



T0 Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen

Voortgangsrapportage 2022

Auteur(s): Jeroen Wijsman, Jesse van der Pool

Wageningen University &
Research rapport C033/22

T₀ Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen

Voortgangsrapportage 2022

Auteur(s): Jeroen Wijsman, Jesse van der Pool

Wageningen Marine Research
Yerseke, juni 2022

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C033/22

Keywords: Oosterschelde, 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/10.18174/572052>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Dr.ir. J.T. Dijkman, Managing director

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 V31 (2021)

Inhoud

Samenvatting	4
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doel en aanpak	6
1.3 Leeswijzer	7
1.4 Dankwoord	7
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
3.1 Achtergrond	20
3.2 Inventarisatie	20
3.2.1 Aanpak	20
3.2.2 Resultaten	21
3.3 Groei en overleving	23
3.3.1 Aanpak	23
3.3.2 Resultaten	24
4.1 Achtergrond	27
4.2 Aanpak	27
4.3 Resultaten	28
4.3.1 Inspanning	28
4.3.2 Vangsten	29
5.1 Mosselen	33
5.2 Kokkels	33
5.3 Kreeft	34
Literatuur	36
Verantwoording	37
Bijlage 1 Verspreiding kokkels en overige soorten	38
Bijlage 2 Vangstregistratieformulier kreeftenvisserij	42

Samenvatting

De aanleg van een nieuw, innovatief zout-zout scheidingssysteem (IZZS) in de Krammersluizen zal, voornamelijk tijdens de winterperiode, leiden tot lagere zoutgehalten en verhoogde nutriënten concentraties in de noordelijke tak van de Oosterschelde en kan daarmee effecten hebben op schelpdierkweek, kokkels en kreeftenvisserij in het gebied. Om eventuele effecten te kunnen kwantificeren wordt een meerjarige (2020 - 2025) nulmeting uitgevoerd naar de groei en overleving van mosselen en kokkels. Tevens zijn de vangsten van de kreeftenvisserij geregistreerd. In deze tweede voortgangsrapportage zijn de resultaten vanaf juni 2021 tot en met mei 2022 gerapporteerd voor de mosselen, kokkels en kreeftenvisserij.

Op 5 locaties zijn in 2021 groeimetingen uitgevoerd met mosselen in mandjes, hangend in de waterkolom. Op één locatie (M5) is de opstelling verdwenen en zijn dus geen resultaten beschikbaar. Op alle andere locaties zijn de mosselen in de periode van mei tot en met oktober gegroeid van ca 40 mm naar ca 50 mm. De beste groei is opgetreden op de locatie M3, achterin het Slaak. De overleving van de mosselen in de mandjes was gemiddeld 78%. De vleesgewichten vertonen een duidelijk patroon door het seizoen met een piek in de vleespercentages in de maanden juni – augustus.

Op dezelfde 5 locaties zijn tijdens de winter 2021-2022 opnieuw mosselen uitgezet in mandjes om de mortaliteit en groei te monitoren. Helaas is er ook hier één mandje (M3) verloren geraakt. De mortaliteit van de mosselen was laag ($0.13\% \text{ d}^{-1}$). De hoogste mortaliteit was op locatie M5 ($0.18\% \text{ d}^{-1}$) en de laagste mortaliteit was op locatie M1 ($0.08\% \text{ d}^{-1}$). De gemiddelde groei van de mosselen tijdens de winter 2021-2022 was $7.7 \text{ mg versgewicht } \text{d}^{-1}$ en de beste groei was op de locatie M5 in het Zijpe.

Op 49 locaties, verspreid over de Plaat van Oude Tonge en het Slaak zijn in 2022 kokkels en overige schelpdieren bemonsterd. De dichtheid aan kokkels was over het algemeen laag (gemiddeld $9.2 \text{ individuen } \text{m}^{-2}$). Op de Plaat van Oude Tonge was de dichtheid iets hoger (gemiddeld $15.4 \text{ individuen } \text{m}^{-2}$) dan in het Slaak (gemiddeld $3.2 \text{ individuen } \text{m}^{-2}$).

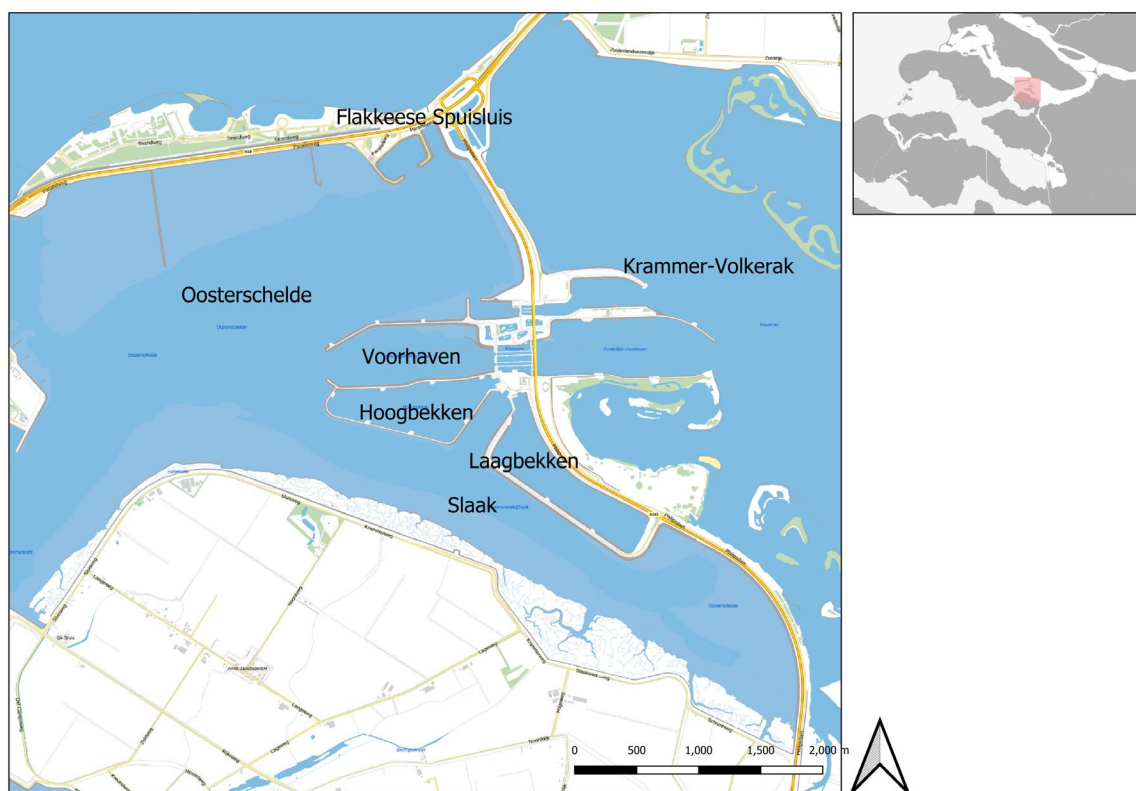
Omdat er, vooral in het Slaak, maar weinig kokkels aanwezig waren was het in 2021 niet eenvoudig om betrouwbare metingen uit te voeren naar groei en overleving van de kokkels. In het Slaak zijn er bijvoorbeeld in totaal maar 3 meerjarige kokkels aangetroffen bij de twee bemonsteringen in 4 vakken. Op de Plaat van Oude Tonge waren wel voldoende kokkels. Groei van 1-jarige en 2-jarige kokkels op de Plaat van Oude Tonge was respectievelijk 7.3 en $5.4 \text{ mg AFDW } \text{d}^{-1}$. De mortaliteit van deze leeftijdsgroepen was respectievelijk 0.45 en $0.13\% \text{ d}^{-1}$.

Ook in het kreeftenseizoen van 2021 zijn de vangsten door de kreeftenvisserij geregistreerd. In totaal zijn er door de drie vissers in het onderzoeksgebied 560 kreeften gevangen in 2021, waarvan er 261 kreeften (47%) zijn aangeland. Er worden in het algemeen meer mannetjes dan vrouwtjes gevangen. Gemiddeld is er in 2021 1 kreeft per 14 fuiken per dag gevangen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De duwvaartsluizen van het Krammersluizencomplex (Figuur 1) zullen worden voorzien van een nieuw, innovatief zoet-zoutseidingssysteem (IZZS). Dit systeem leidt tot een ander sluis- en waterbeheer in vergelijking met het huidige systeem. In plaats van uitwisseling van het kolkvolume in het huidige systeem met het Hoogbekken en Laagbekken, zal de zoutindringing worden tegengegaan door een combinatie van de inzet van luchtbellenschermen en (zoet) spoelwater. Het nieuwe sluis- en waterbeheer heeft effecten op de zoutindringing op het Volkerak-Zoommeer en op de hoeveelheden zoetwater die naar de Oosterschelde worden gespoeld en gespuid. In de huidige situatie komt er jaarrond ongeveer $9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ zoetwater via de sluizen in de Oosterschelde terecht. In nieuwe situatie zal er in de periode 16 september – 14 maart gemiddeld ongeveer $29 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ worden gespoeld en gespuid naar de Oosterschelde via de voorhaven ($22 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) en naar het Slaak ($7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). In de periode 15 maart – 15 september zal er net zoveel als met het huidige systeem worden gespoeld, $9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, maar anders verdeeld over de voorhaven ($5.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) en het Slaak ($3.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Op dit moment is de verwachting is dat er in 2023 met de werkzaamheden zal worden gestart en dat deze in 2026 zijn 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 de 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 (e.g. kokkels) in de nabije omgeving van het sluizencomplex. Ook de omgevingscondities in de gebieden waar mosselen (hangcultuur) worden gekweekt of ingevangen door middel van MZI's (mosselzaad invang systemen) en de gebieden waar op kreeften wordt gevestigd kunnen worden beïnvloed door de toevoer van extra zoetwater omdat dit zal leiden tot een verlaging van het zoutgehalte en een verhoging van de nutriëntenconcentratie (Nolte et al., 2017). Omdat deze

toename van nutriënten voornamelijk in het winterhalfjaar plaatsvindt zal dit waarschijnlijk een beperkt effect hebben op de primaire productie en algenconcentratie. De veranderende waterkwaliteit, in het bijzonder het verlaagde zoutgehalte, kan potentieel effecten hebben op de Natura 2000-doelen van de Oosterschelde (e.g. voedsel voor vogels), alsook de voor medegebruikers van het gebied (e.g. mosselkwekers, kreeftenvisserij, 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 dat de mogelijke effecten van het veranderende spoel- en spuuregime op de Natura 2000-doelen van de Oosterschelde dienen te worden gemonitord. Hiertoe is door Rijkswaterstaat (RWS) een meet- en monitoringsplan IZZS Krammersluizen opgesteld (Boeters, 2018) om de effecten van het nieuwe sluis- en waterbeheer op de natuur en waterkwaliteit nabij het sluisencomplex te kunnen vaststellen. Het project “T₀-monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen” is hier een onderdeel van en richt zich specifiek op mosselen, kokkels en kreeften. Kreeften zijn gevoelig voor lagere zoutgehalten, en schelpdieren zijn afhankelijk van de primaire productie voor hun voedsel. Daarmee vormen deze soorten goede indicatoren om de mogelijke effecten van het IZZS op natuur en medegebruik te evalueren.

1.2 Doel en aanpak

De hoofdvraag van dit project kan worden geformuleerd als: “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 kunnen beantwoorden, worden er in de periode voorafgaand aan de werkzaamheden (T₀) gegevens verzameld m.b.t. groei en overleving van kokkels en mosselen en worden kreeftenvangsten geregistreerd. Deze gegevens kunnen worden vergeleken met de gegevens die zullen worden verzameld nadat de IZZS in werking is gesteld (T₁) om zo eventuele veranderingen te kunnen kwantificeren. Enerzijds is dit nodig omdat daarmee een deel van de eisen uit de natuurvergunning en de beheerstaak van RWS, het bewaken van de kwaliteit van de Oosterschelde in het licht van Natura 2000, worden gediend. Anderzijds kunnen hiermee in potentie de effecten voor medegebruikers van het gebied (e.g. mosselkwekers, kreeftenvisserij, MZI-ondernemers) worden vastgesteld. Het project is gestart in februari 2020 en loopt door tot medio 2025 en beslaat daarmee de periode voorafgaand aan de ingebruikname het IZZS.

De geplande monitoringsactiviteiten zijn in detail beschreven in het plan van aanpak (Wijsman, 2020) en omvatten de volgende onderwerpen:

- Mosselen
 - Overleving van de mosselen gedurende de winterperiode
 - Groei en ontwikkeling in het zomerhalfjaar
- Kokkels
 - Bestand: inventarisatie van het voorkomen (leeftijd, aantallen, biomassa) van kokkels in het intergetijdengebied van de Krammer en het Slaak, in 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 kreeftenvisserij in de Krammer en het Slaak.

De voortgang van het project zal worden gemonitord middels jaarlijkse voortgangsrapportages. In deze rapportages zullen de resultaten van de monitoring worden beschreven en eventuele afwijkingen op het plan van aanpak worden geregistreerd. Eerdere voortgangsrapportages zijn te vinden in Wijsman et al. (2021). Onderhavig rapport beschrijft de voortgang voor de periode van juni 2021 tot en met mei 2022.

1.3 Leeswijzer

De monitoring bestaat grofweg uit drie onderwerpen: mosselen, kokkels en kreeften 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. Ook willen we de kreeftenvissers die hebben meegewerkt aan dit onderzoek (Theun Hoogerheide, Henk Jumelet en Lennard Timmer) danken 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). Vanwege de relatieve beschutting en de geringe waterbeweging is het gebied voornamelijk geschikt voor mosselzaadinvang met behulp van MZI's en hangcultuur. De percelen in het Slaak worden door mosselkwekers gepacht van de stichting "Het Zeeuws Landschap".

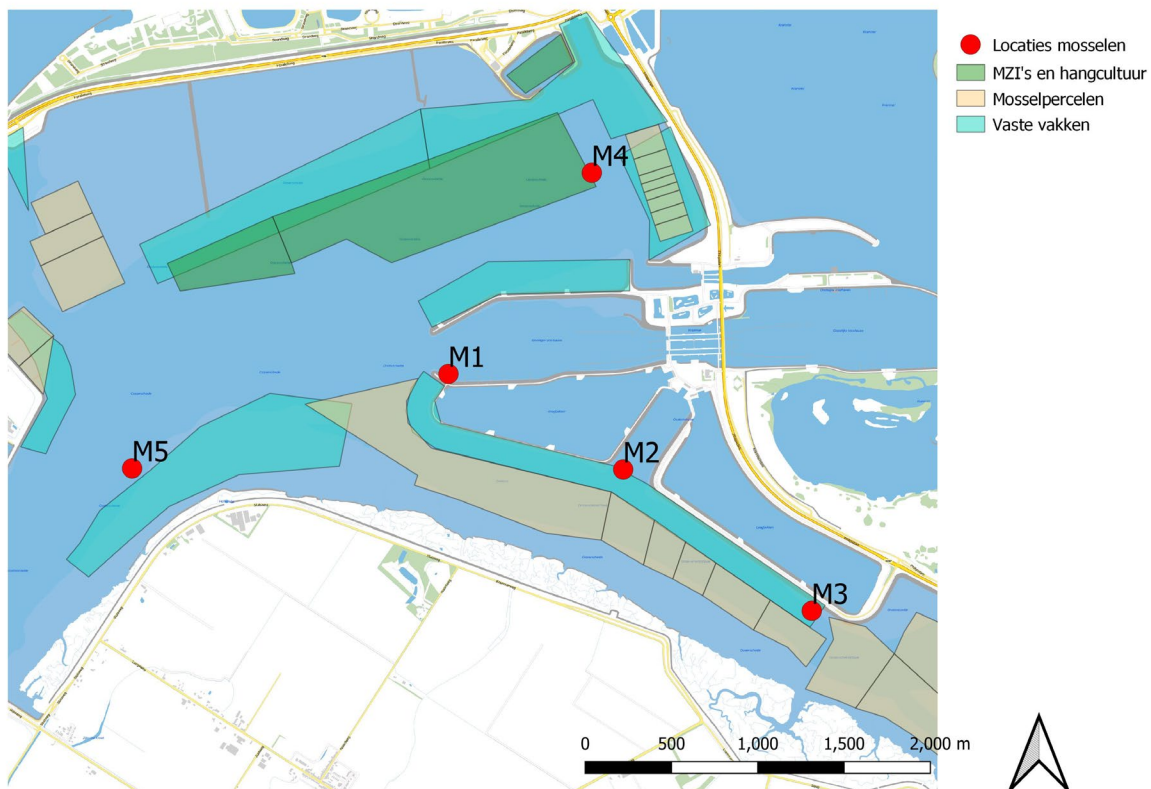
Mosselen zijn over het algemeen goed bestand tegen fluctuerende en lage zoutgehalten. De ondergrens voor langere termijn effecten ligt op ongeveer 20 ppt. Echter, voor een rendabele kweek dient het zoutgehalte niet lager te worden dan 25 ppt (Smaal en Kamermans, 2014). Mosselen leven van fytoplankton dat ze met behulp van hun kieuwen uit het water filteren. In het algemeen is de productie van het 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 zitten. De extra toevoer van nutriënten naar de Oosterschelde na ingebruikname van het IZZS kan in potentie leiden tot meer primaire productie en dus meer voedsel voor de mosselen. Echter, omdat extra toevoer voornamelijk zal plaatsvinden in de winterperiode, wanneer de primaire productie wordt gelimiteerd door instraling, zal het slechts in beperkte mate leiden tot een hogere primaire productie en daarmee meer voedsel voor de mosselen.

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 5 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 2021 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 2021 beschreven. Er wordt gekeken naar de ontwikkeling in groei (lengte en gewicht), overleving en vleesgehalte. Ook wordt het zoutgehalte en de watertemperatuur continu gemonitord met behulp van geleidbaarheid- en temperatuursensoren (Hobo U24-002-C).

Kort na het uitzetten van de mandjes met mosselen op de locatie M5 in 2021 is de opstelling verdwenen. Waarschijnlijk was de bodem te stijf waardoor de mandjes in de geul zijn weggezakt. Gevolg is dat er in 2021 geen groeimetingen zijn uitgevoerd op locatie M5. Besloten is om de locatie voor de vervolgmonitoring ca 100 meter naar het zuiden te verplaatsen, waar de bodem iets vlakker is (Tabel 1). Op 28 mei 2022 zijn er weer nieuwe mosselen uitgezet voor de monitoring in 2022. 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.

Tabel 1: Coördinaten (RD en WGS84) van de monitoringslocaties (M1 tot en met M5 voor de mosselen). De locatie M5* is in november 2021 verplaatst naar M5.

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*	66837	408156	4.113114	51.65529
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 mei	9 jun	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-

Op iedere locatie is een toren met 6 mandjes uitgezet (Figuur 3) gevuld met mosselen afkomstig van een kweekperceel in het Engelsch Vaarwater. 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.

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 ca 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.

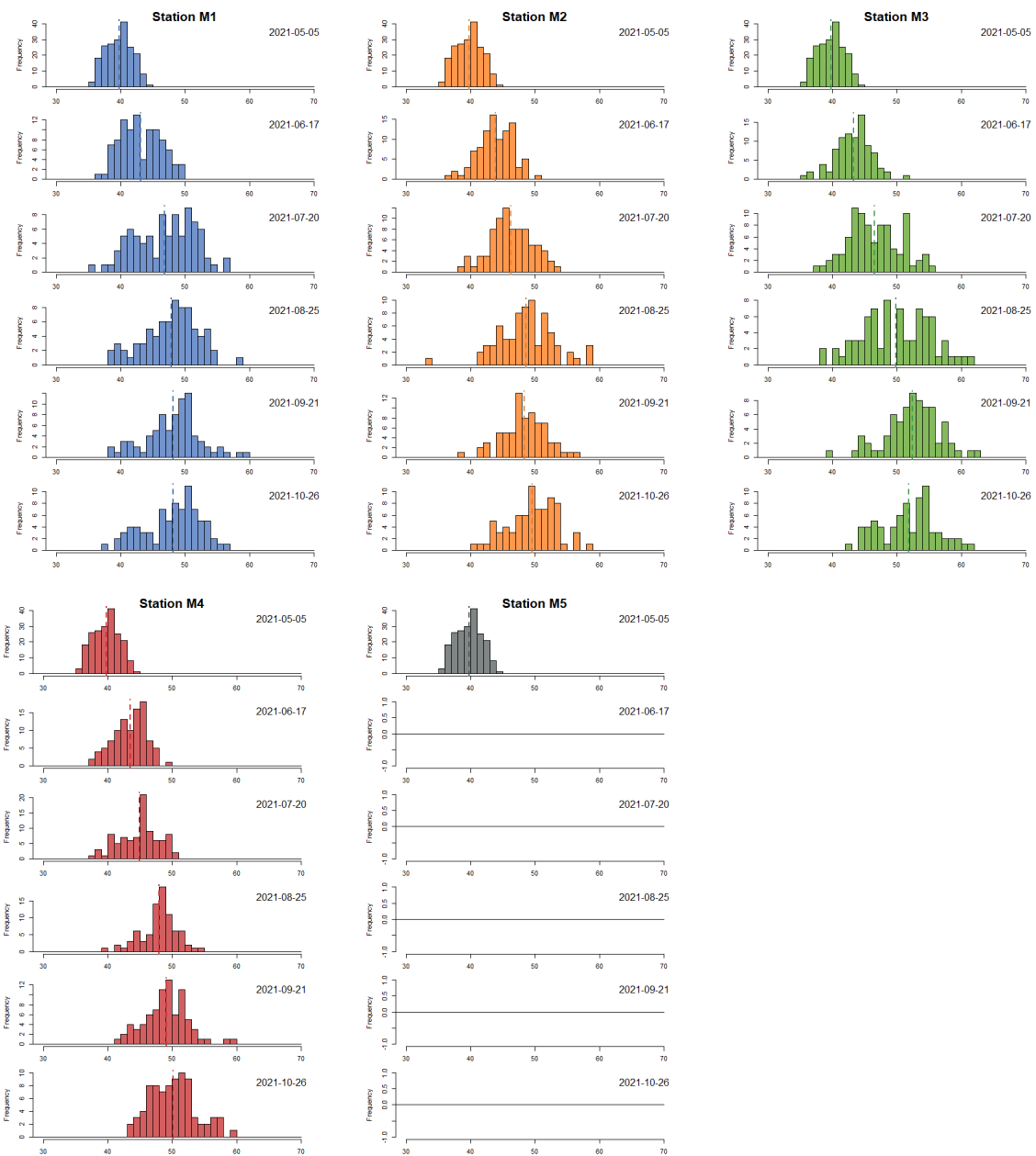
De mosselen die in 2022 zijn uitgehangen, zijn ook afkomstig van een perceel in het Engelsche Vaarwater. In het lab zijn de mosselen uitgezocht op lengte om bij aanvang zoveel mogelijk dezelfde mosselen te hebben. In totaal zijn er ruim 3200 mosselen geselecteerd. Uit deze mosselen zijn 8 random steekproeven genomen van 25 mosselen.

Van de rest van de mosselen zijn er 3000 verdeeld over de verschillende mandjes en uitgezet op de locaties M1 tot en met M5. In 2022 is ook de monitoring van de Flakkeese Spuisluis hervat (Wijsman et al., 2017). Dit is eenzelfde type monitoring als er in onderhavige studie wordt uitgevoerd. Locatie M4 komt ook overeen met een van de monitoringslocaties (OS-2) uit de monitoring van de Flakkeese Spuisluis. Om de resultaten van beide studies met elkaar te kunnen vergelijken zijn dezelfde mosselen ook uitgezet bij de monitoring van de Flakkeese Spuisluis en zullen de momenten van monitoring ook dezelfde zijn.

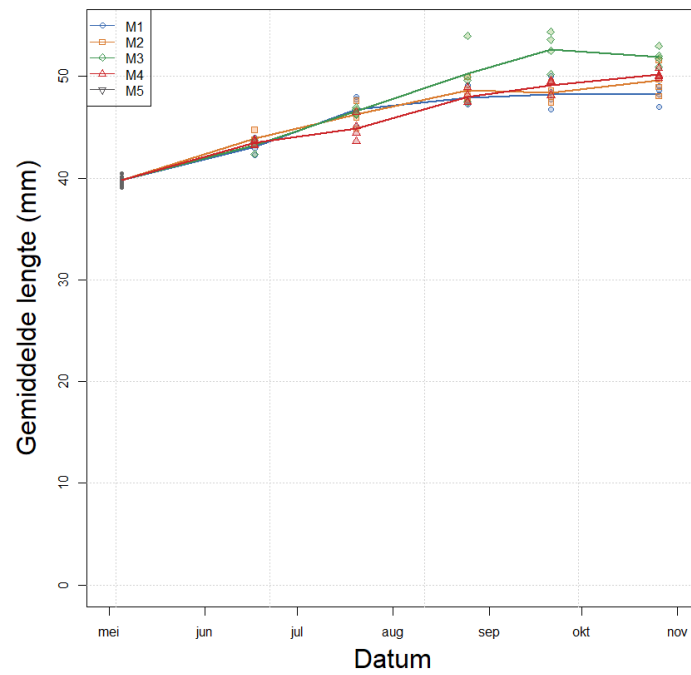
2.2.2 Resultaten

Experiment 2021

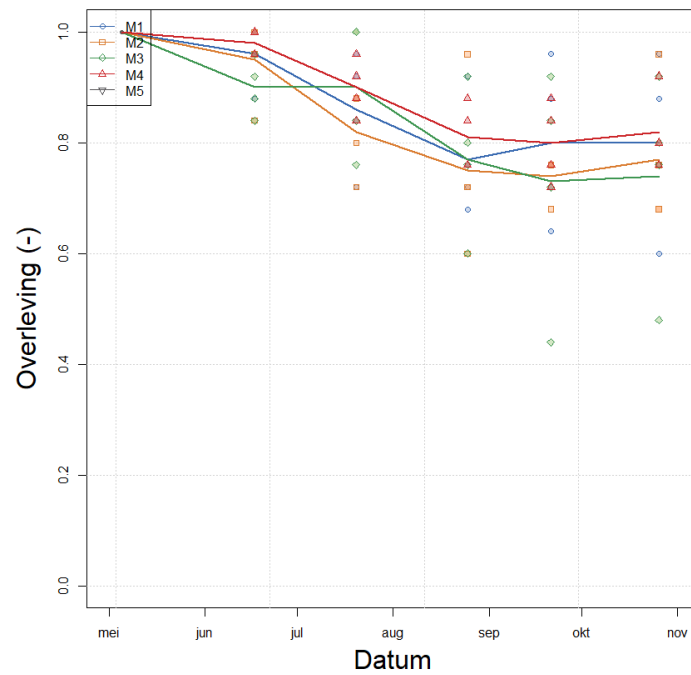
De resultaten van de lengtemetingen van de mosselen zijn weergegeven in de vorm van histogrammen (Figuur 5) en tijdreeksen (Figuur 6). In de figuren is duidelijk te zien dat de mosselen in 2021 zijn gegroeid van 40 mm in mei tot ongeveer 50 mm eind oktober. De mosselen op de locatie M3 zijn het meest gegroeid en de mosselen op de locatie M1 zijn het minst hard gegroeid. De gemiddelde overleving op 26 oktober was 78%, waarbij de grootste sterfte is opgetreden in de maanden juli en augustus (Figuur 7). Het asvrij drooggewicht (AFDW) is in de maanden mei tot en met augustus sterk toegenomen van gemiddeld ongeveer 0.3 g tot een gewicht tussen de 1 en de 2 gram op 25 augustus (Figuur 8). De mosselen met de grootste gemiddelde asvrij drooggewichten zijn gevonden op de locatie M3. Op de locatie M1 was het gemiddelde asvrij drooggewicht op 26 oktober het laagst. Eind juli was het gemiddelde asvrij drooggewicht op deze locatie nog het hoogst. Het vleespercentage van de mosselen in de mandjes piekt in de maanden juni, juli en augustus (Figuur 9). In de maanden september en oktober neemt het vleespercentage van de mosselen weer af.



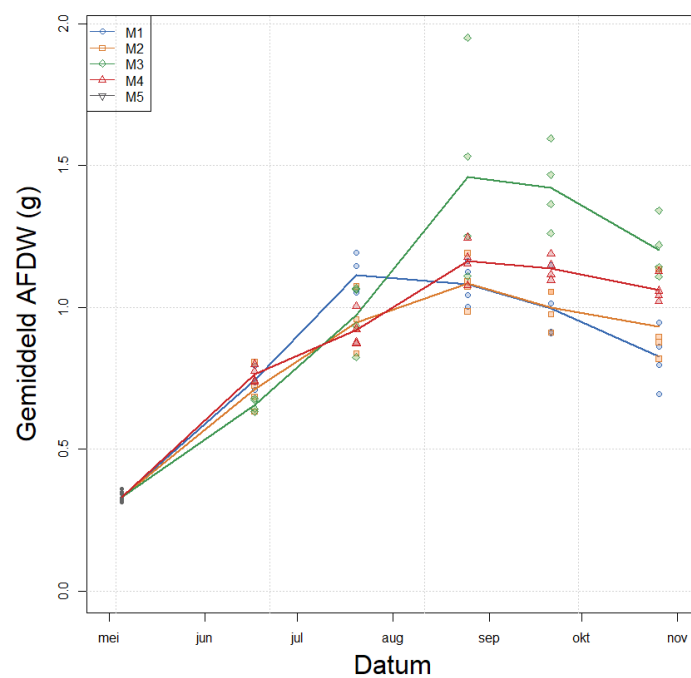
Figuur 5: Ontwikkeling van de lengte-frequentieverdelingen van de mosselen op locaties M1 tot en met M5 tijdens het experiment van 2021. De verticale stippellijn geeft de gemiddelde lengte van de mosselen. Omdat de mandjes op locatie M5 zijn kwijtgeraakt was het niet mogelijk de mosselen te bemonsteren na mei 2021.



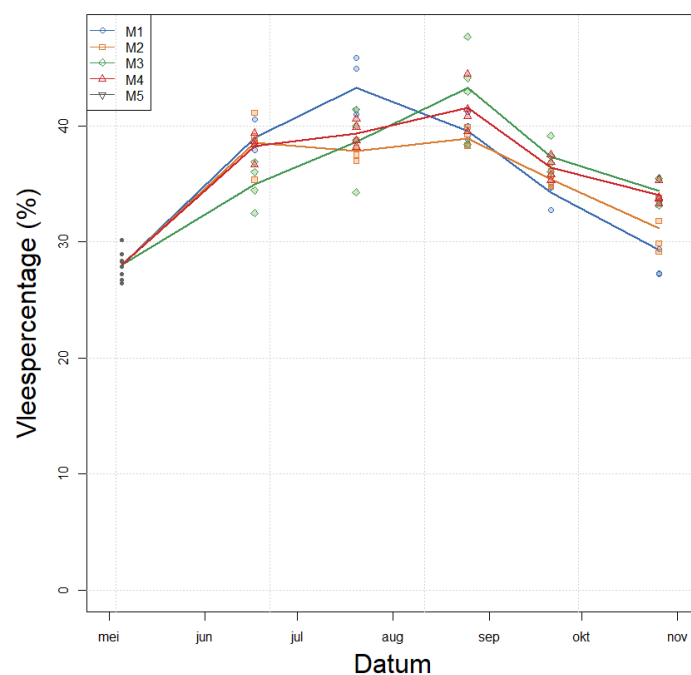
Figuur 6: Ontwikkeling van de lengte (mm) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2021.



Figuur 7: Overleving van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2021.

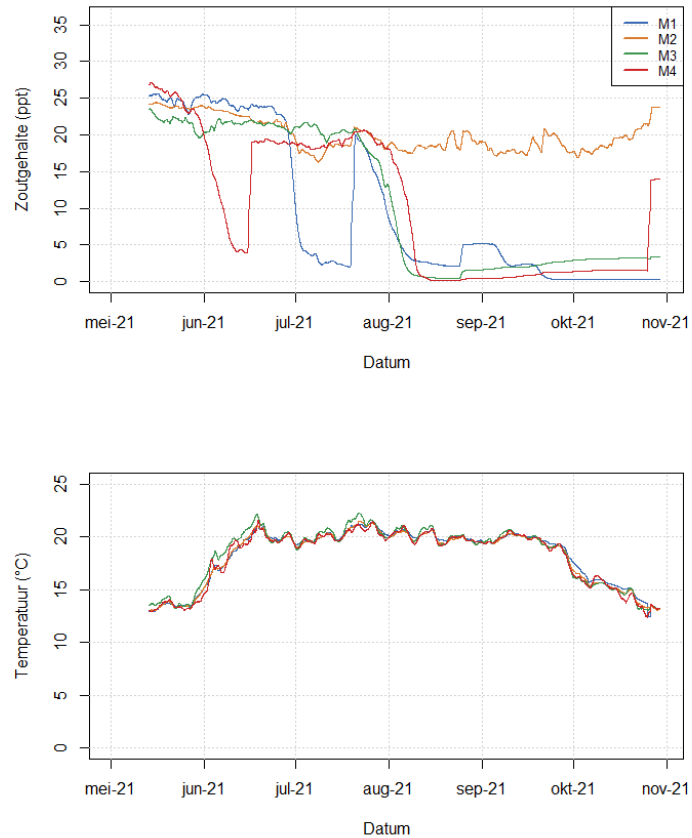


Figuur 8: Verloop van het asvrij drooggewicht (g) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2021.



Figuur 9: Verloop van het vleespercentage (%) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2021.

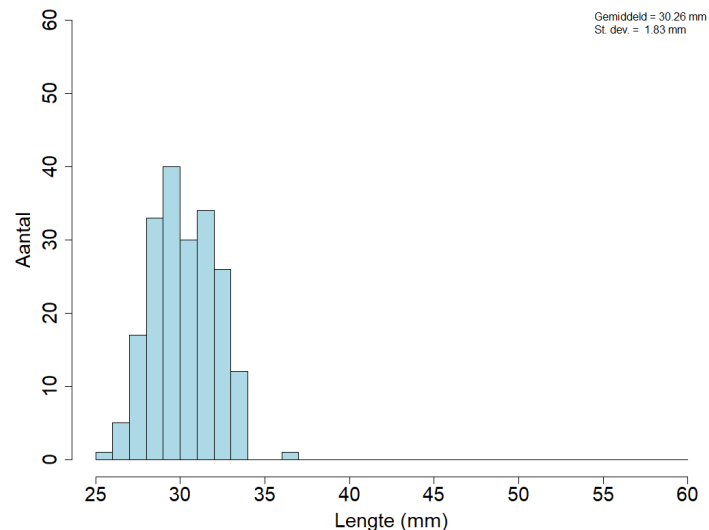
Zoutmeters die zijn bevestigd aan iedere opstelling hebben continu het zoutgehalte gemeten op de locaties M1 tot en met M4 (Figuur 10). Over het algemeen zijn de gemeten zoutgehaltes relatief laag. Mogelijk heeft dit te maken met een onjuiste kalibratie. De metingen tijdens de zomer van 2022 alsmede de metingen die RWS uitvoert in de Voorhaven kunnen hier mogelijk uitsluitsel over geven. Ook is te zien dat de meting van het zoutgehalte op de locaties M1, M3 en M4 soms sterk afneemt. Uit visuele inspectie van de sensoren aan het eind van de meetperiode is gebleken dat zeepokken zich hadden gehecht aan de meetcel van de sensoren. Dit is mogelijk de oorzaak van de meetartefacten.



Figuur 10: Verloop zoutgehalte (boven) en de watertemperatuur (onder) op de locaties M1 tot en met M4 van 12 mei en 26 oktober 2021. Omdat de meetopstelling op de locatie M5 is kwijtgeraakt zijn hier geen data beschikbaar.

Experiment 2022

De lengtefrequentieverdeling van de mosselen bij aanvang van het experiment in 2022 is weergegeven in (Figuur 11). Bij aanvang van het experiment in mei 2022 hadden de mosselen een gemiddelde lengte van 30.3 mm met een standaarddeviatie van 1.8 mm. Dit is minder dan in 2021 toen de gemiddelde lengte van de mosselen 38.8 mm was (Wijsman et al., 2021). Er was geen significant verschil in de lengte tussen de 8 verschillende steekproeven ($p=0.2$).



Figuur 11: Lengte-frequentieverdeling van de mosselen bij aanvang van het experiment in mei 2022.

De gewichten van de mosselen bij aanvang van het experiment staan weergegeven in Tabel 3. Het gemiddelde versgewicht van de mosselen was 2.8 gram. Aan het begin van het experiment in 2021 waren de mosselen groter en was het gemiddelde versgewicht 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 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. 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)
2.8 (0.09)	0.5 (0.01)	- (-)	- (-)

2.3 Overleving in de winter

2.3.1 Aanpak

Op nagenoeg dezelfde 5 locaties waar de groei en ontwikkeling van de mosselen wordt gemeten (Figuur 2) zijn gedurende de winterperiode mosselen uitgezet om de overleving te kwantificeren. In het najaar (november 2021) zijn op ieder locatie torens van 4 mandjes uitgehangen die zijn gevuld met 100 mosselen per mandje. De mosselen waren afkomstig van een perceel in het Engelsch Vaarwater. Vooraf is ook het versgewicht van de mosselen bepaald. Het gemiddelde versgewicht van de mosselen bij aanvang was 9.7 gram. Aan iedere toren van mandjes is een temperatuursensor bevestigd die iedere 10-30 minuten een meting heeft uitgevoerd. Na de winter (april 2022) 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	-	-
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⁻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 (139 dagen in winter 2021-2022).

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:

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

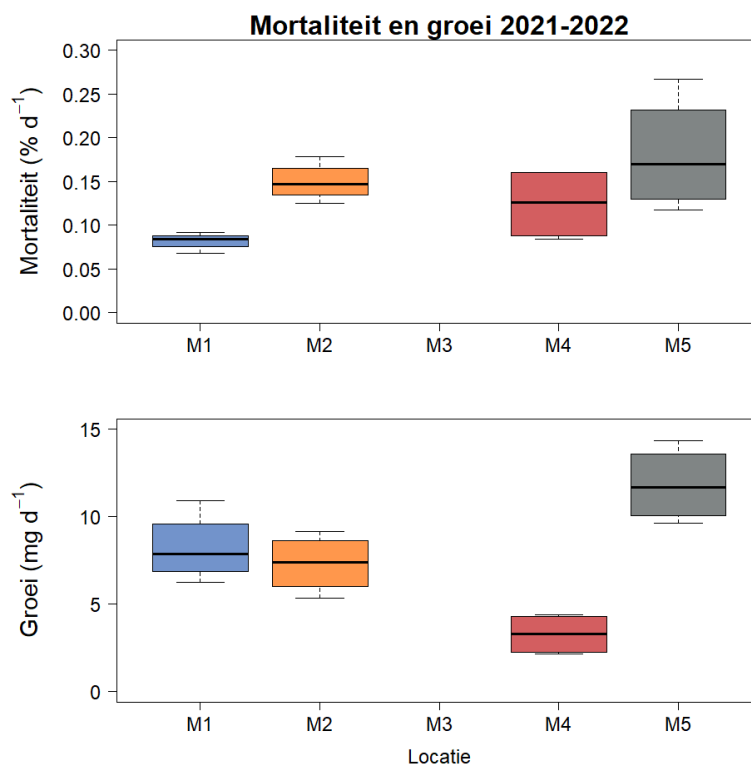
Het gemiddelde rendement (R , -) combineert de groei en de overleving van de mosselen en is berekend uit de ratio van de totale biomassa van de nog levende mosselen aan het eind van het experiment (B_{eind} , g) en de totale biomassa van de mosselen aan het begin van het experiment (B_{start} , g).

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

2.3.2 Resultaten

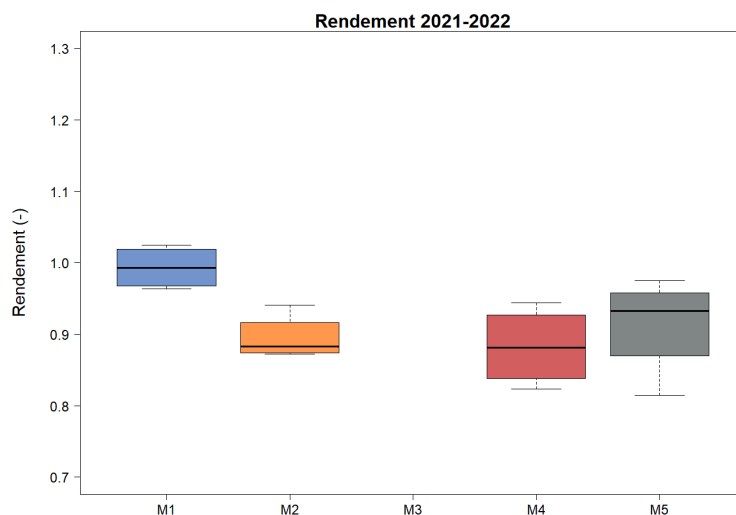
De gemiddelde mortaliteit van de mosselen tijdens de winter 2021-2022 was 0.13 % d⁻¹ (Figuur 12), wat overeenkomt met 17% sterfte over een periode van 139 dagen. Dit is bijna 4 keer zo hoog als in de winter van 2020-2021 (Wijsman et al., 2021). De hoogste mortaliteit was op locatie M5 (0.18 % d⁻¹) en de laagste op locatie M1 (0.08 % d⁻¹) en deze verschillen zijn significant ($p < 0.05$). De overige verschillen zijn niet significant.

De gemiddelde groei van de mosselen in de winter 2021-2022 was 7.7 mg d⁻¹ wat overeenkomt met 1.1 gram over de periode van 139 dagen. In de winter 2020-2021 was de gemiddelde groei 8.6 mm d⁻¹, maar in dat jaar waren de mosselen iets kleiner tijdens uitzetten. De beste groei is aangetroffen op de locatie M5 (11.8 mg d⁻¹) en dat was significant hoger (Tukey post-hoc comparison, $p < 0.05$) dan op de locaties M2 en M4 (gemiddeld respectievelijk 7.3 en 3.3 mg d⁻¹). De laagste groei is aangetroffen op de locatie M4.



Figuur 12: Sterfte (% per dag) en groei (mg d⁻¹). De mortaliteit op locatie M5 is significant ($p < 0.05$) hoger dan op de locatie M1. De groei op locatie M5 is significant ($p < 0.05$) hoger dan op de locaties M2 en M4. De groei op locatie M4 is significant ($p < 0.05$) lager dan op alle andere locaties. Omdat de opstelling op de locatie M3 is kwijtgeraakt zijn hiervan geen data beschikbaar.

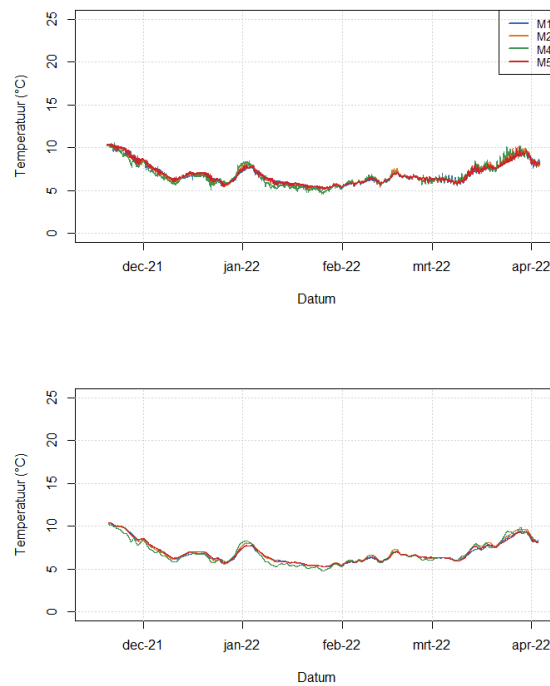
Het gemiddelde rendement van de mosselen in de mandjes was 0.92 wat inhoudt dat de netto biomassa van de mosselen met 8% is afgenomen tijdens de winterperiode. In 2020-2021 was het gemiddelde rendement 1.11. Het grootste rendement was op de locatie M1 (0.99) en het laagste rendement op locatie M4 (0.88)(Figuur 13). Alleen de verschillen tussen M1 en M4 zijn significant



Figuur 13: Rendement van de mosselen in de mandjes tijdens de winter 2021-2022. Het rendement op locatie M1 was significant hoger dan op locatie M4 ($p < 0.05$). De overige verschillen zijn niet significant.

De gemeten temperaturen van het oppervlaktewater op de locaties M1 tot en met M5 zijn weergegeven in Figuur 14 (geen data beschikbaar voor locatie M3). In de figuur is te zien dat de verschillende locaties een vergelijkbaar patroon vertonen. De minimale watertemperatuur is ongeveer

5 graden. In de winter 2020-2021 was de minimum temperatuur lager (Wijsman et al., 2021). In verband met de problemen met het meten van het zoutgehalte in de zomer is ervoor gekozen om in de winter 2021-2022 geen zoutgehalte gemeten, maar de tijd te gebruiken om de meters goed in te stellen.



Figuur 14: Watertemperatuur op de locaties M1 tot en met M5 tussen 16 november 2021 en 4 april 2022. In de bovenste figuur de ruwe metingen (iedere 10 minuten) en in de onderste figuur het lopend gemiddelde over een dag.

3 Kokkels

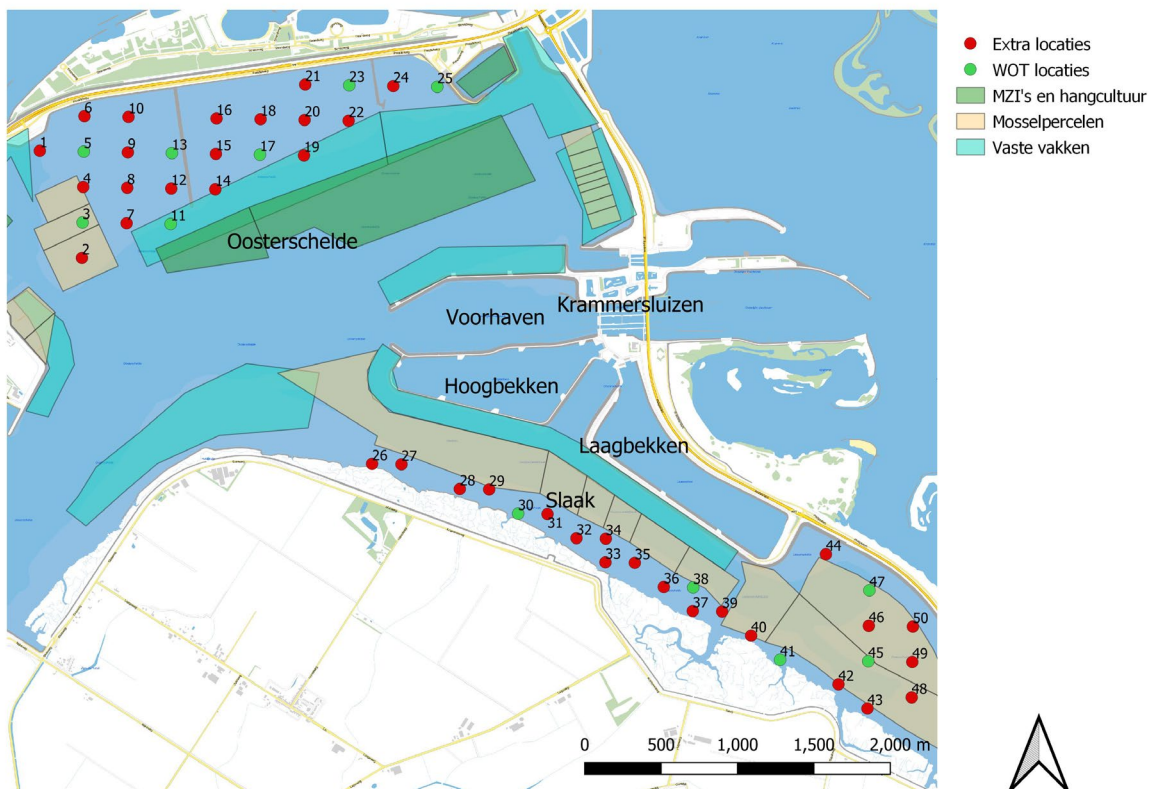
3.1 Achtergrond

Schelpdieren en in het bijzonder kokkels zijn een belangrijke voedselbron voor steltlopers, met name scholeksters, in de Oosterschelde (Rappoldt et al., 2006, Troost en Ysebaert, 2011). Kokkels leven vooral in het litoraal en zijn gevoelig voor lagere zoutgehaltes (Tydeman, 1996). Het is onzeker of de lagere zoutgehaltes bij een operationeel IZZS het voorkomen van kokkels negatief gaat beïnvloeden. In de monitoring wordt zowel gekeken naar de jaarlijkse ontwikkeling van het aantal kokkels als ook naar de groei en de sterfte van de kokkels. Tevens is er gekeken naar de verspreiding van andere schelpdieren die ook kunnen fungeren als voedselbron voor steltlopers.

3.2 Inventarisatie

3.2.1 Aanpak

Tijdens de WOT (Wettelijke Onderzoekstaken) survey, die in opdracht van het ministerie van LNV jaarlijks in het voorjaar wordt uitgevoerd in de Oosterschelde, worden maar een beperkt aantal locaties bemonsterd in het Slaak (ca 5) en op de Plaat van Oude Tonge (ca 7). Deze monitoring is te beperkt om eventuele effecten van de IZZS in kaart te kunnen brengen. Om een beter beeld te kunnen krijgen, is de bemonstering uitgebreid en uitgevoerd op een fijner meetgrid, waardoor er in totaal ca. 50 monsters worden genomen, verdeeld over Slaak en de Plaat van Oude Tonge (Figuur 15). Op de Plaat van Oude Tonge en achterin het Slaak is het grid 4x verfijnd ten opzichte van het regulier WOT-grid. Langs de schorren in het Slaak is het grid 9x verfijnd ten opzichte van het regulier WOT-grid, om in beide gebieden te komen tot ongeveer 25 monsterlocaties. Alle locaties liggen in het intergetijdengebied, buiten de wilde oesterbanken. De bemonstering wordt telkens uitgevoerd in de maand april van de jaren 2021, 2022, 2023, 2024 en 2025. Deze rapportage beschrijft de resultaten van de bemonstering van april 2022.



Figuur 15: Overzicht van de 50 monitoringslocaties voor kokkels in 2022. De groene stippen geven de reguliere WOT monitoringslocaties weer. De rode stippen geven de locaties weer die aanvullend zijn bemonsterd.

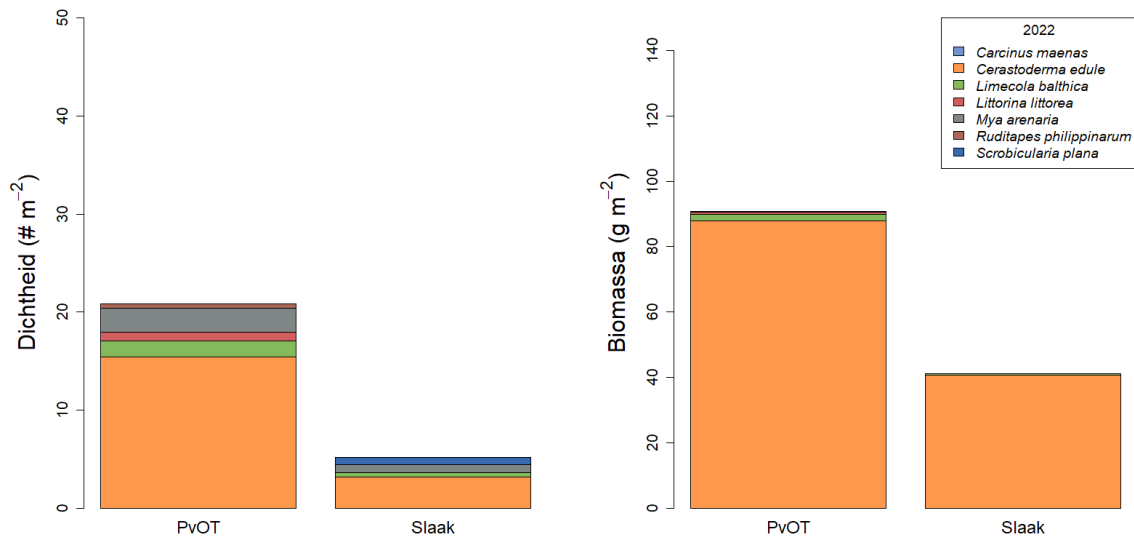
De bemonstering in 2022 is uitgevoerd tijdens hoogwater met een kokkelschip vanuit een kleine boot en gedurende laagwater te voet met de kokkelring, overeenkomstig de WOT survey. Per monsterpunt is een monster genomen van 0.1 m², dit is een mengmonster van 3 kokkelschepjes of 2 kokkelringen. Het mengmonster is verzameld en gezeefd in een zeefton met gaas met een maaswijdte van 3.2 mm, gelabeld en in plastic zakken gestopt. De monsters zijn bewaard in een koelbox en op het lab geanalyseerd. Locatie 11 (op de Plaat van Oude Tonge) lag te diep waardoor het, net als in 2021 (Wijsman et al., 2021), niet mogelijk was hier een monster te nemen.

In het lab zijn de monsters verder uitgespoeld over een zeef met een maaswijdte van 5 mm. Vervolgens zijn de monsters uitgezocht naar soort en is het aantal en versgewicht bepaald. Van de kokkels is tevens 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. Van de strandgapers (*Mya arenaria*) en de platte slijkgapers (*Scrobicularia plana*) is de biomassa niet bepaald omdat er van deze soort zelden hele exemplaren worden aangetroffen en vaak alleen de siphonen worden verzameld waardoor het gewicht niet nauwkeurig is te bepalen.

3.2.2 Resultaten

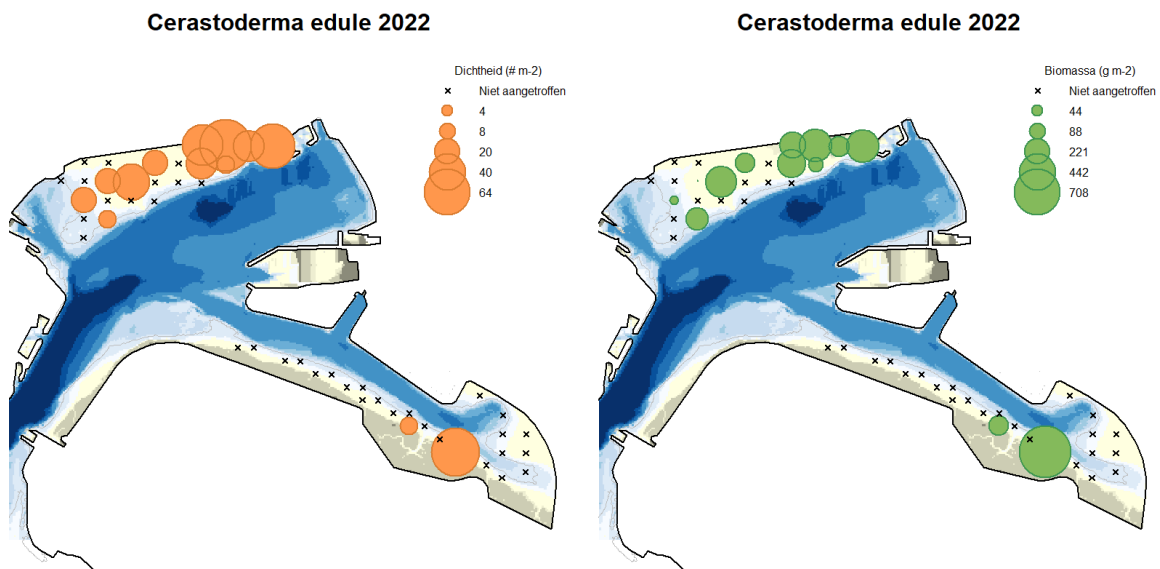
In totaal zijn er in 2022 6 soorten aangetroffen in de monsters die zijn genomen op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak (Bijlage 1). De platte slijkgaper (*Scrobicularia plana*) was in 2021 niet aangetroffen. Net als in 2021 was in 2022 de gemiddelde dichtheid op de Plaat van Oude Tonge (20.8 individuen m⁻²) aanzienlijk hoger dan in het Slaak (5.2 individuen m⁻²). Het verschil in biomassa is minder (respectievelijk 91.2 en 41.1 g m⁻²) omdat er op de Plaat van Oude Tonge vooral veel 1- en 2-jarige en dus kleine kokkels zijn aangetroffen. Verreweg de meest dominante soort in 2022 was de kokkel (*Cerastoderma edule*). Het aantal nonnetjes (*Limecola balthica*) en Filipijnse tapijtschelpen (*Ruditapes philippinarum*) was aanzienlijk minder dan in 2021. Strandgapers (*Mya arenaria*) en platte slijkgapers (*Scrobicularia plana*) ontbreken in de figuren van biomassa (zie 3.2.1). De gemiddelde dichtheid van kokkels was 9.2 m⁻² (15.4 m⁻² op de Plaat van Oude Tonge en 3.2 m⁻² in het Slaak). Ongeveer 53% van de kokkels was 1-jarig, 27% was 2-jarig en 16% was meerjarig. Er zijn in de

monsters ook 4% 0-jarige kokkels aangetroffen. De gemiddelde biomassa aan kokkels was 63.8 g m^{-2} (87.9 g m^{-2} op de Plaat van Oude Tonge en 40.6 g m^{-2} in het Slaak), waarvan 31% 1-jarig, 36% 2-jarig en 33% meerjarig.



Figuur 16: Gemiddelde dichtheid ($\# \text{ m}^{-2}$, linker figuur) en biomassa (g m^{-2} rechter figuur) van de verschillende soorten op Plaat van Oude Tonge (PvOT) en Slaak in 2022. Van *Mya arenaria* en *Scrobicularia plana* zijn geen biomassa's bepaald.

In Figuur 17 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 11 van de 24 (46%) bemonsterde stations aangetroffen en in het Slaak op 2 van de 25 (8%) 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 waren voornamelijk meerjarige kokkels.



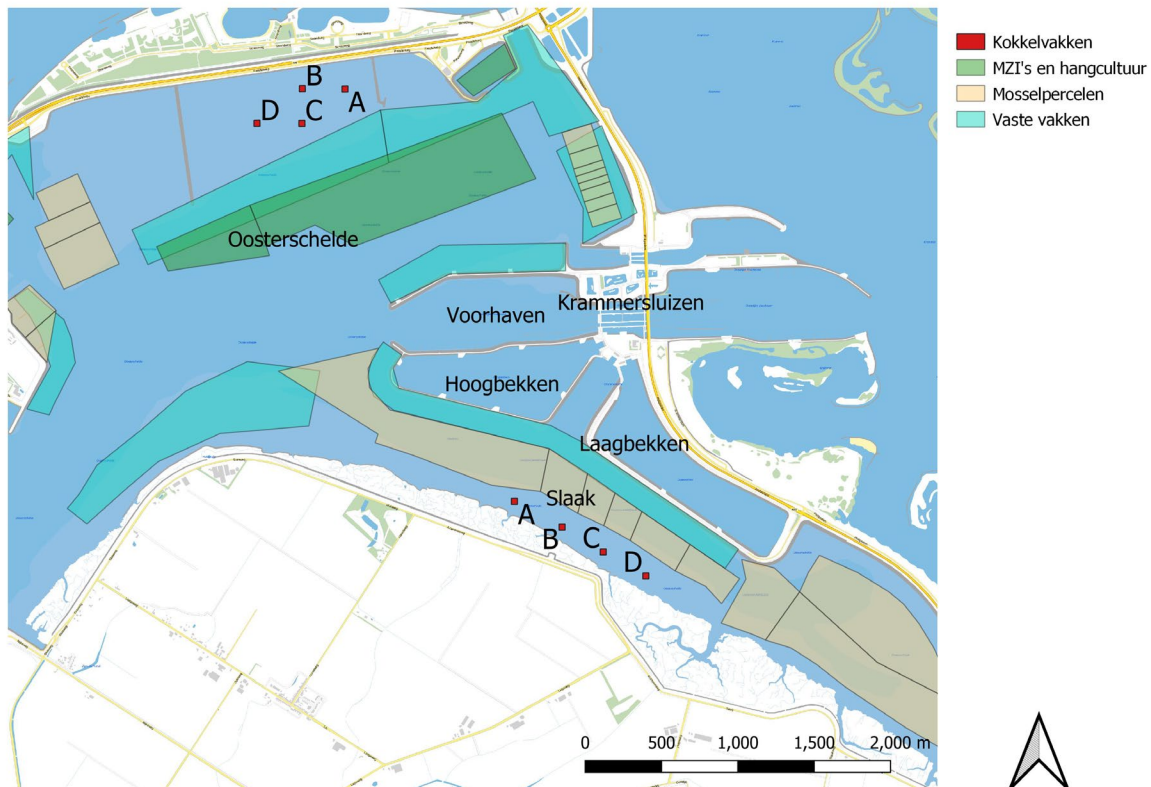
Figuur 17: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.

3.3 Groei en overleving

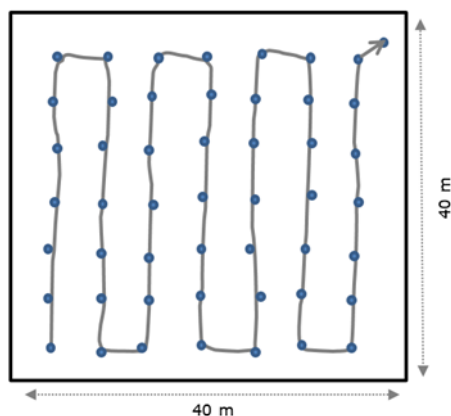
3.3.1 Aanpak

Naast de inventarisatie van de dichtheid en biomassa van kokkels in het gebied is ook de groei en overleving van belang. Op basis van de resultaten van de inventarisatie van kokkels en de bereikbaarheid zijn er 8 kokkelvakken aangelegd: 4 vakken op de Plaat van Oude Tonge en 4 vakken in het Slaak (Figuur 18). Uit de inventarisaties van 2021 en 2022 was al duidelijk dat er maar weinig kokkels liggen in het Slaak. Ieder vak is 40x40 meter groot. Ieder jaar wordt er een bemonstering uitgevoerd binnen de vakken in april en september. Uit de vergelijking tussen beide metingen is de groei en overleving te berekenen. In 2021 is er al een volledig jaar bemonsterd. Voor 2022 is alleen de bemonstering in april uitgevoerd en een tweede bemonstering is gepland voor september (Tabel 5). De bemonstering zal worden herhaald in de jaren 2023, 2024 en 2025 (in het laatste jaar alleen de bemonstering in april).

Tijdens de bemonstering zijn transecten gelopen binnen het vak (Figuur 19). Iedere 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 lab zijn de kokkels per leeftijdsklasse geteld en gewogen (versgewicht, vleesgewicht, drooggewicht en asvrij drooggewicht). Indien er te weinig kokkels zijn verzameld, is het mengmonster verdubbeld naar 100 monsters.



Figuur 18: Overzicht van de kokkelvakken (A, B, C en D) in Slaak en op de Plaat van Oude Tonge.



Figuur 19: Schematisch overzicht van de 50 monsterpunten binnen een kokkelvak. Iedere 5 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 deelmonsters.

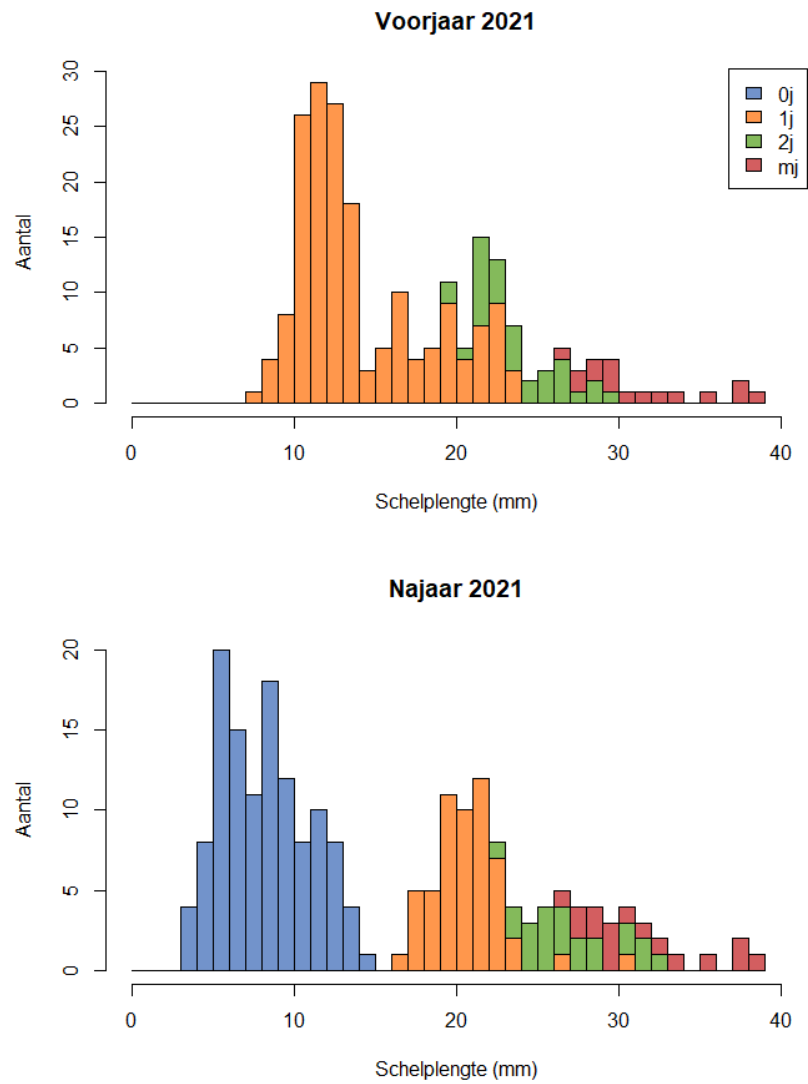
Tabel 5: Overzicht van de momenten waar een bemonstering van de kokkelvakken is uitgevoerd .

Jaar	1 ^e bemonstering	2 ^e bemonstering
2021	28 april	22 sept
2022	5 april	-
2023	-	-
2024	-	-
2025	-	-

3.3.2 Resultaten

In de kokkelvakken het Slaak zijn in april 2 en in september 5 kokkels aangetroffen en dit zijn er te weinig om op een betrouwbare manier groei en sterfte te berekenen. In de kokkelvakken op de Plaat van Oude Tonge zijn aanzienlijk meer kokkels aangetroffen (230 en 261 in respectievelijk het voorjaar en najaar) en is het wel mogelijk om groei en sterfte te berekenen. In april 2021 zijn er 1-jarige, 2-jarige en meerjarige kokkels gevonden in de vakken (Figuur 20). Duidelijk te zien dat de 1-jarige kokkels zijn gegroeid van gemiddeld 14.1 mm in april naar een gemiddelde lengte van 20.7 mm in september. De 2-jarige kokkels zijn minder hard gegroeid van 23.8 mm naar 27.0 mm. De gemiddelde lengte van de meerjarige kokkels is afgenomen van 32.7 mm naar 31.5 mm. Dit kan een aanwijzing zijn van selectieve sterfte van grotere exemplaren, maar de onzekerheden zijn groot bij de lage aantallen van meerjarige kokkels in april en september (respectievelijk 12 en 16).

In de lengtefrequentieverdelingen van september 2021 is te zien dat er een cohort 0 jarigen is bijgekomen. De gemiddelde lengte van deze kokkeltjes was 8.2 mm.



Figuur 20: Lengtefrequentieverdelingen van de verschillende leeftijdsklassen kokkels in het voorjaar en najaar van 2021.

Het asvrij drooggewicht van de 1-jarige kokkels op de Plaat van Oude Tonge is gemiddeld 7.3 mg per dag toegenomen in 2021 (Tabel 6). De groei van de 2-jarige kokkels was iets minder (5.4 mg d^{-1}). De groei van de meerjarige kokkels op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak hebben een lage betrouwbaarheid vanwege de lage aantallen. De mortaliteit van de 1-jarige kokkels was 3.5 keer de mortaliteit van de 2-jarige kokkels.

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

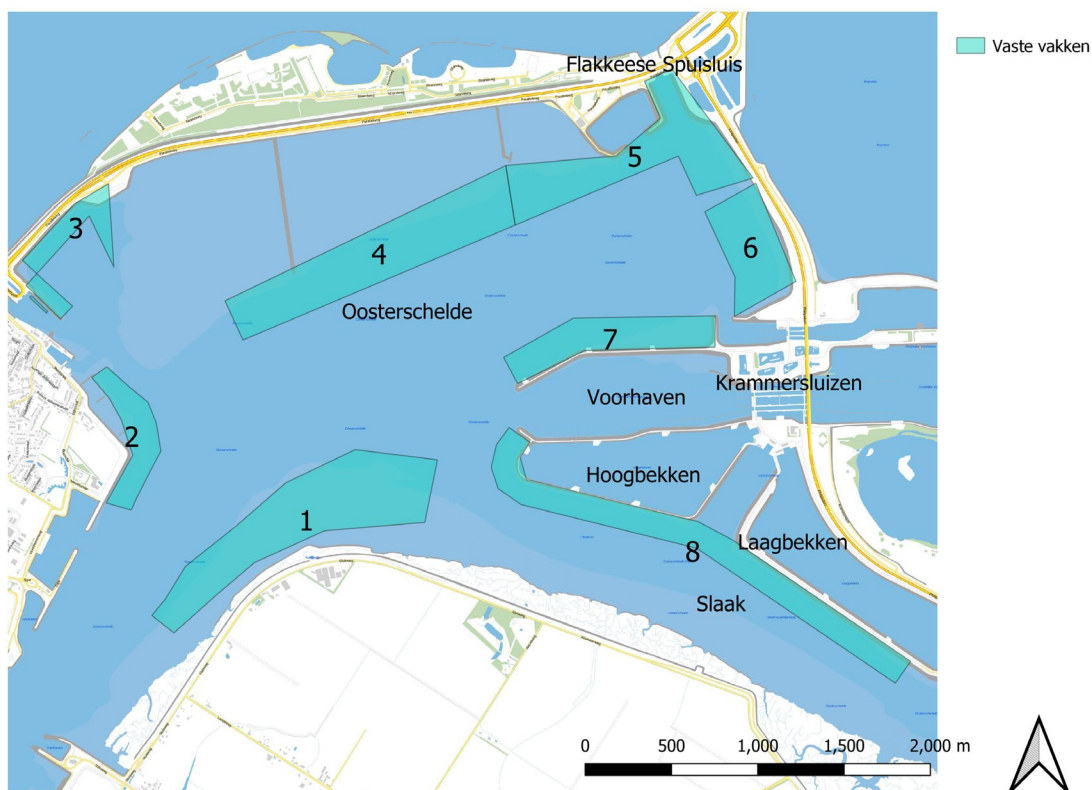
Gebied	Leeftijdsklasse	Groei (mg AFDW d ⁻¹)	Mortaliteit (% d ⁻¹)	n
Plaat van Oude Tonge	0-jarig	-	-	
	1-jarig	7.3	0.45	244
	2-jarig	5.4	0.13	55
	Meerjarig	8.9	-0.01	15
Slaak	0-jarig	-	-	
	1-jarig	-	-	
	2-jarig	-	-	
	Meerjarig	-3.7	0.47	3

De resultaten van de eerste bemonstering van 2022 worden nog verwerkt en zijn nog niet beschikbaar. Deze resultaten zullen worden gepresenteerd in een volgende voortgangsrapportage.

4 Kreeftenvisserij

4.1 Achtergrond

Kreeft is, 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 21) die tijdens het kreeftenseizoen worden bevestigd op kreeft door drie verschillende vissers. Eén van deze vakken wordt vast bevestigd door één visser, de overige visvakken rouleren ieder jaar tussen de drie vissers. Het kreeftenseizoen loopt van de laatste donderdag in maart tot en met 15 juli. 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 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 21: 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.

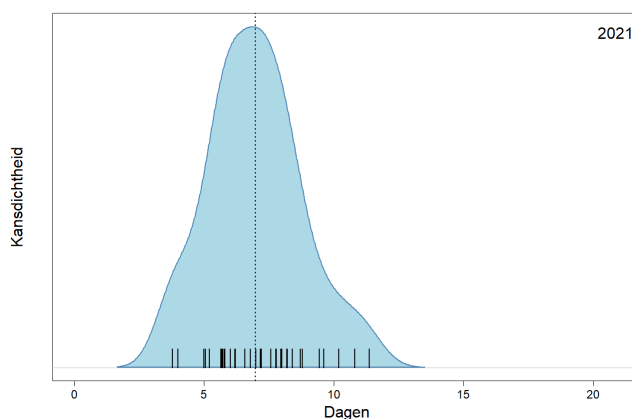
De vangstgegevens betreffen bedrijfsgevoelige informatie en worden daarom in deze rapportage op een geaggregeerde wijze gepresenteerd en niet per vak omdat deze vakken mogelijk zijn te herleiden tot de individuele vissers.

In deze rapportage zijn uitsluitend de gegevens van het kreeftenseizoen 2021 gerapporteerd. De resultaten van het seizoen 2020 zijn gerapporteerd in Wijsman et al. (2021). Tijdens het schrijven van dit rapport was het seizoen 2022 nog in volle gang. De resultaten van 2022 zullen worden gerapporteerd in de voortgangsrapportage van 2023.

4.3 Resultaten

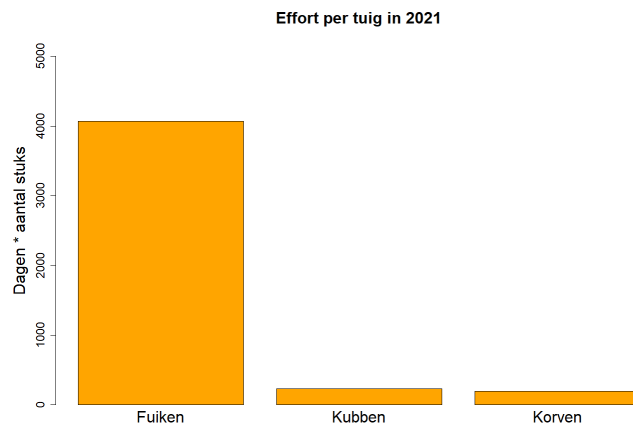
4.3.1 Inspanning

Door de kreeftenvissers wordt er gevist met 3 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 7.0 dagen (167 uur) in het water (st.dev. 1.8 dagen)(Figuur 22). De kortste visserij was 91 uur en de langste visserij heeft het tuig ruim 11 dagen in het water gestaan.



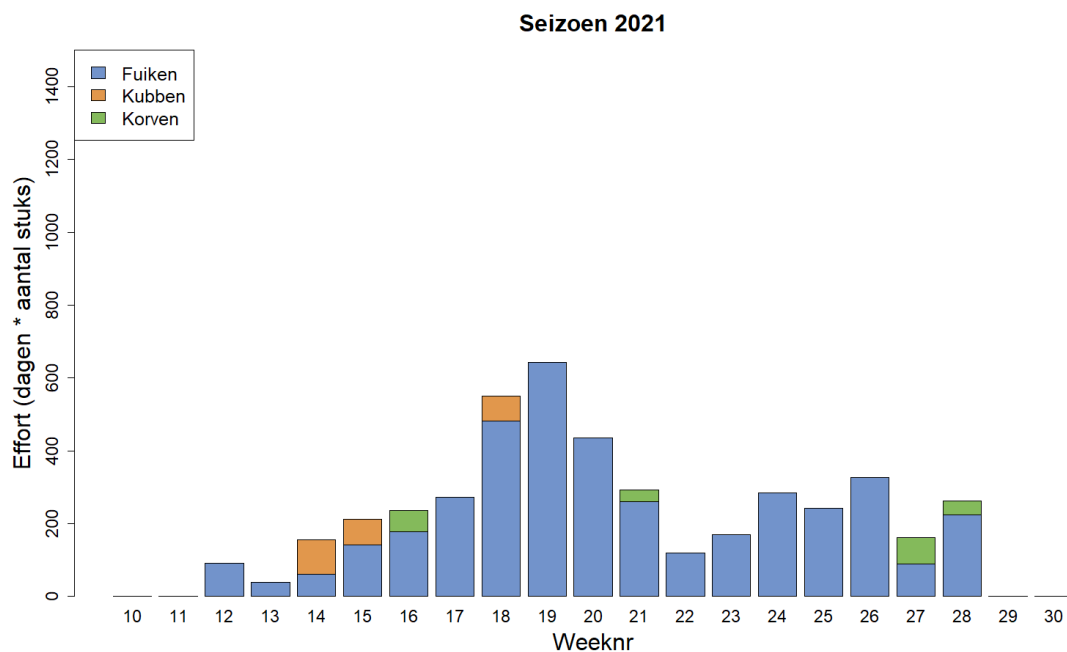
Figuur 22: Verdeling van het duur van de visserij in dagen in 2021. De verticale stippellijn geeft het gemiddelde (7.0 dagen), de verticale lijntjes op de x-as geven de individuele registraties.

De inspanning (effort) kan worden uitgedrukt in het aantal dagen vermenigvuldigd met het aantal eenheden (fuiken, kubben of korven). In 2021 is net als in 2020 de meeste inspanning gepleegd met fuiken (Figuur 23). In totaal is er door de drie vissers 4067 fuikdagen gevist met fuiken. Het aantal kubdagen en korfdagen was aanzienlijk minder (respectievelijk 233 en 199).



Figuur 23: Visserijinspanning (effort) van de verschillende tuigen in 2021.

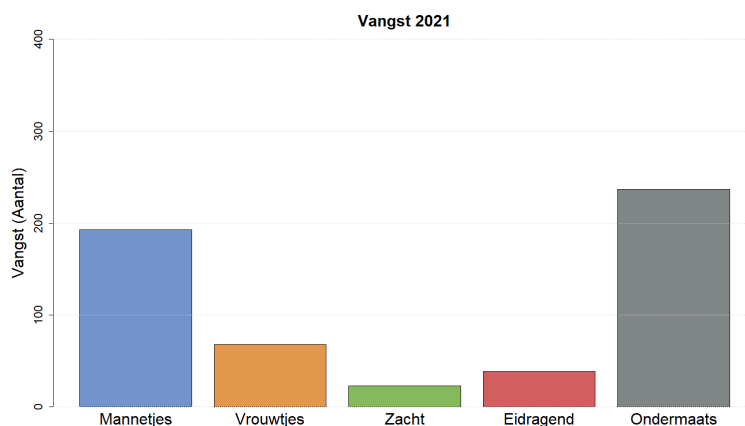
In Figuur 24 is te zien dat het seizoen in 2021 pas langzaam op gang is gekomen en dat de piek in inspanning lag rond mei (weken 18, 19 en 20). Aan het eind van het seizoen is de inspanning weer iets toegenomen.



Figuur 24: Visserijinspanning (effort) met de verschillende tuigen door het seizoen in 2021.

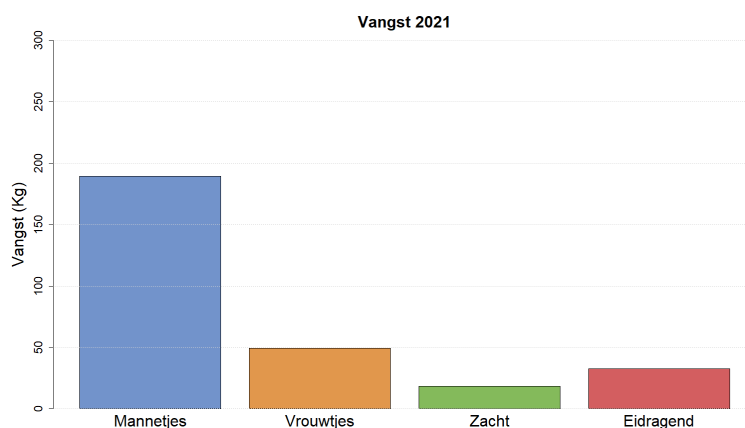
4.3.2 Vangsten

Uit de vangstregistraties blijkt dat er door de drie kreeftenvisserij in totaal 560 kreeften zijn gevangen, waarvan respectievelijk 23, 39 en 237 zacht, eidragend of ondermaats en dus zijn teruggezet. 47% van de gevangen kreeften is uiteindelijk aangeland. Opvallend is dat er meer mannetjes dan vrouwtjes zijn aangeland. Dit komt deels doordat een deel (36%) van de gevangen vrouwtjes eidragend was en dus is teruggezet.



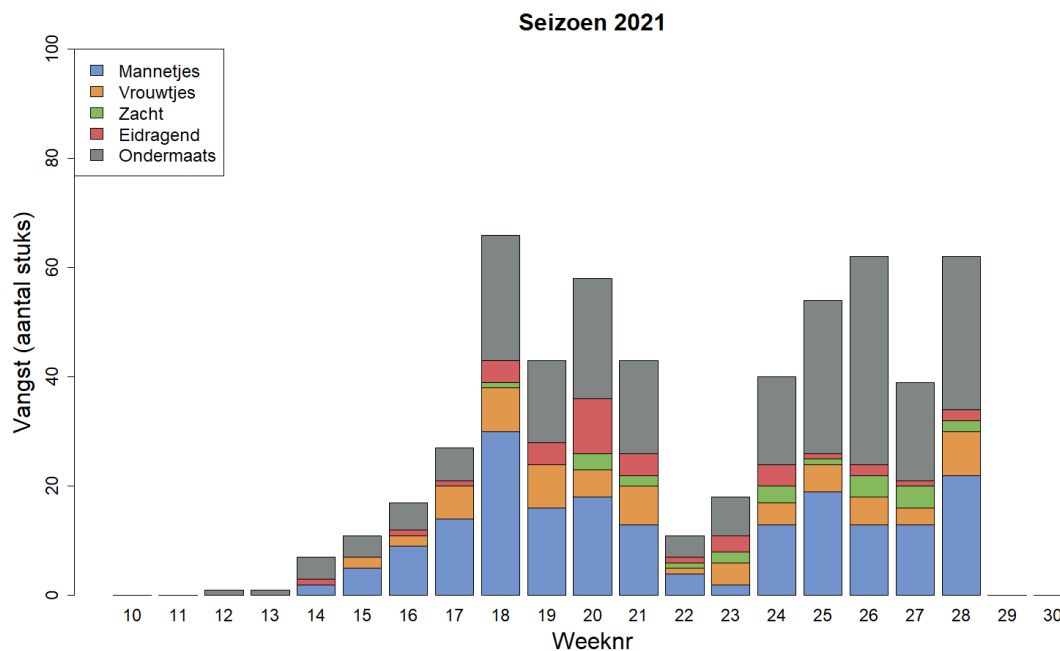
Figuur 25: Vangsten (aantal stuks) van kreeften in 2021.

Op gewichtsbasis is er in totaal 290 kg kreeft gevangen, waarvan er 238 kg is aangeland (Figuur 26). De ondermaatse kreeften zijn niet gewogen. De gemiddelde maatse kreeft woog ongeveer 0.84 kg. De gevangen mannetjes waren iets zwaarder (gemiddeld 0.98 kg per stuk) dan de vrouwjes (gemiddeld 0.72 kg per stuk).

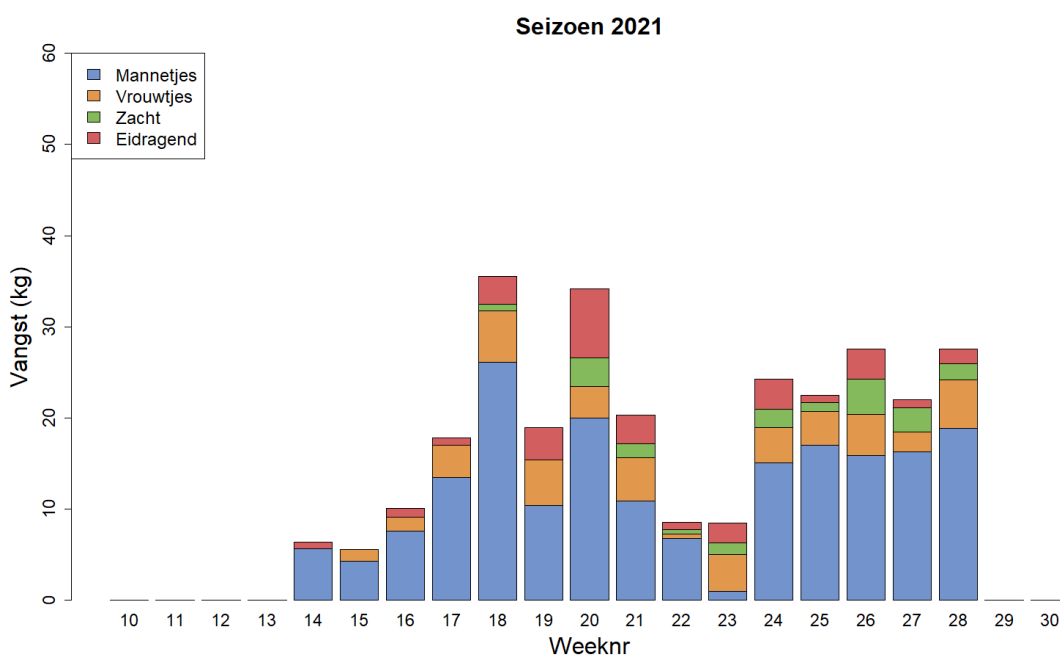


Figuur 26: Vangsten (kg) van kreeften in 2021.

In Figuur 27 en Figuur 28 is te zien dat de vangsten relatief groot zijn in de periode dat ook de inspanning hoog is. Er is een piek in de weken 18 tot 21 en een tweede piek in de weken 24 tot en met 28. In week 20 zijn er relatief veel eidragende kreeften gevangen.

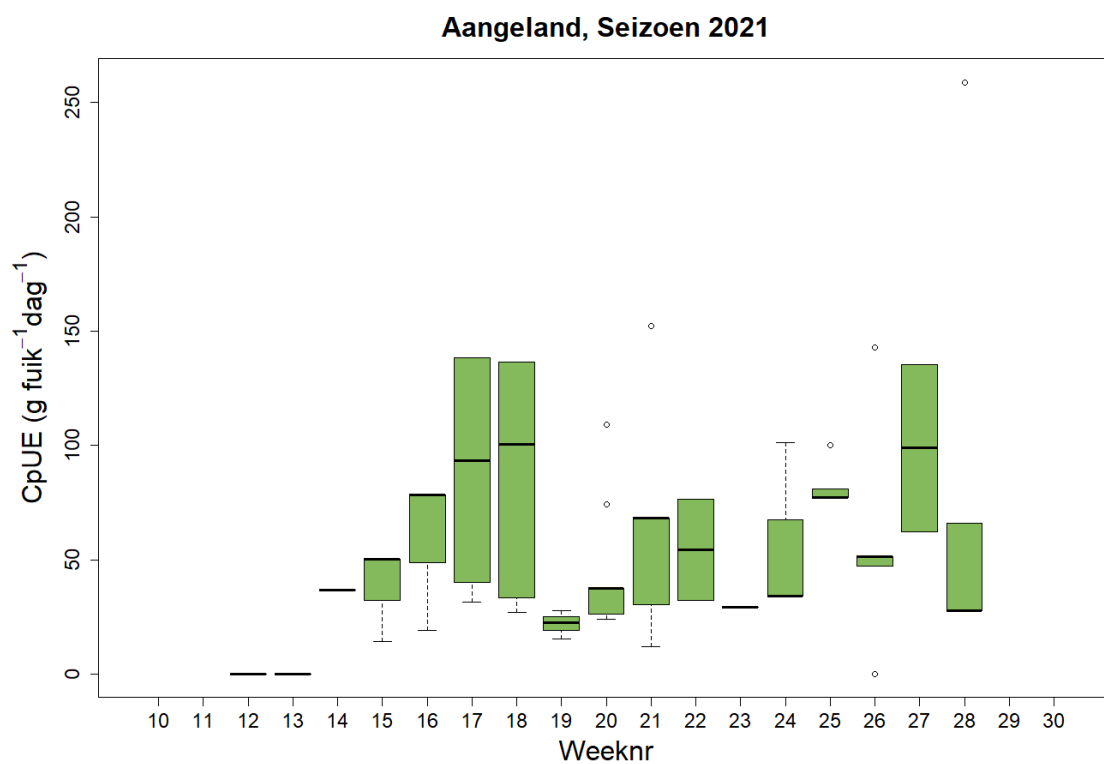


Figuur 27: Vangsten (aantal) van kreeften per week in 2021.



Figuur 28: Vangsten (kg) van kreeften per week in 2021.

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⁻¹ dag⁻¹, waarbij een kub en korf voor het gemak als fuik wordt beschouwd. De gemiddelde CpUE over alle vangsten is 60 g fuik⁻¹ dag⁻¹ (st.dev 47 g fuik⁻¹ dag⁻¹). Dit komt overeen met 1 kreeft per 14 fuiken per dag. De maximale CpUE is 258 g fuik⁻¹ dag⁻¹. De beste vangsten, uitgedrukt in CpUE zijn behaald in de weken 16, 17, 26 en 28 (Figuur 29), waarbij moet worden aangemerkt dat er in week 28 maar zeer beperkt is gevist.



Figuur 29: Verloop van de CpUE (g fuik⁻¹ dag⁻¹) over het kreeftenseizoen in 2021.

5 Conclusies en discussie

Dit rapport is onderdeel 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 te kunnen vaststellen. 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 het eerste jaar zijn gerapporteerd in Wijsman et al. (2021). In voorliggende voortgangsrapportage worden de resultaten beschreven van de monitoring die is uitgevoerd in de periode juni 2021 tot en met mei 2022. Na de ingebruikname van de IZZS zal er verder worden gemonitord en kunnen de eventuele effecten op mosselen, kokkels en kreeften worden gekwantificeerd. Een uitgebreid vergelijk tussen de verschillende jaren is geen onderdeel van de huidige rapportage.

5.1 Mosselen

De groeimetingen die zijn uitgevoerd in 2021 laten een duidelijke groei zien van de mosselen in alle mandjes. De beste groei is opgetreden op de locatie M3, maar de verschillen met de overige locaties zijn beperkt. De gemiddelde overleving van de mosselen in de mandjes was in 2021 78%. Op de locatie M5 is de opstelling verloren geraakt doordat deze waarschijnlijk in de geul is verdwenen. Voor de vervolgmonitoring is de locatie M5 ca 100 meter verplaatst waar de bodem iets vlakker is. Er waren in 2021 problemen met de zoutmeters. Een aantal sensoren gaven een plotselinge afname in zoutgehalte aan. Mogelijk is dit veroorzaakt door zeepokken die zich hadden gevestigd op de sensoren. In de winter 2021-2022 zijn er nieuwe zoutmeters besteld en zijn deze getest en gekalibreerd in het lab.

De overleving van de mosselen in de mandjes in de winter 2021-2022 was goed, maar minder dan in het seizoen 2020-2021. Ongeveer 17% van de mosselen is dood gegaan in de periode van 139 dagen dat de mandjes zijn uitgehangen (in de winter 2020-2021 was het 4.5% over een periode van 162 dagen). De overleving in de winter 2021-2022 was het best op de locatie M1 en het minst op M5. De groei was het best op locatie M5 en het minst op M4. Ondanks de groei van de mosselen is de totale biomassa iets afgenomen. Het gemiddelde rendement was 0.92. Tijdens de bemonstering is de toren op locatie M3 verloren gegaan waardoor er geen data beschikbaar zijn voor deze locatie.

5.2 Kokkels

Tijdens de bemonstering van kokkels in 2022 zijn op 13 van de 49 (17%) bemonsterde stations kokkels aangetroffen. De meeste kokkels zijn gevonden op het oostelijk, ondiepe deel van de Plaat van Oude Tonge. De gemiddelde dichtheid van kokkels was 9.2 m⁻² en de biomassa was 63.8 g m⁻². Dit is relatief laag voor de Oosterschelde, waar tijdens de WOT-surveys in de periode van 2016 tot en met 2020 gemiddeld 60 kokkels per m⁻² zijn aangetroffen met een gemiddelde biomassa van 195 g m⁻² (zie: shiny.wur.nl/Schelpdiermonitor_Delta).

Als gevolg van de relatieve lage aantallen aan kokkels was het ook niet eenvoudig om geschikte locaties te vinden voor de kokkelvakken. Op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak zijn ieder vier vakken aangelegd in het gebied waar de meeste kokkels zijn aangetroffen. Groei en overleving van de kokkels is berekend voor de verschillende leeftijdsklassen. Voor 1-jarige en 2-jarige kokkels op de Plaat van Oude Tonge was het mogelijk om een inschatting te maken van de groei en overleving. De 1-jarige kokkels groeiden met ruim 7 mg AFDW per dag en hadden een mortaliteit van 0.45% per dag. De 2-jarige kokkels groeiden met ruim 6 mg AFDW per dag en hadden een mortaliteit van 0.13% per dag. Bij de reguliere monitoring van de kokkelbestanden in de Oosterschelde wordt gerekend met een gemiddelde mortaliteit van 0.27% per dag over de periode van 1 mei tot en met 1 september

(Troost et al., 2022) In het Slaak zijn er te weinig kokkels aangetroffen om zinvolle berekeningen uit te voeren.

5.3 Kreeft

Uit de vangstregistratie blijkt dat het gebied in 2021 voornamelijk is bevestigd met fuiken. In totaal zijn er 560 kreeften gevangen, waarvan er 261 kreeften (47%) zijn aangeland. Er worden in het algemeen meer mannetjes dan vrouwtjes gevangen. Gemiddeld is er in 2021 1 kreeft per 14 fuiken per dag gevangen.

In deze rapportage is geen informatie gegeven over de inspanning en vangst over de verschillende vakken. In de registratie is gezien dat 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 gevestigd en gevangen per vak. Dit is teruggekoppeld naar de 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. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

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.
- Schuilings, 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 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., 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

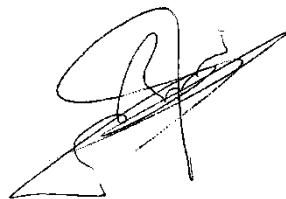
Rapport C033/22

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: 23 juni 2022

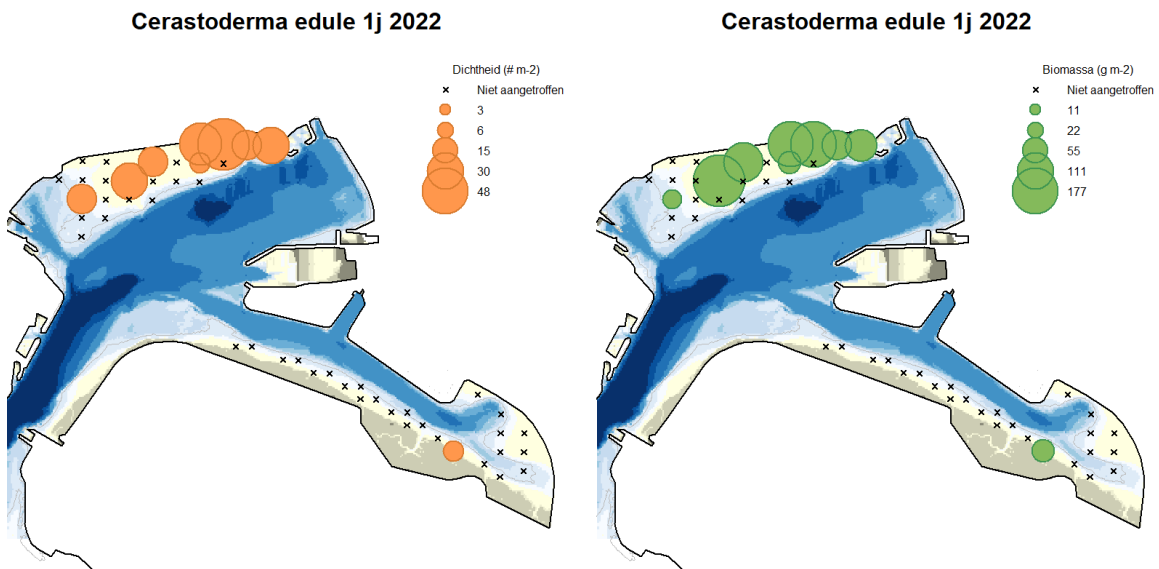
Akkoord: Dr. Tammo Bult
Directeur Wageningen Marine Research

Handtekening:

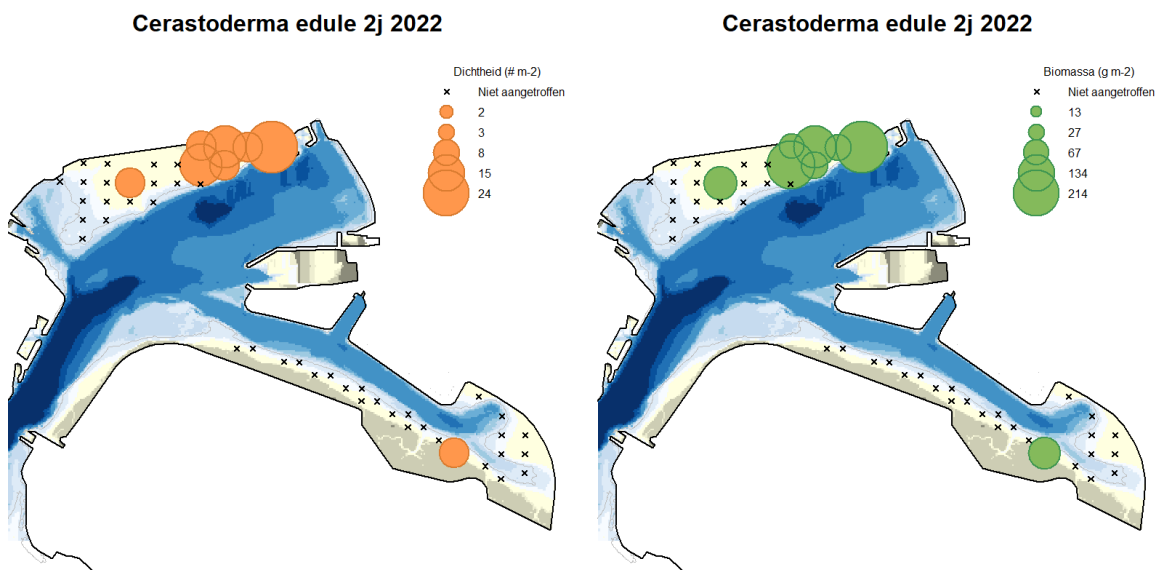


Datum: 23 juni 2022

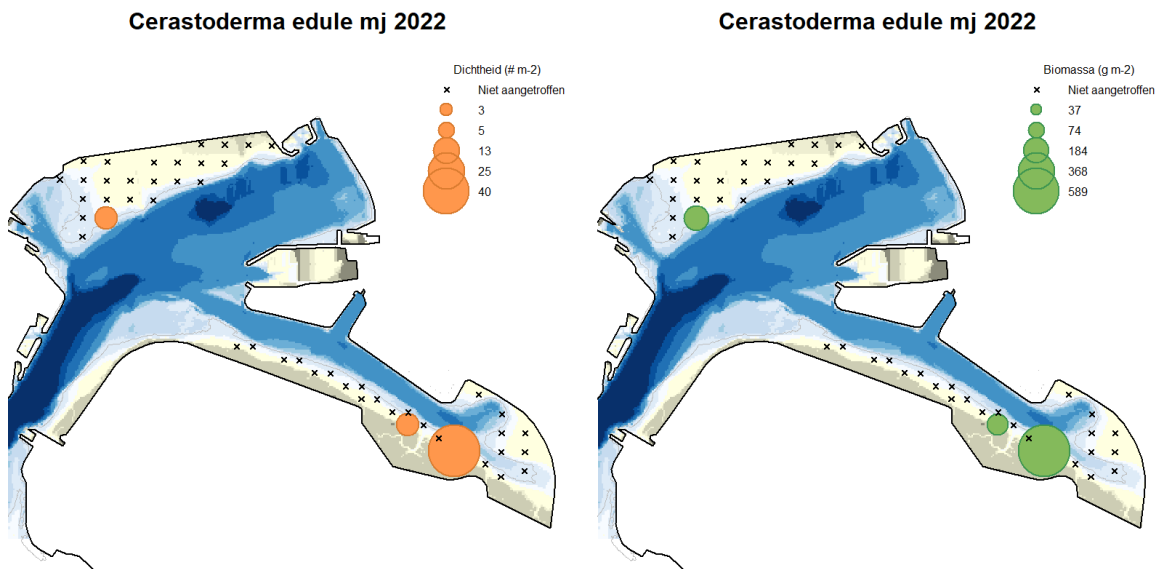
Bijlage 1 Verspreiding kokkels en overige soorten



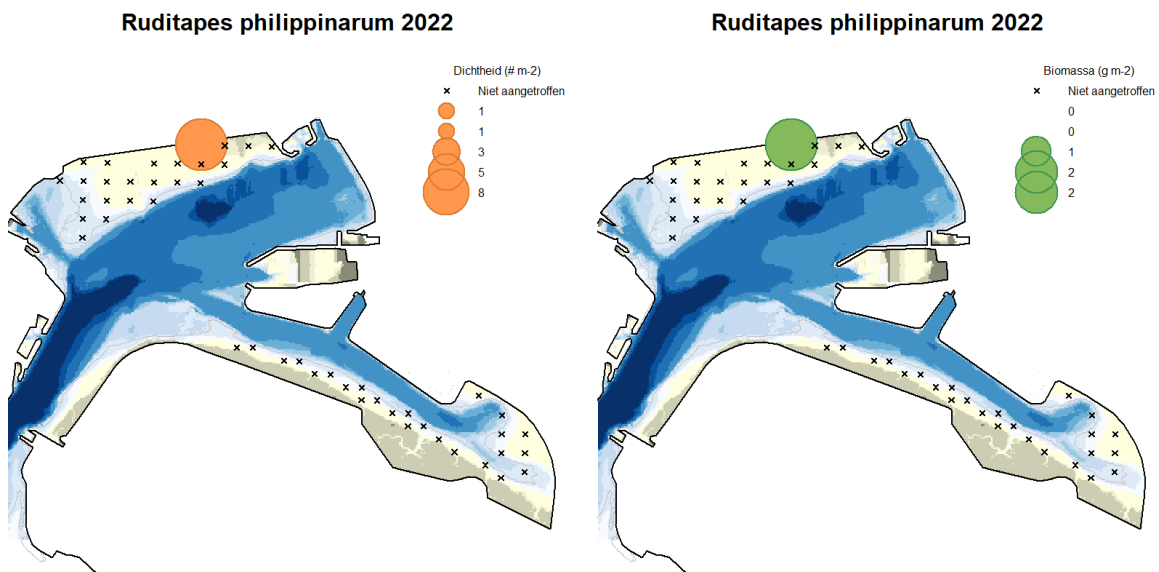
Figuur 30: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van eenjarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



Figuur 31: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van tweejarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.

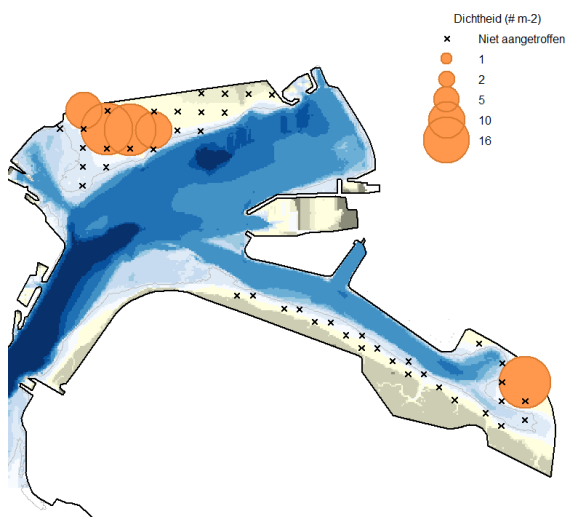


Figuur 32: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van meerjarige kokkels (*Cerastoderma edule*) in april 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



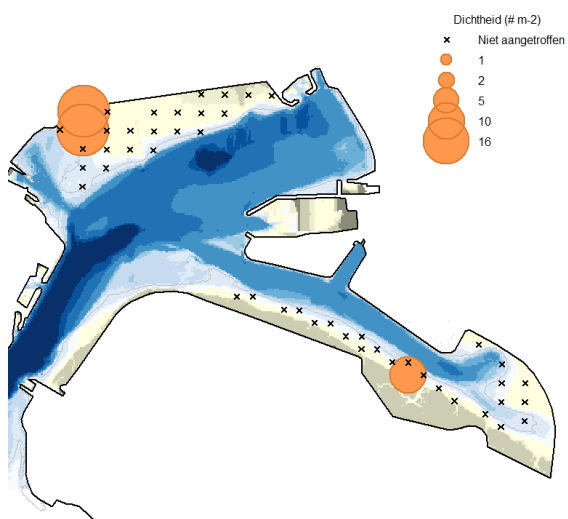
Figuur 33: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van Filipijnse tapijtschelpen (*Ruditapes philippinarum*) in 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.

Mya arenaria 2022

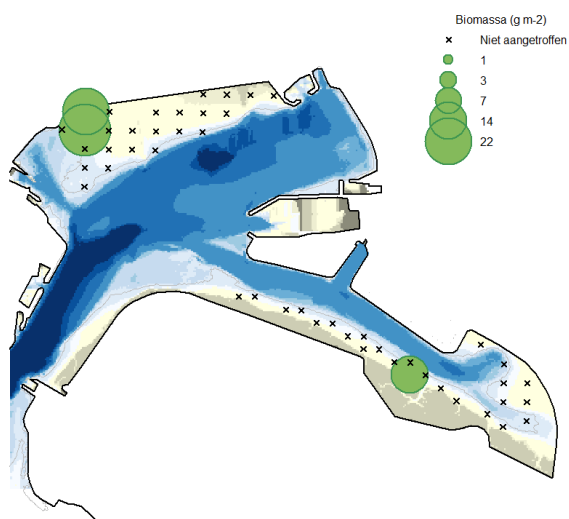


Figuur 34: Verspreiding van dichtheid van de strandgaper (*Mya arenaria*) in april 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak. Omdat van deze soort vrijwel geen hele exemplaren worden gevonden is de biomassa niet bepaald.

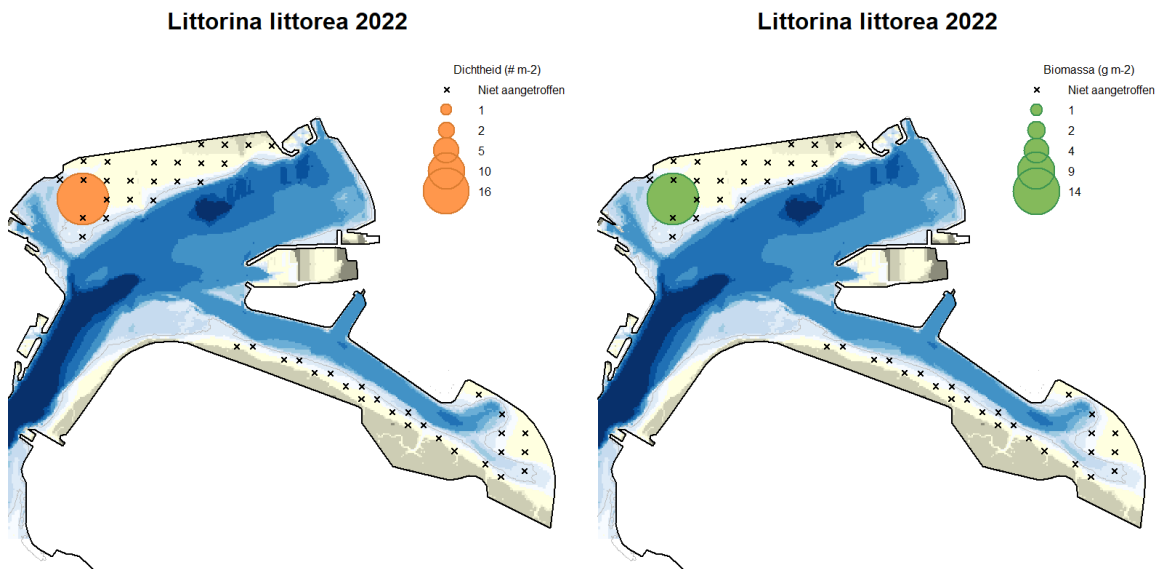
Limecola balthica 2022



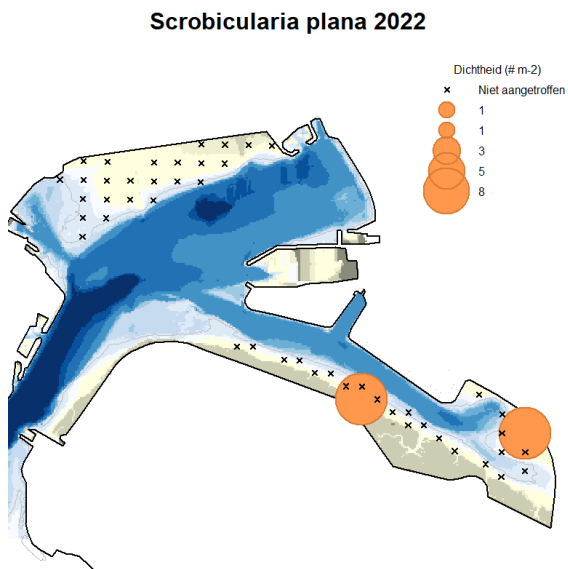
Limecola balthica 2022



Figuur 35: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van nonnetjes (*Limecola balthica*) in april 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



Figuur 36: Verspreiding van dichtheid (links) en biomassa (rechts) van alikruiken (*Littorina littorea*) in april 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak.



Figuur 37: Verspreiding van dichtheid van platte slijkgaper (*Scrobicularia plana*) in april 2022 op de Plaat van Oude Tonge en in het Slaak. Omdat van deze soort vrijwel geen hele exemplaren worden gevonden is de biomassa niet bepaald

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

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'
