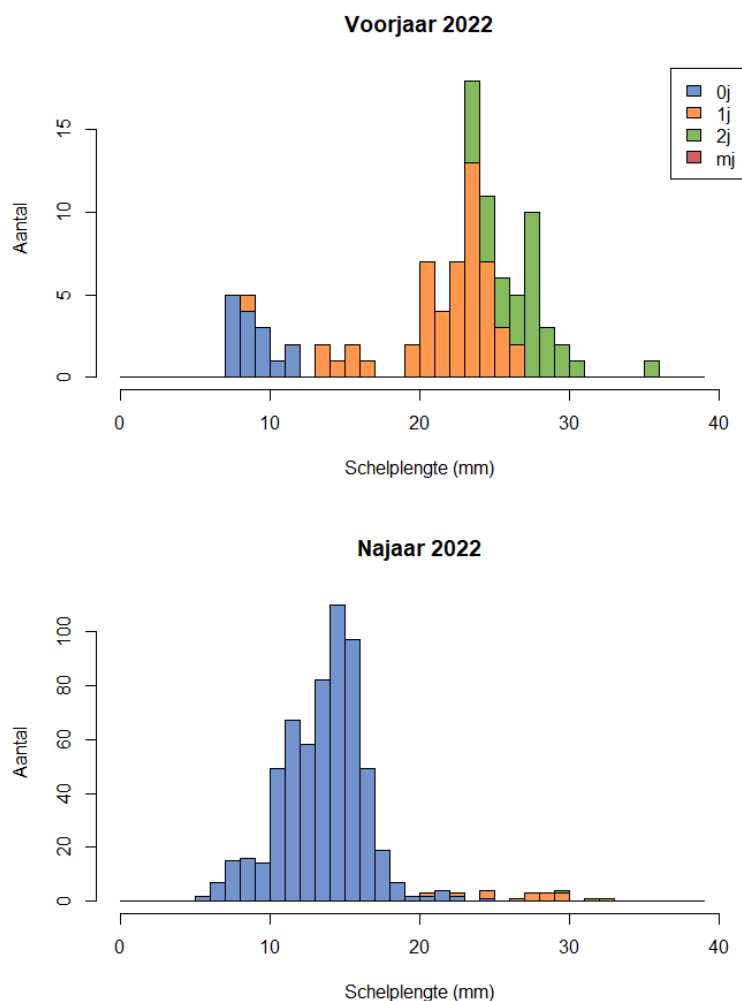
*Figuur 22: Schematisch overzicht van de 50 monsterpunten binnen een kokkelvak. Iedere vijf stappen is een monster genomen. Alle monsters per kokkelvak zijn samengevoegd tot een mengmonster. Indien er te weinig kokkels in het monster zaten is het aantal monsters uitgebreid tot 100 deemonsters.*

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

Jaar	1 <sup>e</sup> bemonstering	2 <sup>e</sup> bemonstering
2021	28 april	22 sept
2022	4 april	28 sept
2023	8 mei	-
2024	-	-
2025	-	-

### 3.3.2 Resultaten

In de kokkelvakken het Slaak is er in april slechts één en in september ook slechts één kokkel aangetroffen. Hierdoor waren er onvoldoende gegevens om op een betrouwbare manier groei en sterfte te berekenen voor dit gebied. In de kokkelvakken op de Plaat van Oude Tonge zijn er meer kokkels aangetroffen in het voorjaar (120) en in het najaar (620 kokkels, waarvan 603 nieuwe broedval van 2022). Hierdoor is het mogelijk om groei en sterfte te berekenen al leiden de lage aantallen tot een onzekerheid. In april 2021 zijn er 0-jarige, 1-jarige en 2-jarige kokkels gevonden in de vakken (Figuur 23). In het najaar zijn er een groot aantal 0-jarige kokkels bijgekomen, die in het voorjaar waarschijnlijk nog te klein waren om op de zeef achter te blijven. Hierdoor is groei en sterfte van de 0-jarigen niet te berekenen. De gemiddelde lengte van deze 0-jarige kokkels in september 2022 was 13.5 mm. De 1-jarige en 2-jarige kokkels zijn vrijwel allemaal verdwenen. Duidelijk te zien dat de 1-jarige kokkels zijn gegroeid van gemiddeld 21.7 mm in april naar een gemiddelde lengte van 27.0 mm in september. De 2-jarige kokkels zijn minder hard gegroeid van gemiddeld 26.8 mm in april naar gemiddeld 30.9 mm in september.



Figuur 23: Lengtefrequentieverdelingen van de verschillende leeftijdsklassen kokkels in het voorjaar en najaar van 2022.

Het asvrij drooggewicht van de 1-jarige kokkels op de Plaat van Oude Tonge is gemiddeld 10.1 mg per dag afgenomen in 2022 (Tabel 6). Het asvrij drooggewicht van de 2-jarige kokkels is met 5.0 mg d<sup>-1</sup> afgenomen. Dit zou een indicatie kunnen zijn van een verminderde conditie van de kokkels, maar is waarschijnlijk het gevolg van het beperkt aantal kokkels van de betreffende leeftijdsklassen dat is aangetroffen in de vakken. De mortaliteit van de 1-jarige kokkels was het dubbele van de mortaliteit van de 2-jarige kokkels.

Tabel 6: Gemiddelde groei (mg AFDW d<sup>-1</sup>) en mortaliteit (% d<sup>-1</sup>) van de verschillende leeftijdsklassen van kokkels in de vakken op de Plaat van Oude Tonge en Slaak in 2022. In de laatste kolom staan het totaal aantal kokkels waar de berekeningen op zijn gebaseerd.

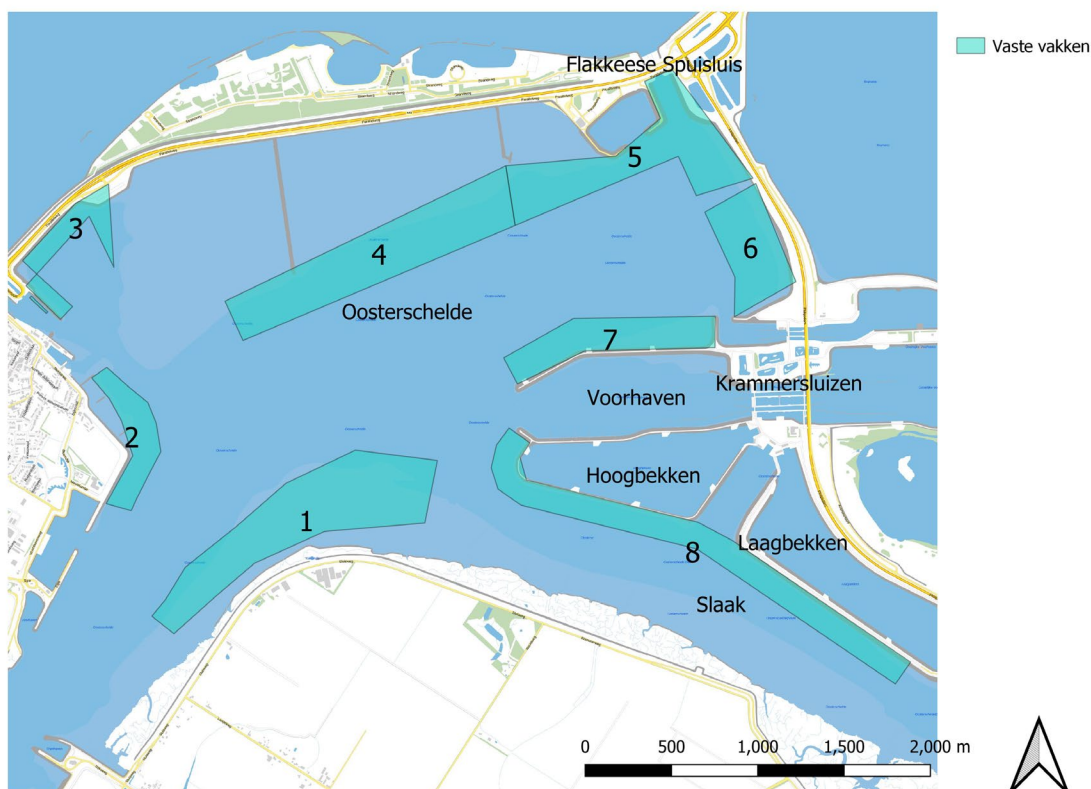
Gebied	Leeftijdsklasse	Groei (mg AFDW d <sup>-1</sup> )	Mortaliteit (% d <sup>-1</sup> )	n
Plaat van Oude Tonge	0-jarig	-	-	586
	1-jarig	-10.1	1.11	67
	2-jarig	-5.0	0.71	39
	Meerjarig	-	-	13
Slaak	0-jarig	-	-	
	1-jarig	-	-	
	2-jarig	-	-	
	Meerjarig	-	-	2

De resultaten van de eerste bemonstering van 2023 worden nog verwerkt en zijn nog niet beschikbaar. Deze resultaten zullen worden gepresenteerd in een volgende voortgangsrapportage.

## 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 24) 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. De kreeften die buiten het seizoen worden gevestigd, 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 kwaliteit van de visvakken voor het vissen op kreeft is verschillend. 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.



Figuur 24: 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.

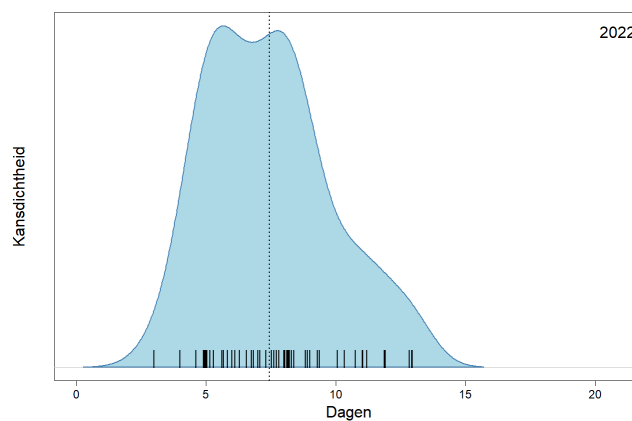
De vangstgegevens betreffen bedrijfsgevoelige informatie en worden daarom in deze rapportage op een geaggregeerde wijze gepresenteerd en niet per vak omdat deze vakken mogelijk zijn te herleiden tot de individuele vissers.

In deze rapportage zijn uitsluitend de gegevens van het kreeftenseizoen 2022 gerapporteerd. De resultaten van eerdere seizoenen zijn gerapporteerd in Wijsman et al. (2021) en Wijsman en Van der Pool (2022). Tijdens het schrijven van dit rapport was het seizoen 2023 nog in volle gang. De resultaten van 2023 zullen worden gerapporteerd in de voortgangsrapportage van 2024.

## 4.3 Resultaten

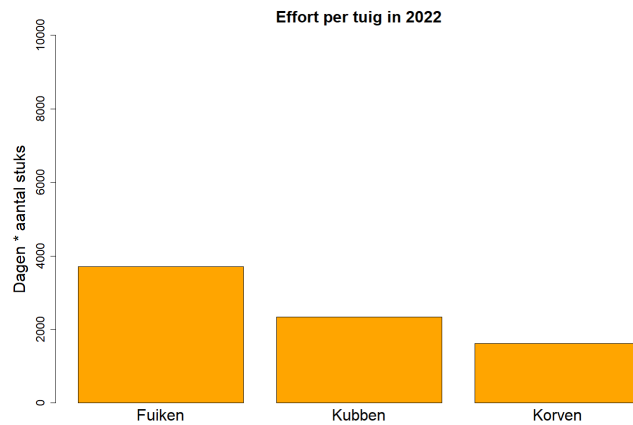
### 4.3.1 Inspanning

Door de kreeftenvissers wordt er gevist met drie verschillende tuigen: fuiken, kubben en korven (Wijsman en Goudswaard, 2015). 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 2021 7.4 dagen (178 uur) in het water (st.dev. 2.4 dagen)(Figuur 25). De kortste visserij was 72 uur en de langste visserij heeft het tuig bijna 13 dagen in het water gestaan.



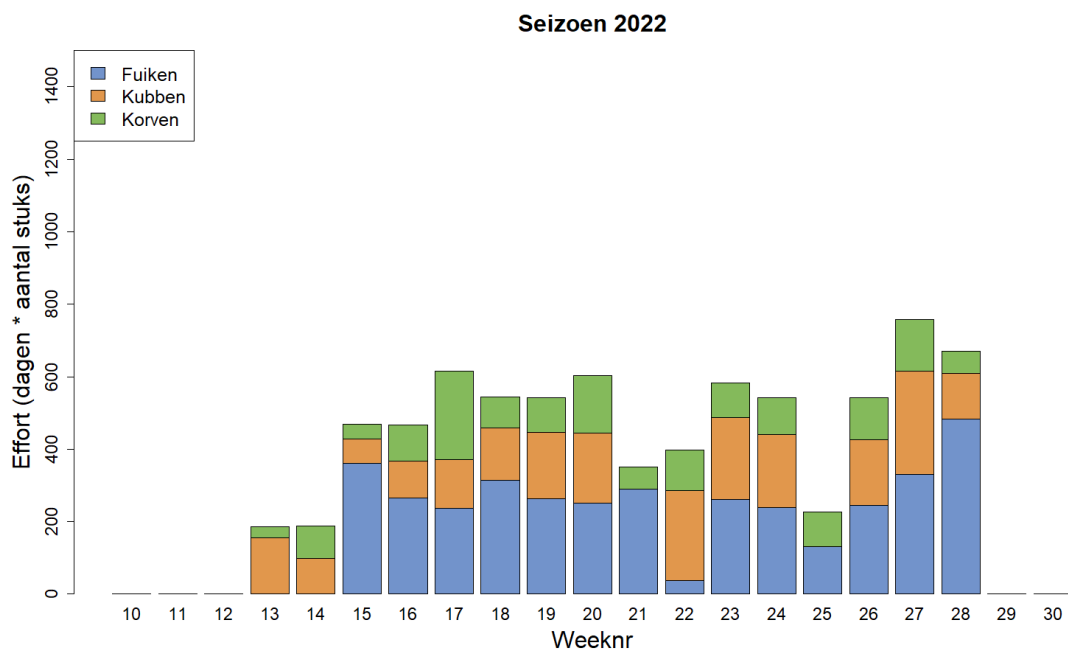
*Figuur 25: Verdeling van het duur van de visserij in dagen in 2022. De verticale stippellijn geeft het gemiddelde (7.4 dagen), de verticale lijntjes op de x-as geven de individuele registraties.*

De inspanning (effort) kan worden uitgedrukt in het aantal dagen vermenigvuldigd met het aantal eenheden (fuiken, kubben of korven). In 2022 is net als in voorgaande jaren de meeste inspanning gepleegd met fuiken (Figuur 26). In totaal is er door de drie vissers 3713 fuikdagen gevist met fuiken. Het aantal kubdagen en korfdagen was, met respectievelijk 2343 en 1624, opvallend meer dan in voorgaande jaren.



Figuur 26: Visserijinspanning (effort) van de verschillende tuigen in 2022.

In Figuur 27 is te zien dat het seizoen in 2022 pas langzaam op gang is gekomen en dat de piek in inspanning lag rond april/mei (weken 15 tot en met 20) en in de weken 23 en 24. Aan het eind van het seizoen (weken 27 en 28) is de inspanning weer iets toegenomen.

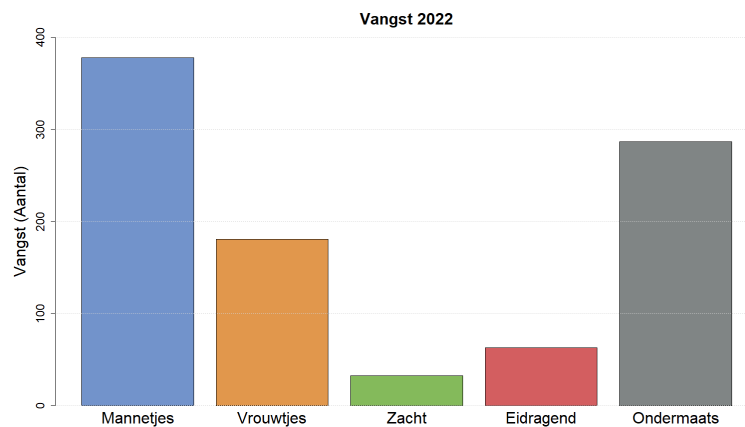


Figuur 27: Visserijinspanning (effort) met de verschillende tuigen door het seizoen in 2022.

#### 4.3.2 Vangsten

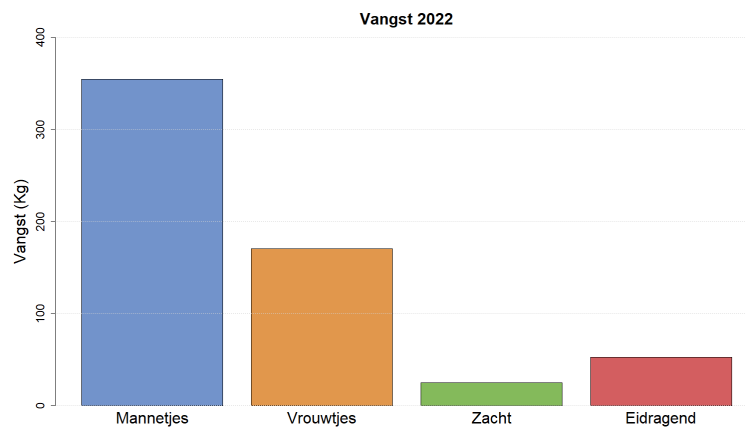
Uit de vangstregistraties blijkt dat er door de drie kreeftenvisserij in totaal 942 kreeften zijn gevangen, waarvan respectievelijk 33, 63 en 287 zacht, eidragend of ondermaats en dus zijn teruggezet. 59% van de gevangen kreeften is uiteindelijk aangeland. Opvallend is dat er meer mannetjes dan vrouwtjes zijn aangeland. Dit komt deels doordat een deel (25%) van de gevangen vrouwtjes eidragend was en dus is teruggezet.





*Figuur 28: Vangsten (aantal stuks) van kreeften in 2022.*

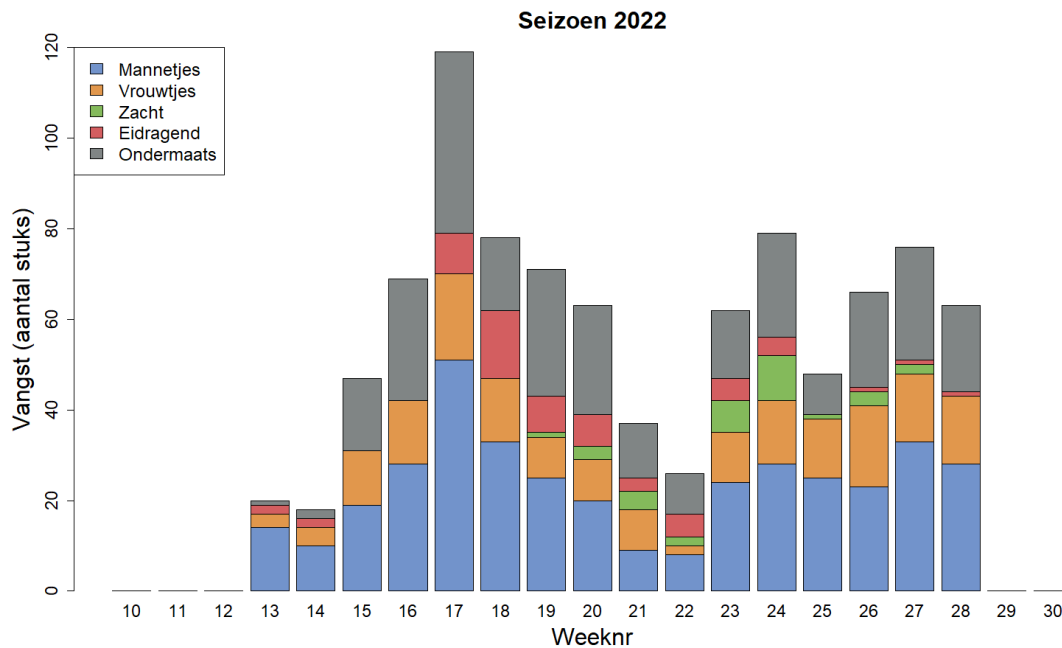
Op gewichtsbasis is er in totaal 603 kg kreeft gevangen, waarvan er 525 kg is aangeland (Figuur 29). De ondermaatse kreeften zijn niet gewogen. De gemiddelde maatse kreeft woog ongeveer 0.87 kg. De gevangen mannetjes waren iets zwaarder (gemiddeld 0.94 kg per stuk) dan de vrouwtjes (gemiddeld 0.88 kg per stuk).



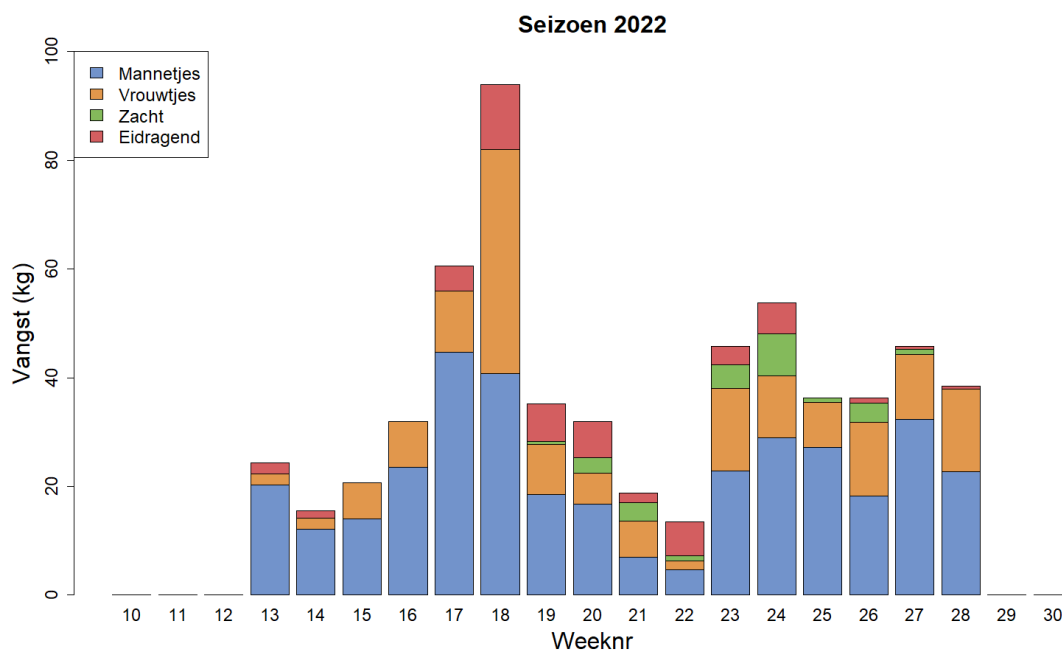
*Figuur 29: Vangsten (kg) van kreeften in 2022.*

In Figuur 30 en Figuur 31 is te zien dat er een duidelijke piek is te zien in week 17 waarna de vangsten weer afnemen tot week 22. Na week 22 nemen de totale vangsten weer toe. In die periode is ook het aandeel van eidragende kreeften relatief hoog. Het aandeel zachte kreeften in de vangst is het hoogst in de weken 23 en 24.





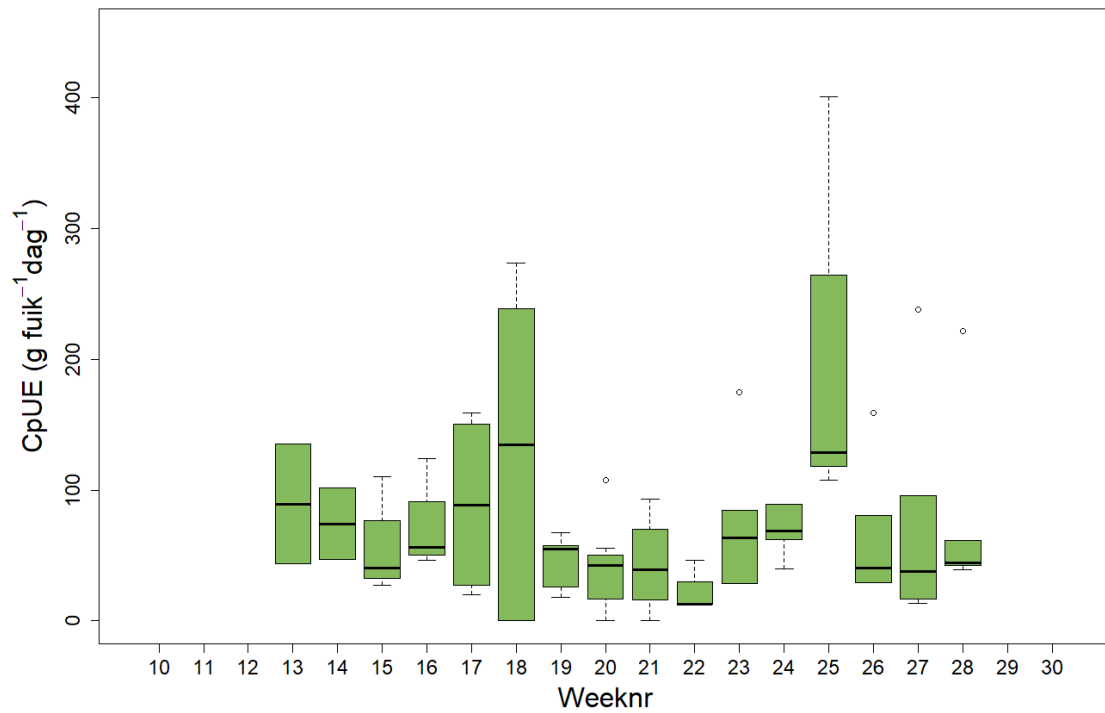
Figuur 30: Vangsten (aantal) van kreeften per week in 2022.



Figuur 31: Vangsten (kg) van kreeften per week in 2022.

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. Omdat de meeste inspanning met fuiken is gedaan, is de CpUE uitgedrukt in g fuik<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup>, waarbij een kub en korf voor het gemak als fuik wordt beschouwd. De gemiddelde CpUE over alle vangsten is 74 g fuik<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup> (st.dev 71 g fuik<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup>). Dit komt overeen met 1 kreeft per 12 fuiken per dag. De maximale CpUE is 401 g fuik<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup>. De beste vangsten, uitgedrukt in CpUE zijn behaald in de weken 17, 18 en 25 (Figuur 32), waarbij moet worden aangemerkt dat er in week 25 maar zeer beperkt is gevestigd.

### Aangeland, Seizoen 2022



Figuur 32: Verloop van de CpUE (g fuik<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup>) over het kreeftenseizoen in 2022.

---

## 5 Conclusies en discussie

Dit rapport maakt deel uit van de T<sub>0</sub> 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 T<sub>0</sub> 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). Dit voortgangsrapport beschrijft de resultaten van de monitoring die is uitgevoerd in de periode juni 2022 tot en met mei 2023. 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 deze voortgangsrapportage.

### 5.1 Mosselen

De groeimetingen die zijn uitgevoerd in 2022 laten een duidelijke groei zien van de mosselen in alle mandjes. Tussen eind april en oktober is de gemiddelde schelp lengte van de mosselen toegenomen van 30 mm naar 40 mm. De minste groei is waargenomen op locatie M4, in de buurt van de Flakkeese Spuisluis, terwijl er weinig verschillen waren in groei op de overige locaties. De gemiddelde overleving van de mosselen in de mandjes was in 2022 59%. De vleespercentages waren het hoogst in juni (38%) en namen daarna af.

De overleving van de mosselen in de mandjes gedurende de winter van 2022-2023 was zeer goed en beter dan de voorgaande jaren. Slechts 1.6% van de mosselen is gestorven gedurende de periode van 146 dagen waarin de mandjes waren uitgehangen (in de winter van 2021-2022 was de sterfte 17% gedurende een periode van 139 dagen). Er was geen significant verschil in overleving van de mosselen tussen de verschillende locaties. Door de relatief lage sterfte is de netto biomassa van de mosselen gemiddeld met 9% toegenomen. De meeste groei tijdens de winter 2022-2023 werd waargenomen op locatie M5, terwijl de minste groei werd waargenomen op locatie M1.

### 5.2 Kokkels

Bij de bemonstering van kokkels in 2023 werden op 17 van de 49 (35%) 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 18.9 individuen m<sup>-2</sup> en de biomassa bedroeg 47.6 g m<sup>-2</sup>. Dit is relatief laag voor de Oosterschelde, waar tijdens de WOT-surveys regelmatig kokkeldichtheden van meer dan 100 kokkels per m<sup>-2</sup> worden aangetroffen (Troost et al., 2022). Naast de kokkels zijn er in 2023 ook relatief veel Filipijnse tapijtschelpen aangetroffen op de Plaat van Oud Tonge.

Als gevolg van het relatieve lage aantal kokkels was het moeilijk om geschikte locaties te vinden voor de kokkelvakken. Vier vakken zijn aangelegd op de Plaat van Oude Tonge en vier vakken in het Slaak, in de gebieden waar de meeste kokkels zijn aangetroffen. Voor de verschillende leeftijdsklassen van kokkels is groei en overleving berekend. Voor 1-jarige en 2-jarige kokkels op de Plaat van Oude Tonge kon een inschatting worden gemaakt van de groei en overleving. De 1-jarige kokkels vertoonden een groei van gemiddeld 0.036 mm d<sup>-1</sup>, maar het gemiddelde vleesgewicht nam af met gemiddeld 10.1 mg AFDW per dag. De mortaliteit van de kokkels was 1.11% per dag. De 2-jarige kokkels groeiden met 0.028 mm d<sup>-1</sup> terwijl het gemiddelde vleesgewicht is afgenomen met ruim 5 mg AFDW per dag. De mortaliteit van de 2-jarige kokkels was 0.71% per dag. Bij de reguliere monitoring van de kokkelbestanden in de Oosterschelde wordt gerekend met een gemiddelde mortaliteit van 0.27% per

dag gedurende de periode van 1 mei tot 1 september (Troost et al., 2022). In het Slaak werden te weinig kokkels aangetroffen om zinvolle berekeningen uit te voeren.

## 5.3 Kreeft

Uit de vangstregistratie van de kreeftenvisserij blijkt dat in 2022 voornamelijk fuiken zijn gebruikt in het gebied, maar er is ook meer gevist met kooien en kubben in vergelijking met voorgaande jaren. In totaal zijn er 942 kreeften gevangen, waarvan er 556 kreeften (59%) zijn aangeland. Over het algemeen worden er meer mannetjes dan vrouwtjes (inclusief de eidragende) gevangen. Gemiddeld is er in 2022 1 kreeft per 12 fuiken per dag gevangen.

In deze rapportage wordt geen informatie gepresenteerd over de inspanning en vangst over de verschillende vakken. Uit de registratie blijkt dat er ook dit jaar in een aantal gevallen de vangst van 2 verschillende vakken, die op een dag zijn bevestigd, op een formulier zijn ingevuld. Hierdoor is niet te achterhalen hoeveel er is gevist en gevangen per vak. Dit is opnieuw gecommuniceerd naar de betreffende vissers en zij hebben aangegeven in het vervolg voor ieder vak een apart formulier te gebruiken als er meerdere vakken worden bevestigd.

---

## 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

- 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.
- 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.
- 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., A. Gool en J. Van der Pool (2017). Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis. Resultaten T<sub>1</sub> 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

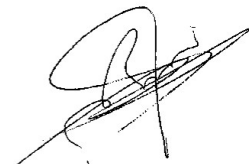
Rapport C035/23

Projectnummer: 4313100116

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. Johan Craeymeersch  
Senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 20 juni 2023

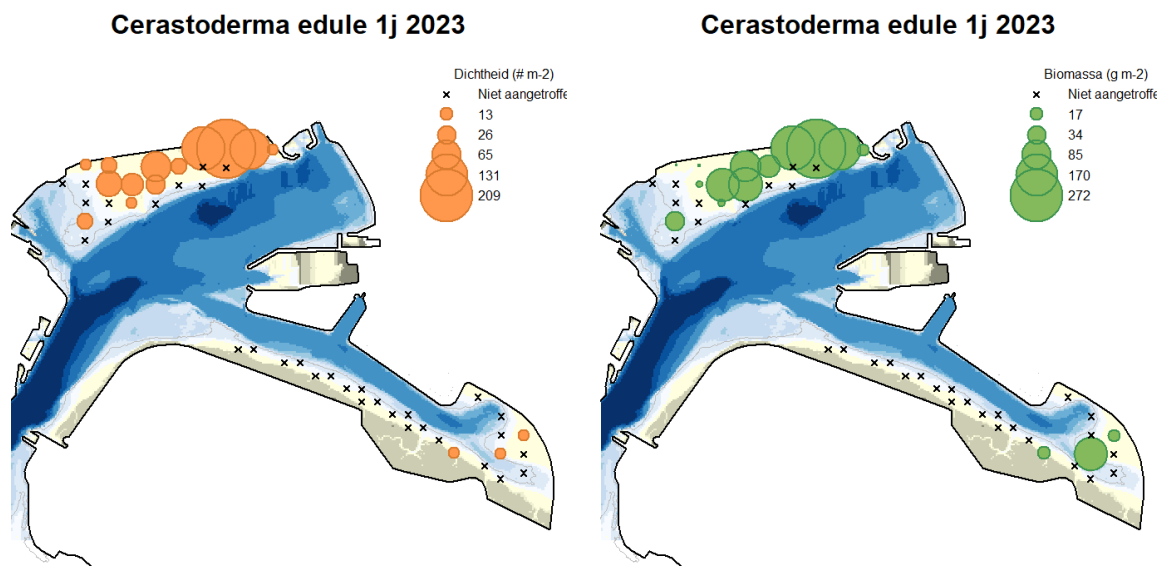
Akkoord: Dr. Tammo Bult  
Director

Handtekening:

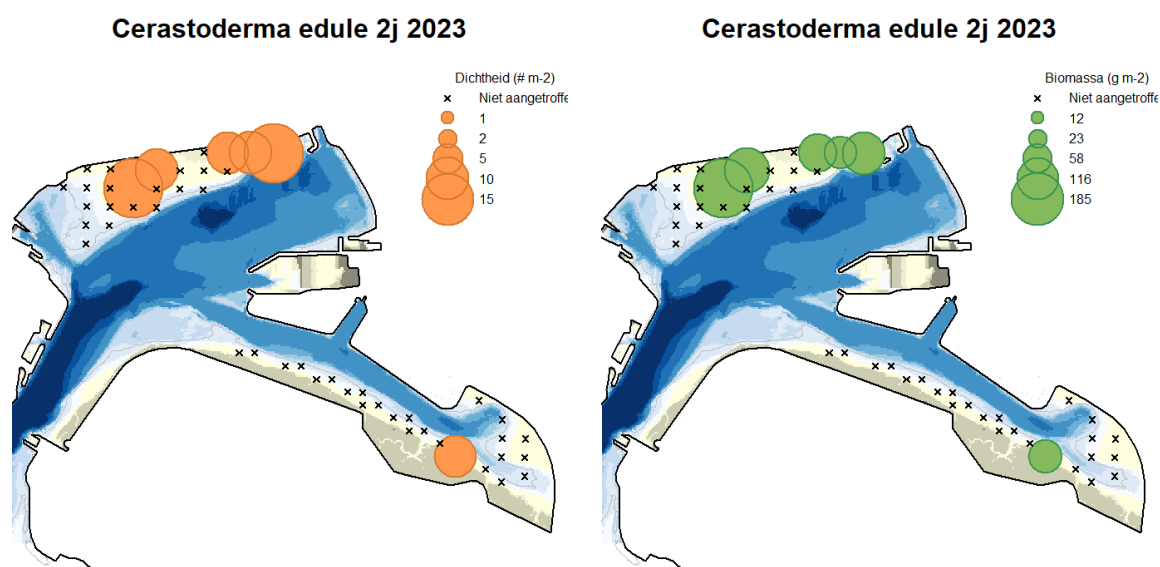


Datum: 20 juni 2023

# Bijlage 1    Verspreiding kokkels en overige soorten

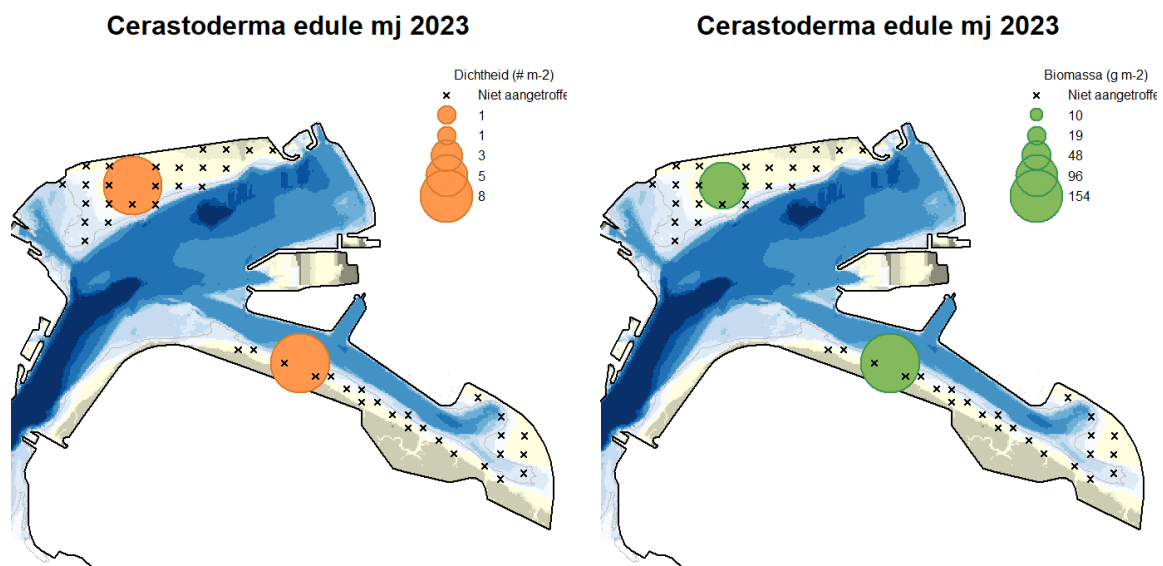


Figuur 33: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van eenjarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2023 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.

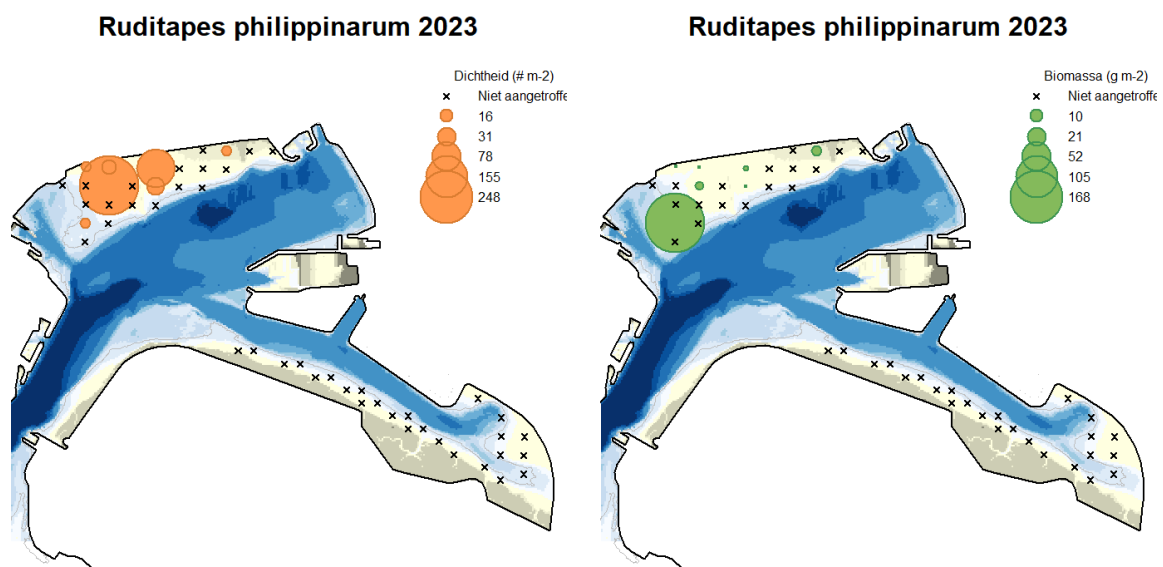


Figuur 34: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van tweejarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2023 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.

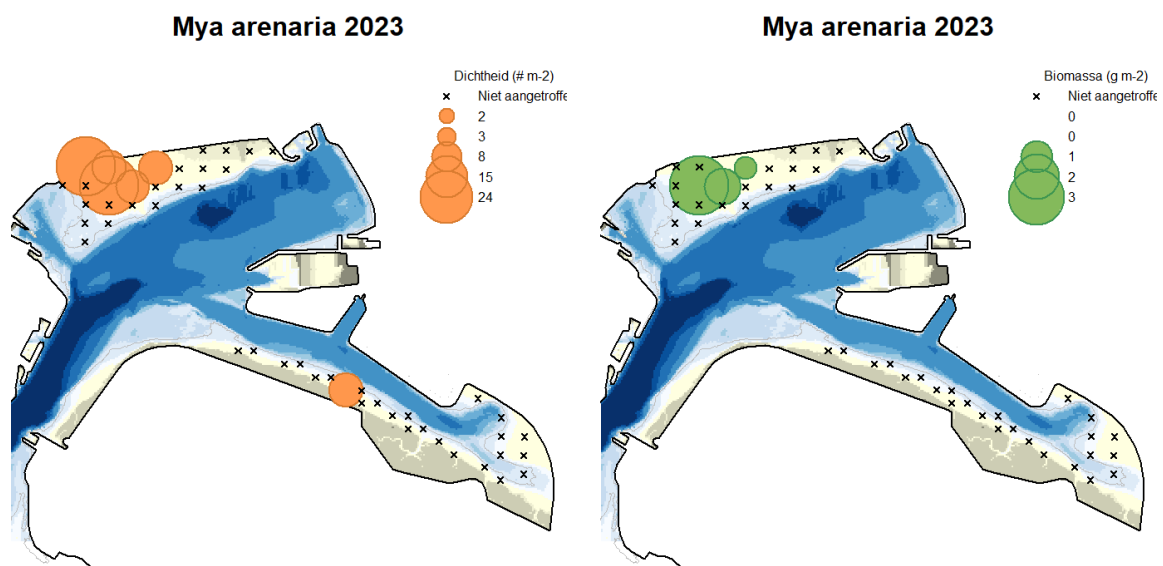




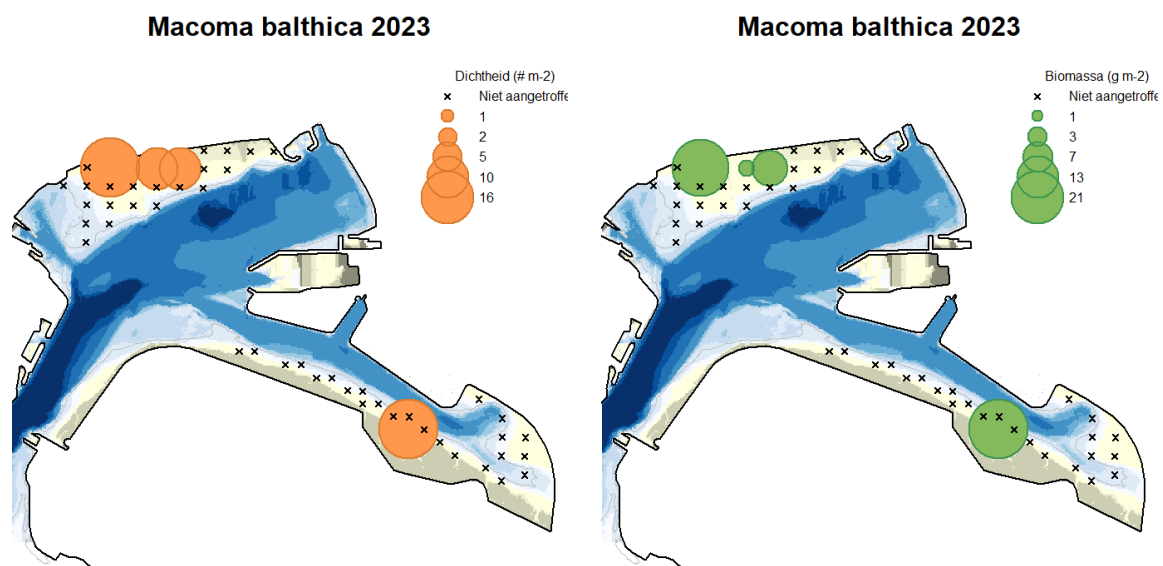
Figuur 35: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van meerjarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2023 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



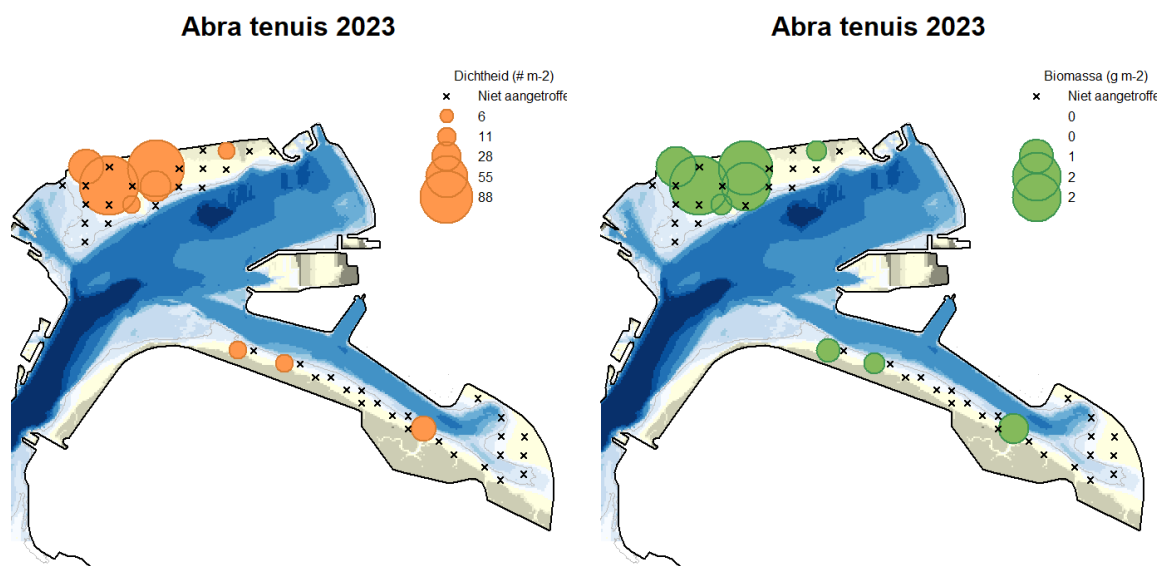
Figuur 36: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van Filipijnse tapijtschelpen (*Ruditapes philippinarum*) in 2023 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



Figuur 37: Verspreiding van dichtheid van de strandgaper (*Mya arenaria*) in april 2023 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



Figuur 38: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van nonnetjes (*Macoma balthica*) in april 2023 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



*Figuur 39: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van tere dunschaal (Abra tenuis) in april 2023 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](mailto: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](mailto:marine-research@wur.nl)  
[www.wur.nl/marine-research](http://www.wur.nl/marine-research)

Bezoekers adres:

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

---

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



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

---