



Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis

Resultaten bemonstering 2024

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

Wageningen University &
Research rapport C096/24

Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis

Resultaten bemonstering 2024

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

Wageningen Marine Research
Yerseke, december 2024

Wageningen Marine Research rapport C096/24

Jeroen Wijsman, Jesse van der Pool en Wouter Suykerbuyk, 2024. Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis; Resultaten bemonstering 2024. Wageningen, Wageningen Marine Research, Wageningen Marine Research rapport C096/24. 32 blz.

Keywords: Grevelingenmeer, waterkwaliteit, zuurstof, mosselen

Opdrachtgever Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
 T.a.v.: mw. W. v.d. Broek
 Zuiderwagenplein 2
 8224 AD Lelystad

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174.683616>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut binnen de
rechtspersoon Stichting Wageningen Research,
hierbij vertegenwoordigd door
Drs.ir. M.T. van Manen, directeur bedrijfsvoering

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

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

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Aanpak	6
1.4 Afbakening	6
1.5 Dankwoord	6
2 Materiaal en methoden	7
2.1 Onderzoekslocatie	7
2.2 Groeimetingen mosselen	8
2.3 Data-analyse mosselgroei	10
2.4 Metingen zuurstof en temperatuur	10
3 Resultaten	11
3.1 Initiële lengtefrequentieverdeling	11
3.2 Temperatuur en zuurstofverloop	11
3.3 Overleving	14
3.4 Schelplengte	16
3.5 Gewicht	17
3.6 Vleespercentage	19
3.7 Trends door het seizoen	20
4 Conclusies	23
5 Kwaliteitsborging	26
Literatuur	27
Verantwoording	29
Bijlage 1 Lengte-frequentieverdelingen	30

Samenvatting

In de winter van 2016/2017 is de Flakkeese spuisluis in de Grevelingendam weer in gebruik genomen. De spuisluis, bestaande uit een hevel, vormt een verbinding tussen het Grevelingenmeer en de Oosterschelde. Door de hevel kan als gevolg van het getij op de Oosterschelde water heen en weer worden getransporteerd tussen de Oosterschelde en het Grevelingenmeer. De verwachting is dat door de toename in de waterbeweging de waterkwaliteit in het Grevelingenmeer is verbeterd, met name nabij de bodem waar tijdens de zomerperiode regelmatig zuurstofloosheid optreedt. Om deze veranderingen te kunnen monitoren zijn in 2016, 2017, 2022, 2023 en 2024 mosselen uitgezet in mandjes op twee locaties op verschillende afstand van de sluis in het Grevelingenmeer (Gr 1 en Gr 2) en twee locaties op verschillende afstand van de sluis in de Oosterschelde (OS 1 en OS 2). Op alle locaties zijn de mosselen uitgezet op de bodem en hangend aan een boei, net onder het wateroppervlak. Doordat de mosselen telkens gedurende een periode van zes maanden zijn uitgezet, zijn de groeimetingen de resultante van de waterkwaliteit over die hele periode. De groei en ontwikkeling van de mosselen zijn daardoor een goede indicator voor de waterkwaliteit en -productiviteit. Naast de metingen aan mosselen zijn zowel in het Grevelingenmeer als in de Oosterschelde continue-metingen verricht met sensoren voor zuurstofconcentratie (alleen bij de bodem) en temperatuur (nabij de bodem en het wateroppervlak).

De monitoring is gestart in 2016, voordat de hevel in gebruik is genomen. In 2017, het eerste jaar na de ingebruikname van de hevel, is de T₁ meting uitgevoerd maar omdat de hevel in 2018 weer is gesloten voor de geplande aanleg van het Tidal Technology Center Grevelingendam is de vervolgmonitoring gestopt. In 2022 was de hevel weer operationeel waardoor de T₂ meting (2022), de T₃ meting (2023) en de T₄ meting (2024) konden worden uitgevoerd. In dit rapport worden de metingen die zijn uitgevoerd in 2024 gerapporteerd (T₄ meting).

De gemiddelde overleving van de mosselen in de mandjes was 54% (periode 2 april tot 14 oktober). De beste gemiddelde overleving was op de locatie Gr 2 (waterkolom en bodem) en de minste overleving was in de Oosterschelde. De verschillen waren echter niet significant. De gemiddelde overleving in 2024 was minder dan in de jaren 2017, 2022 en 2023. Dit is in lijn met de verhoogde sterfte van mosselen die ook in de rest van de Oosterschelde is waargenomen in 2024.

Bij het uitzetten van de mosselen in april 2024 waren de mosselen gemiddeld 33.3 mm. In oktober waren de mosselen gegroeid tot gemiddeld 43.4 mm. De gemiddelde groei was 0.05 mm dag⁻¹. De gemiddelde toename in versgewicht was 0.45 mg dag⁻¹. De meeste groei is opgetreden in de mandjes boven in de waterkolom. In de Oosterschelde was de groei minder dan in het Grevelingenmeer. In de eerste maand is het gemiddelde vleesgewicht van de mosselen toegenomen van 31.3% naar ruim 40%, waarna het geleidelijk is afgenomen tot 28.8% op 14 oktober. Op de bodem van de locaties OS 1 en OS 2 is het vleespercentage over de hele periode geleidelijk afgenomen.

De verzamelde gegevens over alle jaren laten zien dat de overleving en groei van de mosselen is verbeterd na de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis. Dit geldt zowel voor de locaties in het Grevelingenmeer als in de Oosterschelde. De groei en overleving van de mosselen in het Grevelingenmeer was zelfs iets beter dan in de Oosterschelde, maar mogelijk heeft dat te maken met de nabijheid van de mosselhangcultuur bij de monitoringslocaties in de Oosterschelde. Over alle jaren was de groei bij de bodem duidelijk lager dan aan het wateroppervlak. Dit heeft mogelijk te maken met een betere voedselbeschikbaarheid en waterkwaliteit. Ook na de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis zijn er perioden met lage zuurstofconcentraties nabij de bodem, zowel in het Grevelingenmeer als in de Oosterschelde.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De waterkwaliteit in het Grevelingenmeer is reeds een aantal jaren van onvoldoende kwaliteit beoordeeld vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water. Door de beperkte wateruitwisseling treedt regelmatig zuurstofloosheid op in de diepere delen (Wijsman, 2002, Didderen en Driessen, 2017). Ook in de ondiepere delen worden regelmatig witte bacteriematten (*Beggiatoa*) aangetroffen (Didderen en Driessen, 2017) wat een indicatie is van zuurstofloosheid en de aanwezigheid van sulfide aan het oppervlak van de waterbodem. Dit heeft negatieve effecten op de waterkwaliteit, vooral in de diepe geulen en het oostelijk deel van het meer, nabij de Grevelingendam waar regelmatig stankoverlast optreedt door afstervende macroalgen.

In de winter van 2016/2017 is de Flakkeese spuisluis, een hevel in de Grevelingendam, na 30 jaar stilstand, weer in gebruik genomen. Het doel hiervan was de waterkwaliteit te verbeteren door meer wateruitwisseling. Door middel van hevelwerking en getij op de Oosterschelde kan water heen en weer stromen tussen de Oosterschelde en het Grevelingenmeer. In het voorjaar van 2018 is de Flakkeese spuisluis tijdelijk gesloten voor de bouw van een Tidal Test Center. Dit Tidal Test Center is uiteindelijk niet gerealiseerd en na herstellende werkzaamheden is de Flakkeese spuisluis in december 2021 opnieuw in werking gesteld.

De Flakkeese spuisluis is in 1984 gebouwd om het zoutgehalte in de Noordelijke tak van de Oosterschelde en Krabbenkreek tijdens de afbouw van de Oosterscheldewerken op peil houden (Haas et al., 2006). Na de voltooiing van de Oosterscheldewerken in 1987, had de spuisluis geen functie meer en is sindsdien niet meer in bedrijf geweest. Door de ingebruikname van de Flakkeese Spuisluis is de wateruitwisseling tussen de Oosterschelde en het Grevelingenmeer verbeterd (Van Der Heijden en Nolte, 2022) en daarmee was het de verwachting dat ook de waterkwaliteit in het oostelijk deel van het Grevelingenmeer, nabij de spuisluis zou verbeteren. Via zes kokers in de Flakkeese spuisluis kan er water vanuit het Grevelingenmeer naar de Oosterschelde stromen en weer terug. De spuisluis heeft een daggemiddelde capaciteit van ongeveer $70 - 80 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. De verbeterde uitwisseling van het water moet leiden tot positieve effecten op de natuurwaarden van het Grevelingenmeer, met name voor het bodemleven (Haas et al., 2006). Tevens zou dit kunnen leiden tot betere kansen voor schelpdierkweek in dit gebied (Smaal en Wijsman, 2014, Wijsman et al., 2014).

Monitoring, zowel voor als na de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis, is van groot belang om de effecten te kunnen registreren en kwantificeren. Hieruit kunnen tevens lessen worden getrokken omtrent de effecten van een mogelijk doorlaatmiddel in de Brouwersdam (Maarse et al., 2019, Wijsman et al., 2022, Jaspers en Hüsken, 2023, Ministerie I&M, 2023).

In een andere studie (Didderen en Driessen, 2017) is op grotere schaal in het Grevelingenmeer gekeken naar de zuurstofconcentratie nabij de bodem en is met onderwatercamera's gekeken naar de bodemdieren (epifauna) en aanwezigheid van *Beggiatoa*-matten, bacteriën die voorkomen op locaties met vrij sulfide in de bodem en aanwezigheid van zuurstof in het overliggende water (Meysman et al., 2015). Uit deze studies blijkt dat na de inwerkingstelling van de Flakkeese spuisluis binnen de invloedsfeer van de sluis de bedekking met de witte bacteriematten lager is, en de schade aan het bodemleven minder is dan in 2016, voor de inwerkingstelling van de Flakkeese spuisluis.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is de effecten van de Flakkeese spuisluis op de groei en overleving van mosselen, en daarmee de waterkwaliteit in kaart te brengen. Mosselen worden daarbij gebruikt als indicator voor de kwaliteit en productiviteit van het water. Als de waterkwaliteit, of de hoeveelheid voedsel in het water, gedurende een langere periode slecht is zullen de mosselen slecht groeien en eventueel dood gaan.

Daarnaast is de zuurstofconcentratie bij de bodem gemeten om te bepalen of zuurstofdepletie een factor is in de (mogelijke) sterfte van mosselen.

1.3 Aanpak

Voor dit onderzoek zijn mosselen in de buurt van de Flakkeese spuisluis (twee locaties aan de Grevelingenmeerzijde en twee locaties aan de Oosterscheldezijde) uitgezet in mandjes op de bodem en hangend aan een boei vlak onder het wateroppervlak. De mosselen zijn in de periode mei tot en met oktober maandelijks bemonsterd om de groei, ontwikkeling en overleving te monitoren.

De verwachting bij aanvang van het project was dat er voornamelijk een verschil zou zijn tussen de Oosterschelde en het Grevelingenmeer wat betreft de mosselen op de bodem, maar dat er ook een verschil zou zijn voor de mosselen in de waterkolom. Voor ingebruikname zouden de mosselen op de bodem van het Grevelingenmeer het slecht doen vanwege de zuurstofdepletie van het water nabij de bodem tijdens de zomer. De ingebruikname van de Flakkeese spuisluis zou moeten leiden tot betere zuurstofcondities bij de bodem in het Grevelingenmeer waardoor de mosselen het ook daar beter doen. Wat betreft de mosselen in de waterkolom was de verwachting dat voor de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis de groei in de Oosterschelde anders zou zijn dan in het Grevelingenmeer, vanwege een andere voedselbeschikbaarheid in het Grevelingenmeer dan in de Oosterschelde. Het was de verwachting dat er na de ingebruikname meer uniformiteit zou zijn in groei van mosselen in de Oosterschelde en Grevelingenmeer omdat ze de beschikking hebben over vergelijkbaar voedsel vanwege de uitwisseling van het water tussen beide gebieden via de Flakkeese spuisluis.

In dit onderzoek zijn vier locaties gemonitord binnen de verwachte invloedssfeer van de Flakkeese spuisluis (Didderen en Driessen, 2017). Twee locaties op verschillende afstanden van de spuisluis in het Grevelingenmeer (Gr 1 en Gr 2) en twee locaties in de Oosterschelde (OS 1 en OS 2). Omdat was verwacht dat de veranderingen in de waterkolom anders zouden zijn dan op de bodem (zie alinea hierboven) zijn er zowel mosselen op de bodem geplaatst als hangend in de waterkolom, vlak onder het wateroppervlak. Het effect van de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis zal worden geëvalueerd uit de verschillen in groei en overleving van de mosselen op de verschillende locaties vóór en ná de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis.

1.4 Afbakening

Dit rapport behelst de T₄ monitoring (2024, na ingebruikname). De monitoring is een voortzetting van de monitoring die in 2016 (Wijsman et al., 2016), 2017 (Wijsman et al., 2017), 2022 (Wijsman en Van der Pool, 2022) en 2023 (Wijsman et al., 2023b) is uitgevoerd. Er is geen monitoring uitgevoerd in de jaren 2018 tot en met 2021 omdat de hevel toen buiten gebruik was vanwege de bouw van het Tidal Technology Center Grevelingendam (TTC-GD). De monitoring in 2016 (T₀) is uitgevoerd voordat de hevel in gebruik is genomen. De monitoring in 2017 (T₁), 2022 (T₂), 2023 (T₃) en 2024 (T₄) is uitgevoerd terwijl de hevel operationeel was.

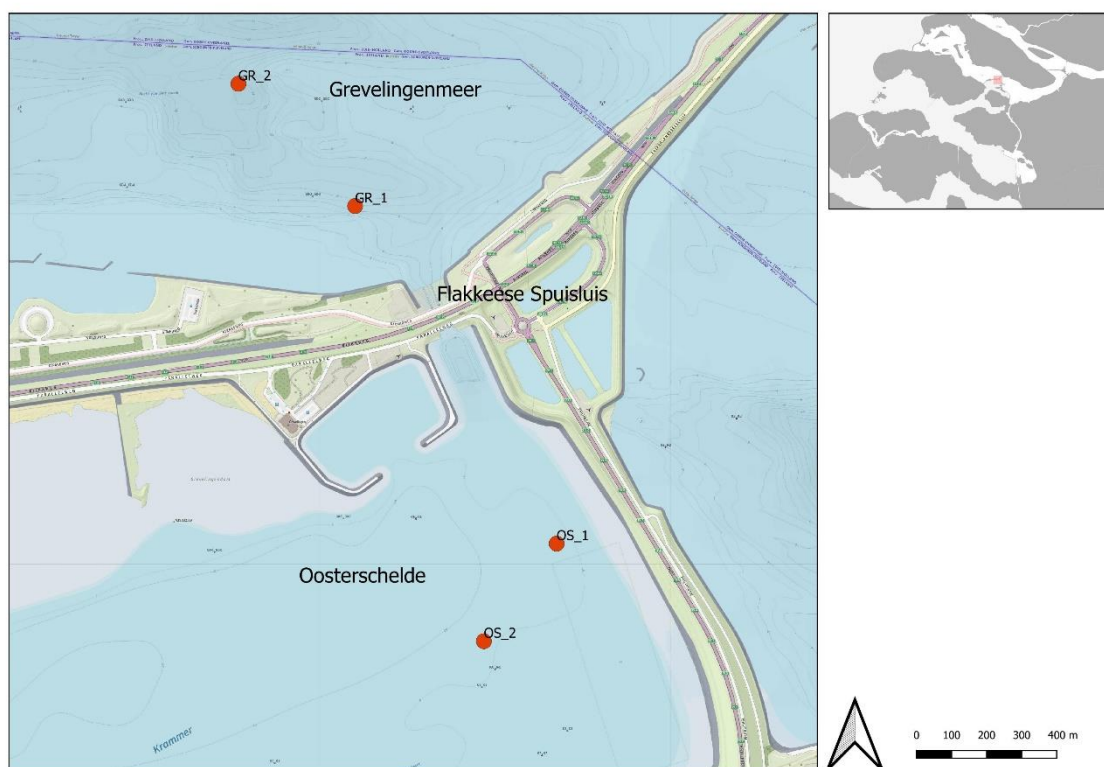
1.5 Dankwoord

De bemonstering is uitgevoerd in samenwerking met de bemanning van de MS Regulus van de Rijksrederij. Hierbij willen we de bemanning danken voor de inzet en prettige samenwerking. Wouter Suykerbuyk, Jesse van der Pool, Sara Breunesse, Douwe van den Ende, Suzanne Cornelisse, Carola van Zweeden en Jennifer Chin (allen WMR) hebben meegewerkt aan de bemonsteringen en/of de analyses van de monsters in het lab. Marijn Tangelder, Paul Paulus (allen RWS) en Johan Craeymeersch (WMR) hebben het conceptrapport gelezen en waardevolle suggesties gedaan voor verbeteringen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Onderzoekslocatie

Het onderzoeksgebied bevindt zich rond de Flakkeese spuisluis (**Figuur 1**). De monitoring is uitgevoerd op 4 locaties (**Tabel 1**). Twee in het Grevelingenmeer, ten noorden van de Flakkeese Spuisluis (Gr 1 en Gr 2) en twee in de Oosterschelde aan de zuidzijde van de Flakkeese Spuisluis (OS 1 en OS 2). Gr 1 bevindt zich op ca 400 meter van de spuisluis en heeft een waterdiepte van ongeveer 8 meter. De locatie Gr 2 ligt verder weg van de Flakkeese Spuisluis (ca 900 m) met een waterdiepte van ongeveer 12 meter. OS 1 bevindt zich op een waterdiepte van ongeveer 7 meter en een afstand van ca 700 meter van de spuisluis. De locatie OS 2 bevindt zich op een afstand van ca 800 meter en heeft een waterdiepte van ongeveer 12 meter. De locatie OS 2 komt overeen met de locatie M4 uit het project van de monitoring bij de Krammersluizen (Wijsman et al., 2023a). Hierdoor kunnen de resultaten van beide projecten met elkaar vergeleken worden.



Figuur 1: Ligging van de onderzoek locaties bij de Flakkeese spuisluis. De overzichtskaart rechtsboven laat zien waar de Flakkeese spuisluis is gelegen in de zuidwestelijke delta.

Tabel 1. Coördinaten van de locaties

Locatie	NB	OL
GR 1	51° 40.884'	4° 8.707'
GR 2	51° 41.069'	4° 8.413'
OS 1	51° 40.370'	4° 9.220'
OS 2	51° 40.218'	4° 9.044'

2.2 Groeimetingen mosselen

Om de groei en overleving van mosselen te volgen zijn er in 2024 op iedere locatie twee torens met gestapelde mandjes geplaatst die zijn gevuld met halfwas mosselen (**Figuur 2**). Eén toren op de bodem en één toren hangend aan een boei in de water kolom op een diepte van ongeveer 2 meter onder het wateroppervlak. Ieder mandje was verdeeld in 4 compartimenten (**Figuur 3**). Aan het begin van het experiment (2 mei 2024) zijn de compartimenten gevuld met 25 mosselen van ongeveer gelijke lengte (gemiddeld 3.3 cm). Voor dit experiment zijn dezelfde mosselen gebruikt als bij de monitoring van de Krammersluizen (Wijsman et al., 2024). Hierdoor kunnen de resultaten met elkaar vergeleken worden. Per toren op de bodem zijn 500 mosselen gebruikt (25x4x5). Deze torens zijn verzwaard met een betontegel (60 x 60 cm) aan de onderzijde. Per toren in de waterkolom zijn 500 mosselen gebruikt (25x4x5). Deze torens zijn niet verzwaard. De torens zijn via een touw bevestigd aan een boei waardoor de torens eenvoudig zijn te bemonsteren vanaf een schip. Aan de torens zijn temperatuur- en zuurstofsensoren (alleen op de bodem) bevestigd om het verloop van de watertemperatuur en de zuurstofconcentratie te registreren. De resultaten van de metingen zijn opgeslagen in dataloggers.



Figuur 2: Toren van mandjes gevuld met mosselen. Bovenop de toren is de zuurstofsensor zichtbaar.



Figuur 3: Ieder mandje is onderverdeeld in 4 compartimenten. In ieder compartiment zijn aan de start van de meting 25 mosselen gedaan van ongeveer dezelfde grootte.

De halfwas mosselen die zijn gebruikt in dit experiment zijn opgevisst van een kweekperceel in de Oosterschelde. Het voordeel van het gebruik van halfwas mosselen is dat deze nog veel groeipotentie hebben. Voor de proef is het van belang dat de spreiding in de mosselen aan het begin van het experiment zo klein mogelijk is. Hoe kleiner de spreiding, hoe beter eventuele verschillen in groei statistisch kunnen worden aangetoond. Om dit te bereiken is er streng geselecteerd op basis van schelpenlengte om de variatie in schelpenlengte aan het begin van het experiment laag te houden. Omdat de geleverde mosselen dit jaar relatief groot waren, was het niet eenvoudig om voldoende mosselen van de juiste maat te selecteren waardoor de spreiding dit jaar groter was dan voorgaande jaren. Uit de opgeviste voorraad mosselen zijn ruim 6 000 mosselen uitgezocht van ongeveer 4 cm (ook voor de monitoring bij de Krammersluizen). Uit deze groep mosselen zijn random 8 monsters van 25 mosselen genomen. Van deze 200 mosselen is de individuele schelpenlengte gemeten. Per monster (25 mosselen) is het gewicht bepaald (versgewicht, vleesgewicht en asvrij drooggewicht). De rest van de mosselen is in de mandjes geplaatst en uitgezet op de onderzoekslocaties bij de Flakkeese spuisluis en de Krammersluizen.

De manden met mosselen zijn uitgezet op 2 mei 2024 (**Tabel 2**). Ze zijn er weer uitgehaald op 14 oktober 2024. Er is maandelijks een bemonstering uitgevoerd. Per locatie zijn er telkens 2 torens bemonsterd, één van de bodem en één hangend in de waterkolom. Per toren zijn alle 4 compartimenten uit één mandje bemonsterd. Deze vier monsters zijn als pseudoreplica's behandeld. Per compartiment zijn de mosselen in een gelabelde zak gedaan en geanalyseerd.

Tabel 2. Overzicht van het aantal bemonsterde compartimenten per locatie en datum van de bemonstering.

Datum	GR 1 Bodem	GR 1 Top	GR 2 Bodem	GR 2 Top	OS 1 Bodem	OS 1 Top	OS 2 Bodem	OS 2 Top
2 mei 2024	4	4	4	4	4	4	4	4
3 juni 2024	4	4	4	4	4	4	4	4
1 juli 2024	4	4	4	4	4	4	4	4
5 aug 2024	4	4	4	4	4	4	4	4
2 sept 2024	4	4	4	4	4	4	4	4
14 okt 2024	4	4	4	4	4	4	4	4

Na iedere bemonstering zijn de mosselen verwerkt op het lab. Het aantal levende mosselen per compartiment is geteld en de schelpenlengte is gemeten met een elektronische schuifmaat. Per compartiment zijn de mosselen na “drinken” (enige tijd in zout water) als groep gewogen. Het gemiddelde versgewicht is berekend door dit te delen door het aantal levende mosselen in het monster. De mosselen zijn vervolgens in kokend water gebracht tot de schelpen open gingen staan waarna het vlees is verwijderd uit de schelp en gewogen (vleesgewicht).

Per maand zijn op iedere locatie vier compartimenten verzameld voor analyse. Door sterfte zijn er over het algemeen minder mosselen doorgemeten dan de 100 die bij de start aanwezig waren (**Tabel 3**). De overleving is berekend door het aantal levende mosselen te delen door het aantal mosselen dat er aan de start van het experiment in de mandjes is gedaan.

Tabel 3. *Overzicht van het aantal mosselen dat is geanalyseerd per locatie en datum van de bemonstering (- = geen meting).*

Datum	GR 1 Bodem	GR 1 Top	GR 2 Bodem	GR 2 Top	OS 1 Bodem	OS 1 Top	OS 2 Bodem	OS 2 Top
3 juni 2024	82	84	90	83	85	82	81	85
1 juli 2024	69	84	76	79	75	71	73	74
5 aug 2024	80	71	69	65	56	70	61	66
2 sept 2024	63	69	68	65	55	66	42	63
14 okt 2024	57	48	65	69	47	48	51	44

2.3 Data-analyse mosselgroei

De resultaten van de metingen zijn uitgezet in tijdreeksen vanaf de start van de meting (2 mei 2024) tot 14 oktober 2024 toen de meting is beëindigd. Per bemonsteringsdatum zijn voor de overleving en groei van de mosselen de 25- en 75-percentielen voor alle metingen berekend om de bandbreedte van de observaties visueel weer te geven. In dezelfde figuur zijn de gemiddelde waarden van de metingen per locatie geplot.

Van de laatste meting (14 oktober 2024) zijn boxplots gemaakt en zijn de verschillen tussen de locaties getest door middel van een ANOVA gevolgd door een Tukey HSD pairwise *post-hoc* comparison ($\alpha=0.05$). Voor de vleespercentages zijn de resultaten daarbij eerst getransformeerd door middel van een arcsinus-wortel transformatie om te kunnen voldoen aan de aannames die nodig zijn bij deze statistische tests.

Met de ANOVA is alleen getoetst op een bepaald moment (eind van de meting), waarbij als waarde van α 0.05 is gebruikt. Om te toetsen of er ook verschillen zijn in het patroon door het jaar heen is er aanvullend ook een GAM (Generalized Additive Model) analyse uitgevoerd. De verschillen tussen de locaties zijn getoetst door het volledig model, zonder locatie als co-variabele, te vergelijken met een model waarbij locatie is meegenomen als co-variabele. De GAM modellen zijn uitgevoerd op de individuele metingen (per mossel voor lengte of per compartiment voor de gewichten). De modellen zijn hierdoor gewogen voor het aantal observaties.

2.4 Metingen zuurstof en temperatuur

Op iedere locatie is de watertemperatuur is gemeten met een Hobo data logger (Water temperature Pro V2 Data Logger). Iedere 10 minuten is de watertemperatuur gemeten op de bodem en in de waterkolom (top). De dataloggers zijn na de laatste bemonstering (14 oktober 2024) uitgelezen.

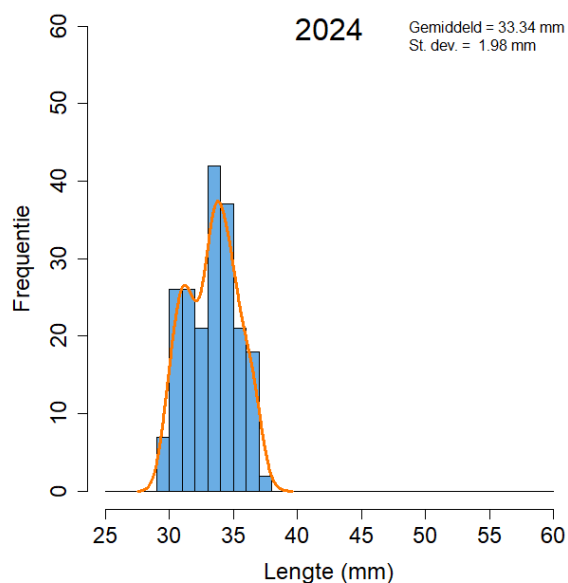
Op de bodem zijn de zuurstofconcentraties van het water en de water temperatuur geregistreerd met behulp van een Hobo zuurstof logger (Dissolved Oxygen Data Logger #U26-001). Een optische sensor meet de zuurstof concentratie in mg l⁻¹. De zuurstofconcentratie is ieder half uur gemeten.

Van zowel de temperatuurmetingen als de zuurstofmetingen is het lopend gemiddelde (dag) berekend.

3 Resultaten

3.1 Initiële lengtefrequentieverdeling

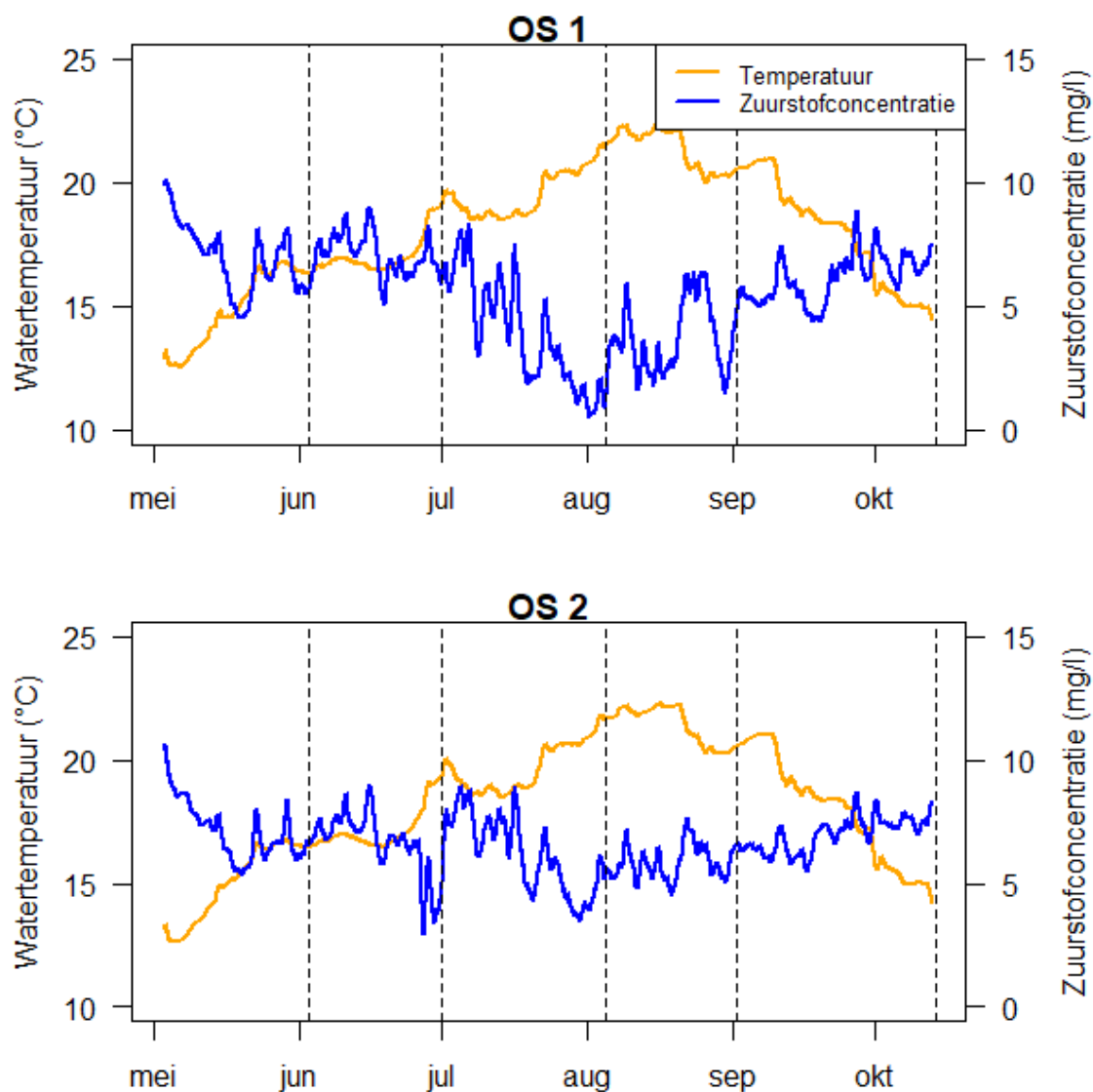
De gemiddelde lengte van de 200 mosselen die zijn doorgemeten bij aanvang van het experiment was 33.3 mm (st. dev. 2.0 mm) (**Figuur 4**). De spreiding van de lengtes was in 2024 kleiner dan in 2023 maar vergelijkbaar met de overige jaren. Hoe kleiner de spreiding aan het begin van het seizoen, hoe makkelijker het is om verschillen te zien tussen de locaties.



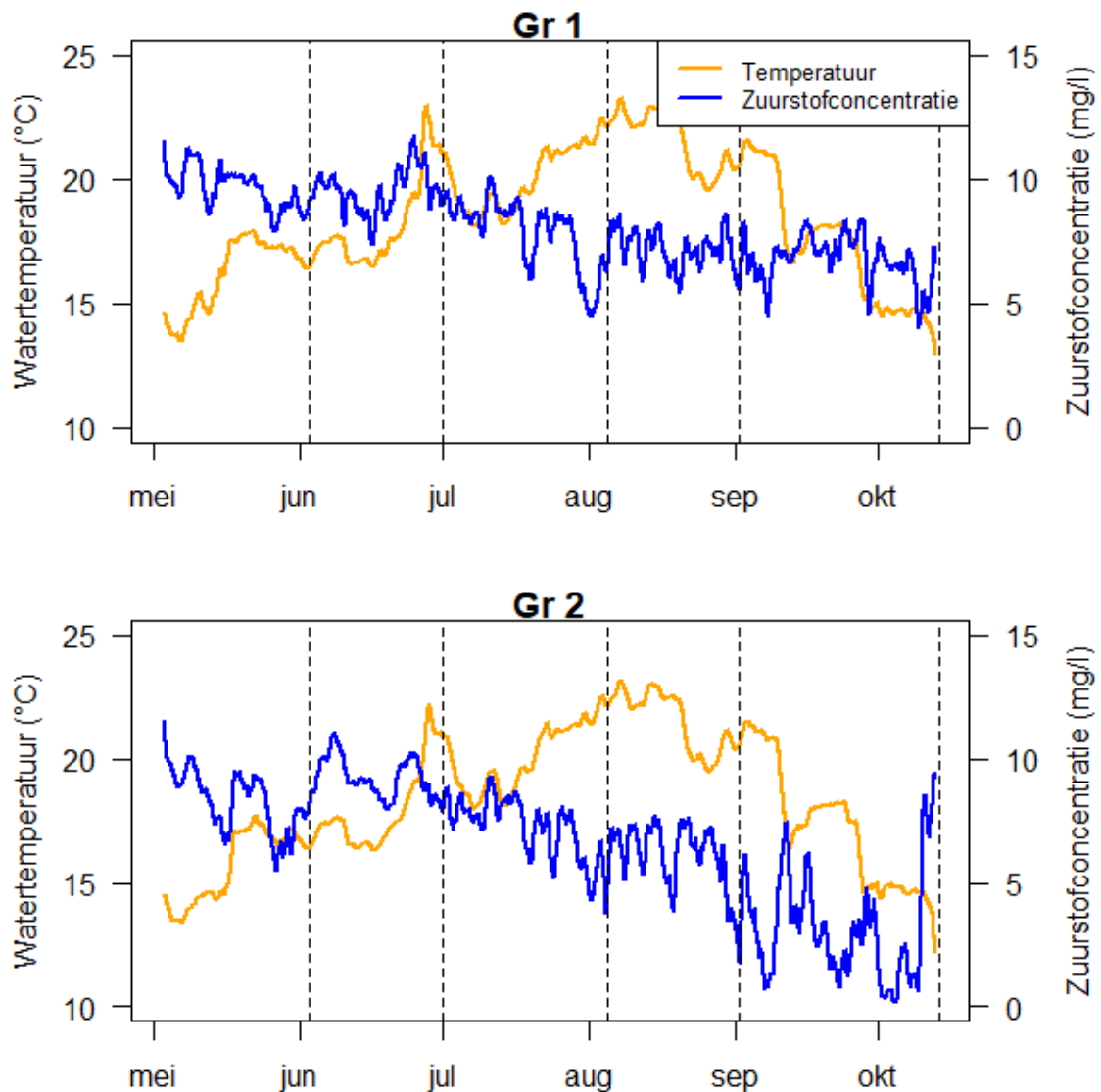
Figuur 4: Lengte frequentieverdeling van de 200 mosselen bij de aanvang van het experiment (2 mei 2024). De rode getrokken lijn geeft de gefitte kansdichtheidsfunctie weer.

3.2 Temperatuur en zuurstofverloop

Het temperatuursverloop en de zuurstofconcentratie nabij de bodem voor de locaties OS 1 en OS 2 in de Oosterschelde en Gr 1 en Gr 2 in het Grevelingenmeer zijn te zien in **Figuur 5** en **Figuur 6**. Te zien is dat het Grevelingenmeer in het voorjaar sneller opwarmt en in het najaar sneller afkoelt dan de Oosterschelde. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de grotere bufferwerking in de Oosterschelde. In het Grevelingenmeer warmt het water snel op in de eerste helft van mei en de tweede helft van juni. De hoogste watertemperatuur (24.3 °C) is gemeten op locatie Gr 1 op 27 juni en neemt daarna weer snel af. Begin augustus zijn de watertemperaturen weer maximaal op alle locaties (ca. 23°C). Daarna nemen de watertemperaturen geleidelijk af naar minder dan 13°C in half oktober.



Figuur 5: Lopend gemiddelde van de watertemperatuur (oranje) en zuurstofconcentratie (blauw) nabij de bodem voor de locaties in de Oosterschelde in 2024. De verticale stippellijnen geven de bemonsteringsmomenten weer.

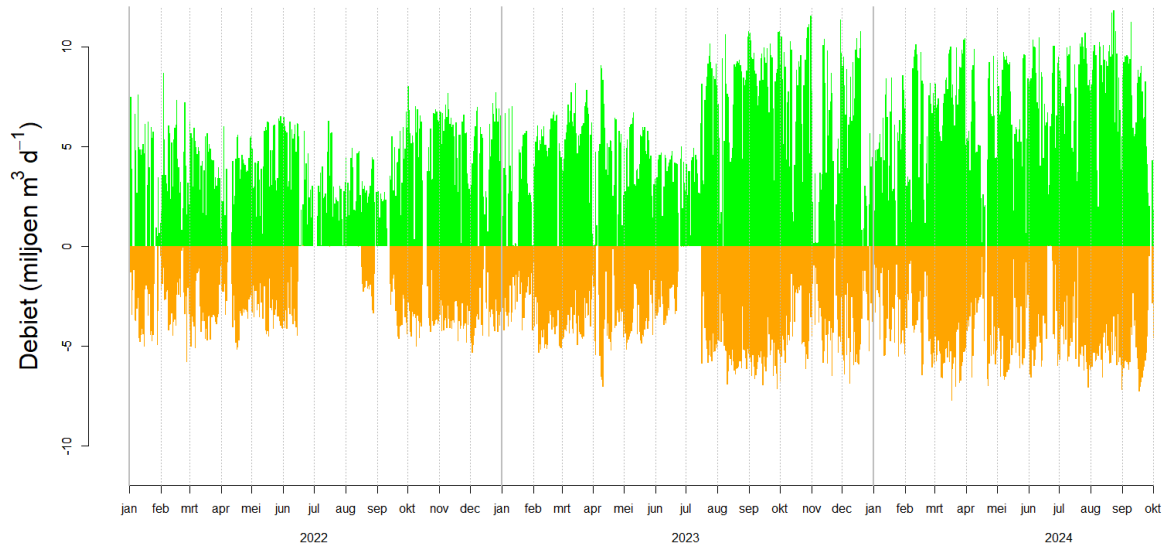


Figuur 6: Lopend gemiddelde van de watertemperatuur (oranje) en zuurstofconcentratie (blauw) nabij de bodem voor de locaties in de Grevelingen in 2024. De verticale stippellijnen geven de bemonsteringsmomenten weer.

De zuurstofconcentraties op beide monitoringslocaties in de Oosterschelde nemen af in de maanden juni en juli (**Figuur 5** en **Figuur 6**). Dit heeft deels te maken met de afname van de verzadigingsconcentratie met de toenemende watertemperatuur in deze periode. In de Oosterschelde (locatie OS 1) worden lage zuurstofconcentraties gemeten eind juli en begin augustus. Op de locatie OS 2 zijn de zuurstofconcentraties hoger. In het Grevelingenmeer worden de laagste zuurstofconcentraties gemeten in de maanden september en oktober op locatie Gr 2. Gedurende korte perioden is de zuurstofconcentratie nabij de bodem dan bijna nul. Op de momenten dat de temperatuur afneemt neemt ook de zuurstofconcentratie dan weer toe. Dit heeft mogelijk te maken met menging.

In **Figuur 7** zijn de debieten door de Flakkeese spuisluis van 1 januari 2022 tot 1 oktober 2024 weergegeven. In groen zijn de debieten naar het Grevelingenmeer en in het oranje naar de Oosterschelde. In de zomer van 2022 en 2023 wordt er op bepaalde momenten geen water wordt toegelaten vanuit het Grevelingenmeer naar de Oosterschelde. Dit is om te voorkomen dat er toxinen (TTX) van het Grevelingenmeer naar de mosselkweekgebieden in de Oosterschelde stromen. In deze perioden stroomt er

nog wel water van de Oosterschelde naar het Grevelingenmeer door de spuisluis. In 2022 was het daggemiddelde debiet naar het Grevelingenmeer $45.4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en het daggemiddelde debiet naar de Oosterschelde was $29.6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. In 2023 (gegevens tot 1 oktober) waren de gemiddelde debieten hoger. Het gemiddelde debiet naar het Grevelingenmeer was $64.6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en het gemiddelde debiet naar de Oosterschelde was $44.9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. In 2024 waren de debieten nog hoger. Het gemiddelde debiet naar het Grevelingenmeer was $80.3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en het gemiddelde debiet naar de Oosterschelde was $52.8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

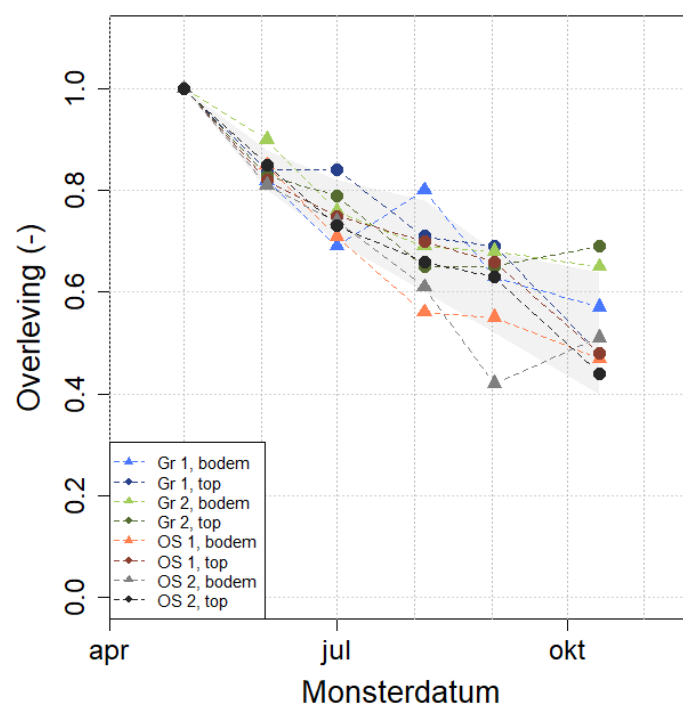


Figuur 7: *Debieten ($\text{miljoen m}^3 \text{ d}^{-1}$) door de Flakkeese spuisluis in 2022 - 2024 (tot 1 oktober). Positieve debieten (groen) zijn naar het Grevelingenmeer en negatieve debieten (oranje) zijn naar de Oosterschelde (Data Peter Bijkerk, Rijkswaterstaat).*

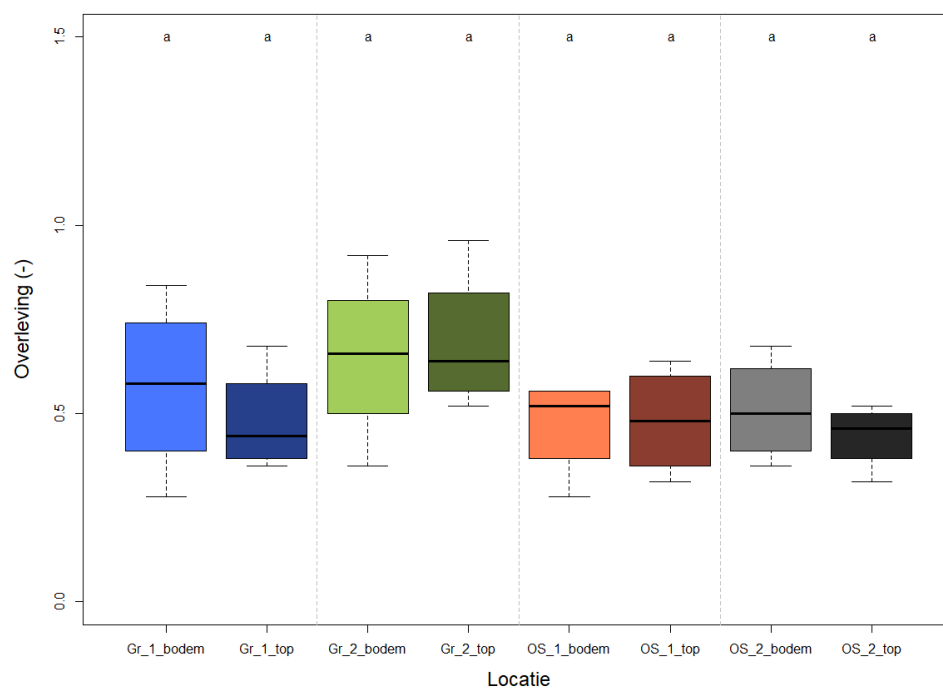
3.3 Overleving

In **Figuur 8** is de overleving van de mosselen in de mandjes over de tijd weergegeven. In de figuur is duidelijk te zien dat op alle locaties mosselen het hebben overleefd. In 2023 waren de mosselen op de bodem van locatie Gr 2 in juli allemaal dood gegaan (Wijsman et al., 2023b), mogelijk als gevolg van zuurstofdepletie. De gemiddelde overleving van de mosselen aan het eind van het experiment (oktober 2024) was 54%. De beste overleving was op de locatie Gr 2 en de minste overleving was in de Oosterschelde.

In **Figuur 9** is de overleving op 14 oktober 2024 (moment van de laatste bemonstering in het Grevelingenmeer) weergegeven. Gemiddeld is de overleving op de locaties in de Oosterschelde lager dan in het Grevelingenmeer, echter de verschillen zijn niet significant ($p > 0.05$). Er is geen eenduidig verschil in overleving tussen de mosselen in de waterkolom en de mosselen op de bodem.



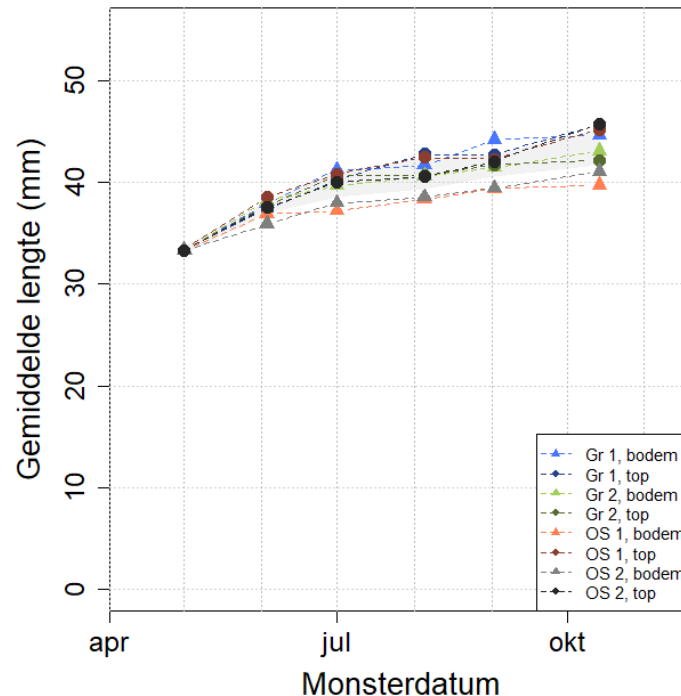
Figuur 8: Fractie overleving (-) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties in 2024.



Figuur 9: Boxplots van de fractie van overleving (-) voor de verschillende locaties bij de laatste meting in 2024 (14 oktober 2024). De boxen geven de 25-75 percentielen weer en de bars 1.5 x de interkwartielrange. De horizontale lijnen in de boxen geven de mediaan. Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant verschillend ($p > 0.05$) van elkaar.

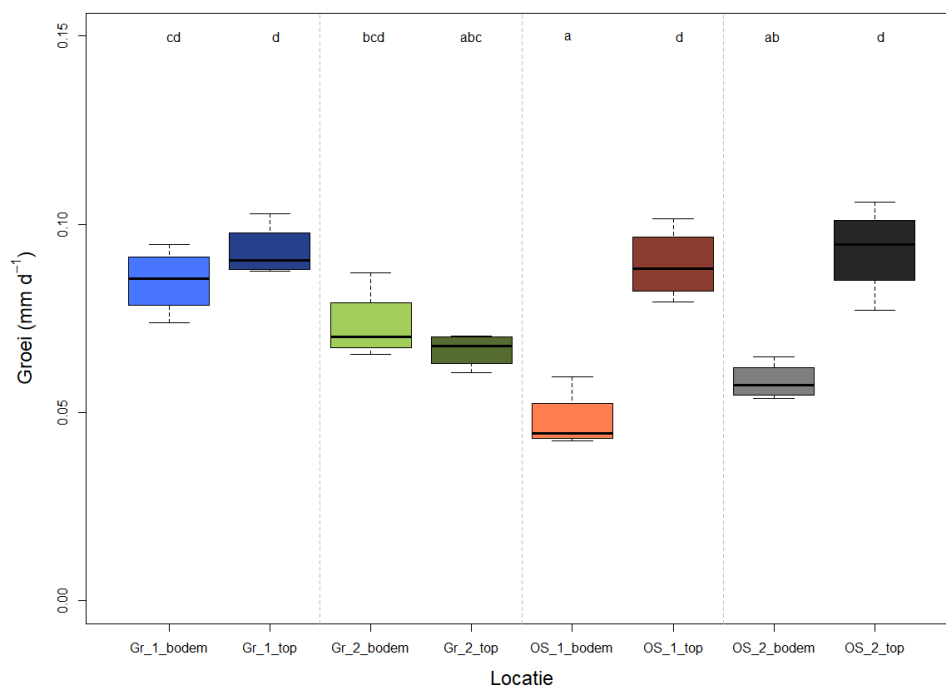
3.4 Schelpengte

De schelpengte van de mosselen is toegenomen van gemiddeld 33.3 mm op 2 april tot 43.4 mm op 14 oktober 2024 (**Figuur 10**). De meeste groei is opgetreden in de mandjes bovenin de waterkolom aan de Oosterscheldezijde. De minste groei was in de mandjes op de bodem van de Oosterschelde.



Figuur 10: Ontwikkeling van de gemiddelde schelpengte (mm) per locatie. Het grijze gebied geeft het 25% - 75% interval van alle metingen in betreffende periode.

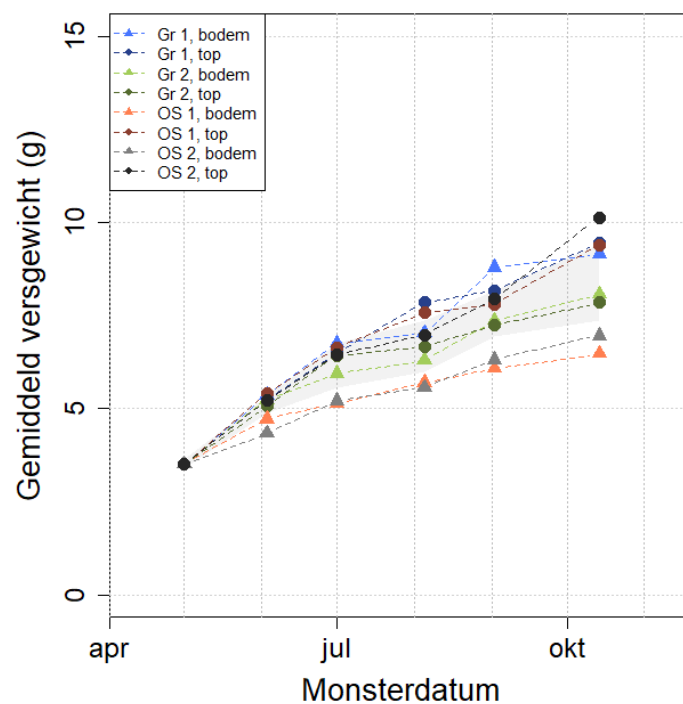
In **Figuur 11** is ook duidelijk te zien dat de groei van de mosselen van de Oosterschelde significant lager zijn dat de groei in de waterkolom van de Oosterschelde. Ook op de locatie Gr 1 doen zijn de mosselen boven in de waterkolom goed gegroeid, maar op de locatie Gr 2 is de groei minder. Tot de laatste meting in 2024 was de groei van de mosselen in de waterkolom van locatie Gr 2 nog vergelijkbaar met de overige locaties.



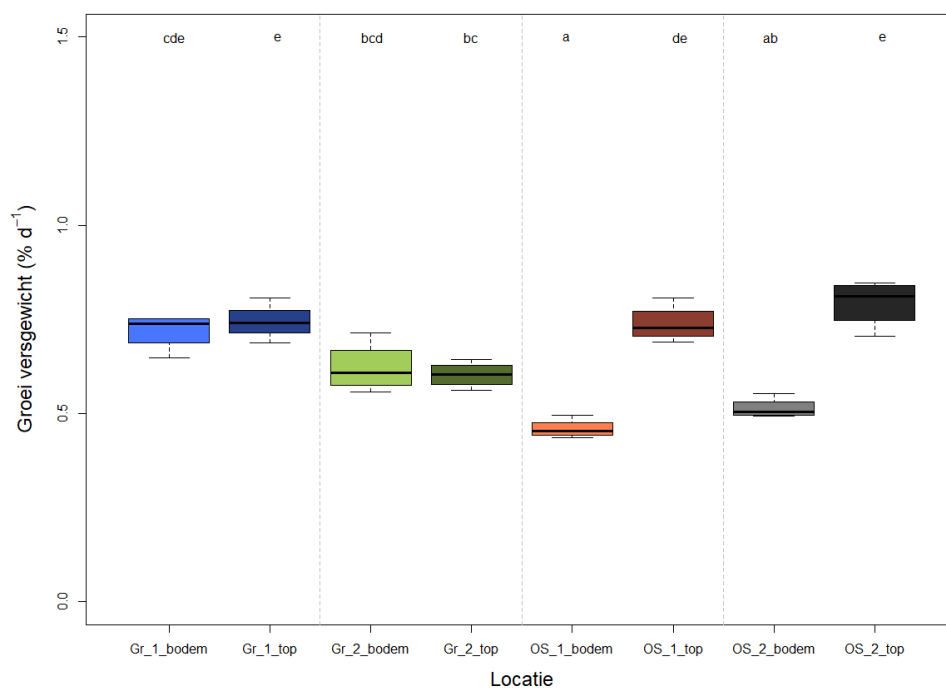
Figuur 11: Boxplots van de groei in schelpenlengte (mm d⁻¹) voor de verschillende locaties bij de laatste meting in 2024 (14 oktober 2024). Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant verschillend ($p > 0.05$) van elkaar.

3.5 Gewicht

Het gemiddeld versgewicht (inclusief schelp) van de mosselen is toegenomen van 3.5 g op 2 mei naar 8.4 g op 14 oktober 2024 (Figuur 12). De minste gewichtstoename is opgetreden op de bodem van locaties OS 1 en OS 2 (**Figuur 13**). De meeste groei is opgetreden in de mandjes bovenin de waterkolom van de locaties in de Oosterschelde (OS 1 en OS 2) en locatie Gr 1. De groei van de mosselen in mandjes op de locatie Gr 2 top was minder dan op de andere locaties.



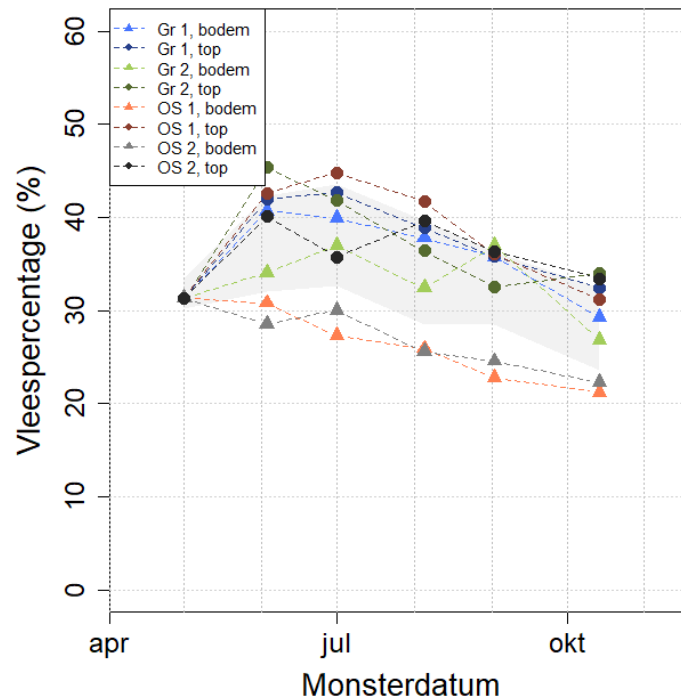
Figuur 12: Ontwikkeling van het gemiddelde versgewicht (g) per locatie. Het grijze gebied geeft het 25% - 75% interval van alle metingen in betreffende periode.



Figuur 13: Boxplots van toename in versgewicht (% d⁻¹) voor de verschillende locaties bij de laatste meting in 2024 (14 oktober 2024). Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant verschillend ($p > 0.05$) van elkaar.

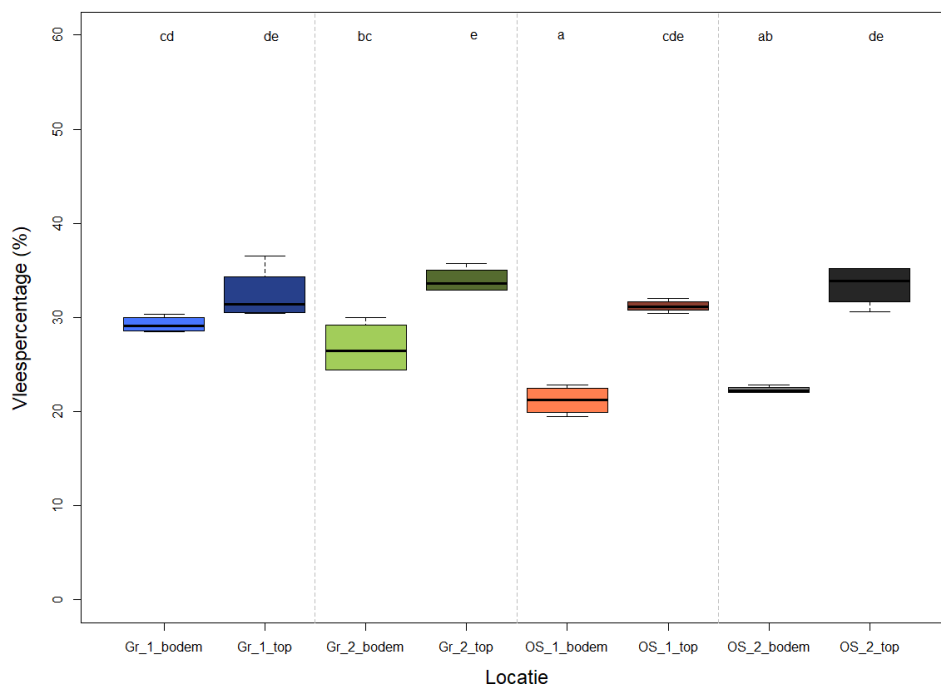
3.6 Vleespercentage

Bij aanvang van het experiment was het gemiddelde vleespercentage van de mosselen 31.3%. Vooral op de locaties bovenin de waterkolom en op de bodem van de locatie Gr 1 nam het gemiddelde vleespercentage toe tot meer dan 40% (**Figuur 14**). De mosselen in de mandjes op de bodem van de Oosterschelde en op de locatie Gr 2 bleven min of meer gelijk. Gedurende de rest van het seizoen nam het vleespercentage geleidelijk af. Tijdens de laatste meting op 14 oktober was het gemiddelde vleespercentage 28.8%. De laagste vleespercentages zijn aangetroffen bij de mosselen op de bodem, in het bijzonder op de locaties in de Oosterschelde (OS 1 en OS 2).



Figuur 14: Ontwikkeling van de gemiddelde vleespercentage (%) per locatie. Het grijze gebied geeft het 25% - 75% interval van alle metingen in betreffende periode.

In **Figuur 15** is ook te zien dat op het eind van het seizoen (14 oktober) de gemiddelde vleespercentages van de mosselen op de bodem telkens lager zijn dan in de waterkolom. Alleen op de locatie Gr 1 is dit niet significant ($p > 0.05$).

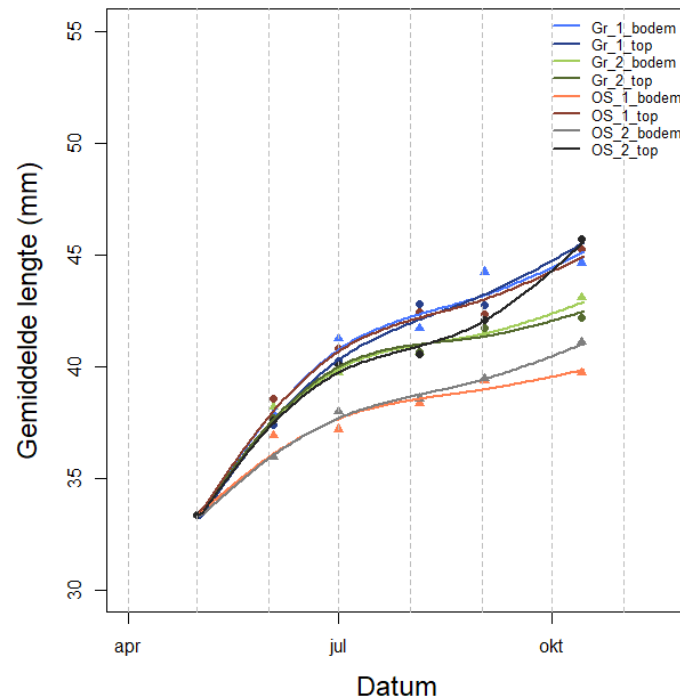


Figuur 15: Boxplots van vleespercentages (%) voor de verschillende locaties tijdens de laatste meting waarbij de mandjes in het Grevelingenmeer nog aanwezig waren (10 juli 2023). Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant verschillend ($p > 0.05$) van elkaar.

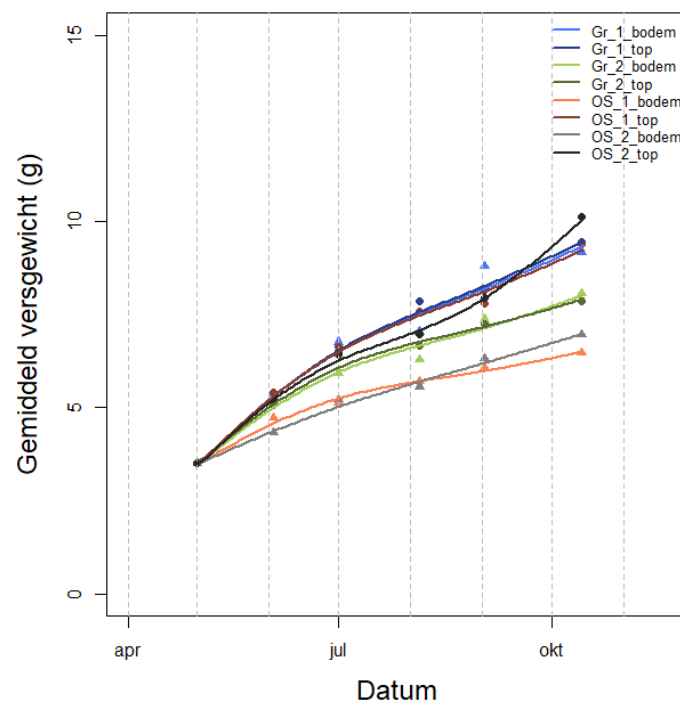
3.7 Trends door het seizoen

De trends door het seizoen zijn geanalyseerd door middel van GAM modellen. De regressielijnen (**Figuur 16** tot en met **Figuur 18**) geven de resultaten voor de verschillende locaties. In de figuren is voor de leesbaarheid alleen de gemiddelde waarde van de meting weergegeven door middel van de stippen.

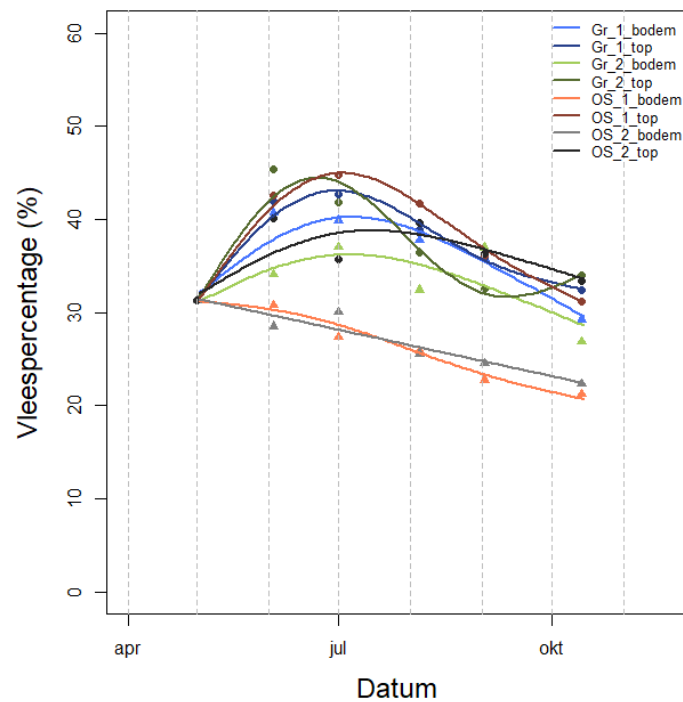
De GAM analyses van de lengte (**Figuur 16**) laten zien dat de groei een trend vertoont van groei aan het begin, daarna een stabilisatie in de maanden juli en augustus waarna de groei weer toeneemt in de maanden september en oktober. Over de hele periode blijft de groei van de mosselen op de bodem van locaties OS 1 en OS 2 achter. Dit zelfde patroon is ook terug te zien in de vergewichten (**Figuur 17**). Ook is te zien dat de groei van de mosselen op de locatie Gr 2 vanaf juli al iets achter loopt op de overige locaties. De vleespercentages van de mosselen op de bodem van locaties OS 1 en OS 2 nemen al direct na het uitzetten van de mosselen af. Op de overige locaties is er eerst een toename van de vleespercentages op alle locaties waarna deze weer geleidelijk afnemen vanaf juli (**Figuur 18**).



Figuur 16: GAM regressie modellen voor de lengte ontwikkeling (mm) op de verschillende locaties in 2024. De punten geven de gemiddelde waarden van de metingen. De lijnen geven de resultaten van de GAM regressie.



Figuur 17: GAM regressie modellen voor ontwikkeling versgewicht (g) op de verschillende locaties in 2024. De punten geven de gemiddelde waarden van de metingen. De lijnen geven de resultaten van de GAM regressie.



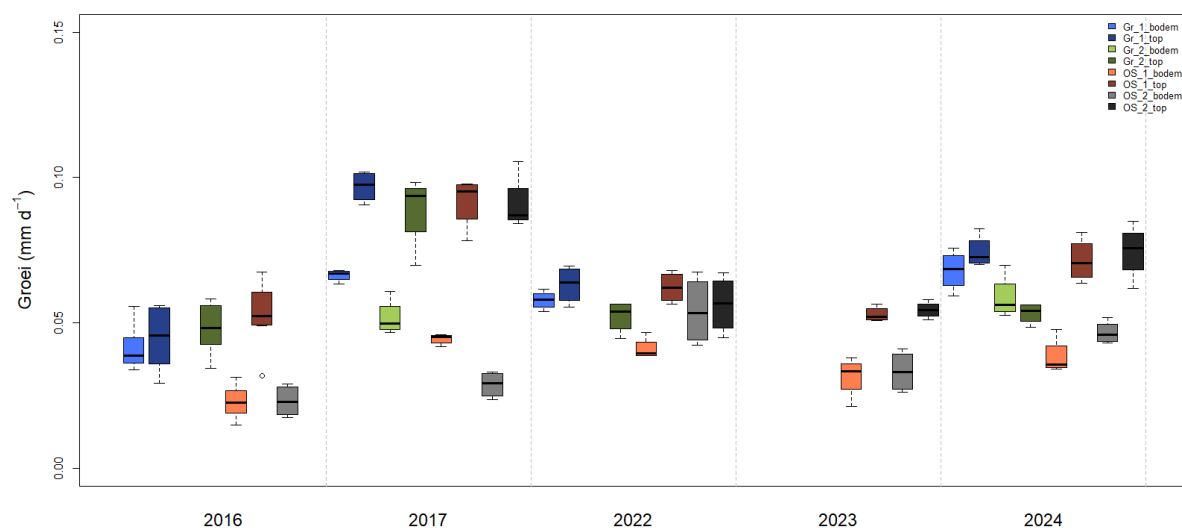
Figuur 18: GAM regressie modellen voor de ontwikkeling van het vleespercentage (%) op de verschillende locaties in 2024. De punten geven de gemiddelde waarden van de metingen. De lijnen geven de resultaten van de GAM regressie.

4 Conclusies

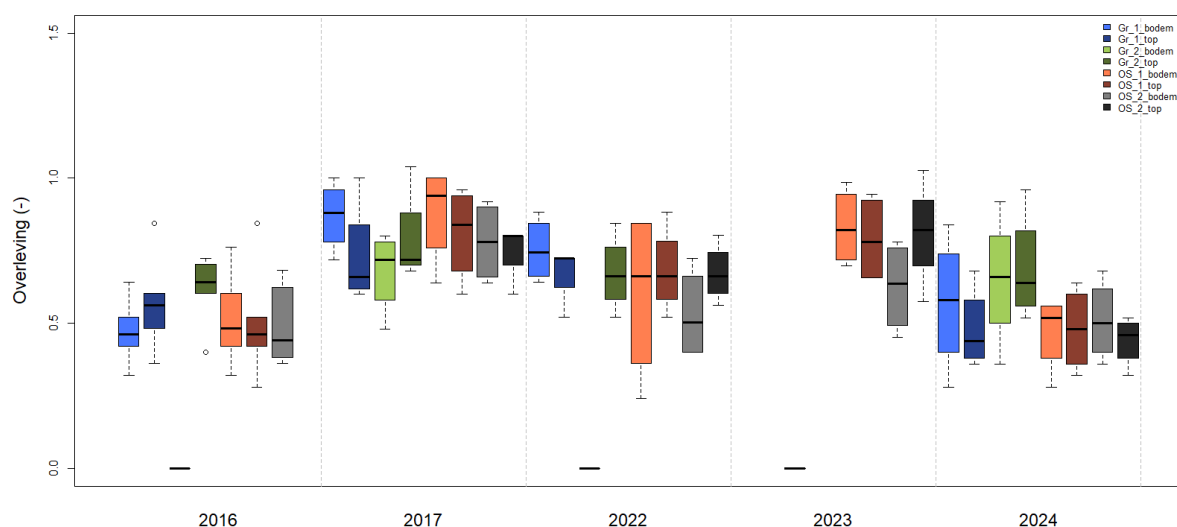
De groei en overleving van mosselen in de mandjes in het Grevelingenmeer zijn verbeterd na ingebruikname van de Flakkeese spuisluis. Dit is mogelijk een indicatie van een verbetering van de waterkwaliteit (meer zuurstof en meer voedsel voor de mosselen) in de directe nabijheid (enkele honderden meters) van de Flakkeese spuisluis. Ook Didderen en Driessen (2017) suggereren een lichte verbetering van de waterkwaliteit bij de bodem in de nabijheid van de Flakkeese spuisluis na ingebruikname. Voor de ingebruikname (2016) zijn alle mosselen op de bodem van locatie Gr 2 doodgegaan als gevolg van zuurstofloosheid (Wijsman et al., 2016). Ook in 2023 zijn de mosselen op bodem van locatie Gr 2 overleden, mogelijk als gevolg van zuurstofloosheid, maar omdat de opstellingen daarna zijn verdwenen kon dit niet worden geverifieerd door zuurstofmeters. In 2024 was er sprake van overleving op iedere locatie. De gemiddelde overleving was minder dan in 2017, 2022 en 2023, maar dat kan te maken hebben met de algehele verhoogde sterfte van mosselen in de Oosterschelde.

De huidige studie laat zien dat niet alleen de overleving van de mosselen in het Grevelingenmeer is verbeterd maar dat ook de groei van de mosselen is toegenomen, zowel in de waterkolom als op de bodem. Dit is mogelijk het gevolg van de aanvoer van algen door de verbeterde waterbeweging. Ook aan de Oosterscheldezijde zijn de condities voor de mosselen verbeterd door de verbeterde wateruitwisseling. Zowel de groei als de overleving is toegenomen. De mosselen op de bodem aan de Oosterscheldezijde hebben het nog wel moeilijk. Waarschijnlijk is dit een gevolg van de organische belasting van de bodem door de mosselhangcultuur in combinatie met de geringe waterbeweging in het gebied.

Het verschil in groei van de mosselen tussen het wateroppervlak en de bodem is een consequent beeld op alle locaties over alle jaren (**Figuur 19**). Blijkbaar ondervinden de mosselen op de bodem meer stress door de lagere zuurstofconcentraties of is er minder voedsel beschikbaar voor de mosselen. De productie van micro-algen (voedsel voor de mosselen) vindt voornamelijk bovenin de waterkolom plaats, waar het meeste licht beschikbaar is. Als er weinig getijdenbeweging is en/of menging door de wind kan het voedsel mogelijk onvoldoende naar de bodem worden getransporteerd. Ook is het mogelijk dat de mosselen bij de bodem meer stress ondervinden door de hogere concentraties zwevend stof of slechtere waterkwaliteit. Dit is ook bekend uit de mosselkweek waar hangcultuur mosselen doorgaans sneller groeien dan mosselen uit de bodemcultuur. In de overleving van de mosselen is dit verschil tussen bodem en waterkolom minder duidelijk (**Figuur 20**). Wel is duidelijk in die figuur dat een deel van de mosselen op de bodem van locatie Gr 2 alleen in 2017 en 2024 hebben overleefd. In de andere jaren zijn de mosselen op deze locatie allemaal overleden. In 2022 is de sterfte pas in september opgetreden (Wijsman en Van der Pool, 2022).



Figuur 19: Gemiddelde groeisnelheid (mm d^{-1}) van de mosselen op de verschillende locaties over de verschillende jaren.



Figuur 20: Gemiddelde overleving (-) van de mosselen op de verschillende locaties over de verschillende jaren.

In deze studie is de groei en overleving van mosselen gebruikt als indicator voor de verbetering van de waterkwaliteit in het Grevelingenmeer als gevolg van de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis. Door de Flakkeese spuisluis stroomde in 2024 per dag gemiddeld ongeveer 7 miljoen m^3 water van de Oosterschelde naar het Grevelingenmeer en 4.5 miljoen m^3 omgekeerd. Het totale volume van het Grevelingenmeer is ongeveer 570 miljoen m^3 (Wijsman et al., 2022). Het verwachte invloedgebied van de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis ligt ten oosten van de Veermansplaat (Zijl en Nolte, 2006, Dideren en Driessen, 2017), maar het meeste effect zal in de buurt van de sluis zelf liggen, waar dit onderzoek is uitgevoerd.

Het Grevelingenmeer is geschikt voor schelpdierkweek vanwege de beschutte ligging en geringe temperatuurverschillen, maar heeft een beperkte uitwisseling met de Noordzee waardoor de voedseltoevoer vanuit de Noordzee beperkt is. Momenteel vindt er commerciële schelpdierkweek plaats van de Japanse en platte oester op een gebied van ca. 550 ha. Daarnaast wordt er geëxperimenteerd met

mosselzaadvanginstallaties (MZI's) en hangcultuurmosselen (MHC) nabij de Brouwersdam. De hoeveelheid gekweekte schelpdieren bedraagt ca. 3.4% van alle schelpdieren bij elkaar in het Grevelingenmeer (Mulder et al., 2021).

De totale hoeveelheid voedsel die beschikbaar is voor de schelpdieren is afhankelijk van diverse processen zoals primaire productie, import van algen, kwaliteit van de algen, filtratiesnelheid (graasdruk), waterbeweging, etc. (Dame en Prins, 1998, Smaal et al., 2013, Smaal en Wijsman, 2014, Smaal, 2017, Kamermans en Van Asch, 2018, Jansen et al., 2019, Smaal en Van Duren, 2019, Wijsman, 2019). De ingebruikname van de Flakkeese spuisluis heeft geleidt tot meer wateruitwisseling met de Oosterschelde.

In het kader van het project Getij Grevelingen zijn scenarioberekeningen uitgevoerd met een 3D waterkwaliteitsmodel (Van Der Heijden en Nolte, 2022). Daarbij zijn onder andere de scenario's mét en zonder Flakkeese spuisluis met elkaar vergeleken. De modelberekeningen voorspellen een toename in primaire productie over het hele Grevelingenmeer van $535 \text{ mg C m}^{-2} \text{ jaar}^{-1}$ naar $565 \text{ mg C m}^{-2} \text{ jaar}^{-1}$ door de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis. Dit is een toename met 6% met de meeste toename in de directe nabijheid van de spuisluis. In de rest van het Grevelingenmeer, waar de meeste (oester)kweekpercelen liggen is het effect beperkt ($< 50 \text{ mg C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ toename). Dit toename in primaire productie leidt in theorie tot meer voedsel voor schelpdieren. Echter, het is dan wel van belang dat er geen zuurstofdepletie optreedt in het water dat zich boven de kweekpercelen bevindt. Voor eventuele hangcultuur, zoals dat ook bij de Brouwersdam wordt toegepast, is dit minder een risico.

5 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

- Dame, R.F. en T.C. Prins (1998). Bivalve carrying capacity in coastal ecosystems. *Aquatic Ecology* 31:409-421.
- Didderen, K. en F.M.F. Driessen (2017). Verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer V. Zomer 2017. Metingen in het oostelijke deel in het eerste jaar na ingebruikname Flakkeese spuisluis (T1). Bureau Waardenburg. Rapport nummer: 17-159.
- Haas, H.A., P.R.A. Van Der Linden en H. Holzhauer (2006). Flakkeese Spuisluis in ere hersteld. Studie naar de effecten van de ingebruikname van de Flakkeese Spuisluis op het Grevelingenmeer. RIKZ. Rapport nummer: 2006.022. 44 pagina's.
- Jansen, H., P. Kamermans, S. Glorius en M. Van Asch (2019). Draagkracht van de Oosterschelde en de westelijke Waddenzee voor schelpdieren. Evaluatie van veranderingen in de voedselcondities en schelpdierbestanden in relatie tot de mosselweek in de periode 1990-2016. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C096/19. 46 pagina's.
- Jaspers, H. en K. Hüsken (2023). Ecologische effectiviteit Getij Grevelingen. Beoordeling van de ecologische effectiviteit van de verschillende getijvarianten. Sweco. Rapport nummer: NL23-648800269-41064. 137 pagina's.
- Kamermans, P. en M. Van Asch (2018). Monitoring draagkracht voor schelpdieren in relatie tot opschaling MZIs in de Waddenzee en de Oosterschelde. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C043/18. 33 pagina's.
- Maarse, M.J., A.J. Nolte, F.M. Kleissen en B.P.J. Becker (2019). Optimalisatie van peilbeheer Getij Grevelingen door aansturing van het doorlaatmiddel in de Brouwersdam. Deltares. 29 pagina's.
- Meysman, F.J.R., N. Risgaard-Petersen, S.Y. Malkin en L.P. Nielsen (2015). The geochemical fingerprint of microbial lon-distance electron transport in the seafloor. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 152:122-142.
- Ministerie I&M (2023). Kiezen voor systeemherstel? Eindrapport Taskforce Getij Grevelingen. 74 pagina's.
- Mulder, I.M., J.W.M. Wijsman en M. Tangelder (2021). Een quickscan naar ecologische draagkracht voor filter feeders nu en bij gedempt getij. Wageningen Marine Research, Yerseke. Rapport nummer: C006/21. 33 pagina's.
- Smaal, A.C. (2017). Draagkracht voor schelpdieren: definities, indices en case studies. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C023/17. 26 pagina's.
- Smaal, A.C., T. Schellekens, M.R. Van Stralen en J.C. Kromkamp (2013). Decrease of the carrying capacity of the Oosterschelde estuary (SW Delta, NL) for bivalve filter feeders due to overgrazing? *Aquaculture* 404-405:28-34.
- Smaal, A.C. en L.A. Van Duren (2019). Bivalve aquaculture carrying capacity: concepts and assessment tools. *In* A.C. Smaal, J.G. Ferreira, J. Grant, J.K. Petersen, and Ø. Strand, editors. *Goods and services of marine bivalves*. Springer. 451-483 pagina's.
- Smaal, A.C. en J.W.M. Wijsman (2014). Kansen voor schelpdiercultuur in Grevelingen en Volkerak-Zoommeer bij ander waterbeheer. IMARES. Rapport nummer: C045/14. 32 pagina's.
- Van Der Heijden, L. en A.J. Nolte (2022). Effect en effectiviteit van negen scenario's op de zuurstofdoelindicatoren van het Grevelingenmeer. Onderdeel van Getij Grevelingen.
- Wijsman, J.W.M. (2002). Stratificatie en zuurstofdeficiëntie in het Grevelingenmeer. RIKZ Middelburg. Rapport nummer: RIKZ/AB/2002.819X. 64 pagina's.
- Wijsman, J.W.M. (2019). Meten van primaire productie in de Oosterschelde, Grevelingenmeer en het Veerse Meer. Overzicht van methodieken en plan van aanpak voor monitoring. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C022/19. 56 pagina's.
- Wijsman, J.W.M., E. Brummelhuis en A.C.M. Van Gool (2016). Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis. Resultaten T₀ bemonstering 2016. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C126/16. 33 pagina's.
- Wijsman, J.W.M., S.A. Cornelisse, J. Van der Pool en W. Suykerbuyk (2023a). T₀ Monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen. Voortgangsrapportage 2023. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C035/23.
- Wijsman, J.W.M., A. Gool en J. Van der Pool (2017). Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis. Resultaten T₁ bemonstering 2017. Wageningen Marine Research, Yerseke. Rapport nummer: C106/17. 30 pagina's.
- Wijsman, J.W.M., P.C. Goudswaard, M.J.J. Kotterman en A.C. Smaal (2014). Quick scan: Effecten zout getij Grevelingenmeer en Volkerak-Zoommeer op visserij en aquacultuur. IMARES. Rapport nummer: C013/14. 52 pagina's.
- Wijsman, J.W.M., M. Tangelder, A. Hamer, J. Janssen, N. Van Rooijen en M.S.J. Hoekstein (2022). Ecologische effecten veranderd peilbeheer Grevelingen. Inschatting effecten aangepaste varianten in peilbeheer op onderwaternatuur en de Natura 2000 instandhoudingsdoelen. Wageningen Marine Research. 138 pagina's.

- Wijsman, J.W.M. en J. Van der Pool (2022). Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis. Resultaten T₂ bemonstering 2022. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C083/22. 26 pagina's.
- Wijsman, J.W.M., J. Van der Pool, S. Breunese, S.A. Cornelisse, D. Van den Ende en W. Suykerbuyk (2024). T0 monitoring effecten Innovatieve Zoet-Zout Scheiding Krammersluizen. Voortgangsrapportage 2024. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C035/24. 47 pagina's.
- Wijsman, J.W.M., J. Van der Pool en W. Suykerbuyk (2023b). Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis. Eindrapport. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C081/23. 36 pagina's.
- Zijl, F. en A.J. Nolte (2006). Effect van ingebruikname Flakkeese spuisluis op de hydrodynamica en waterkwaliteit van het Grevelingenmeer. WL Delft Hydraulics. 104 pagina's.

Verantwoording

Rapport: C096/24

Projectnummer: 4313100231

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

Akkoord: Dr. J.A.M. Craeymeersch
Senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 17 december 2024

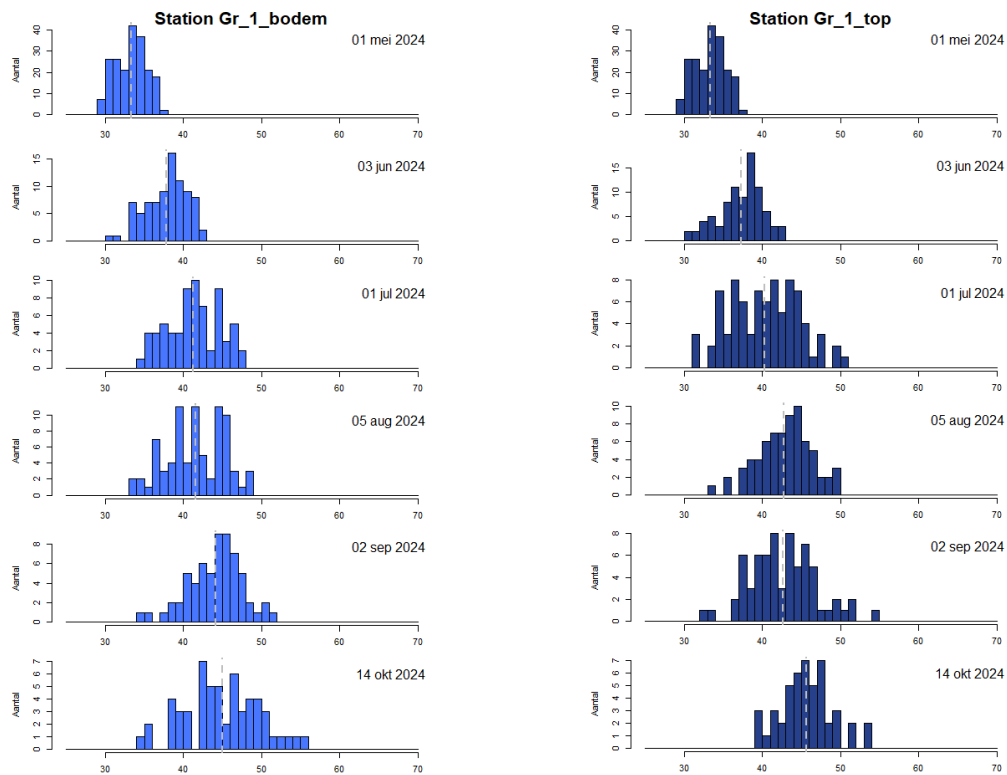
Akkoord: Dr. ir. T.P. Bult
Director

Handtekening:

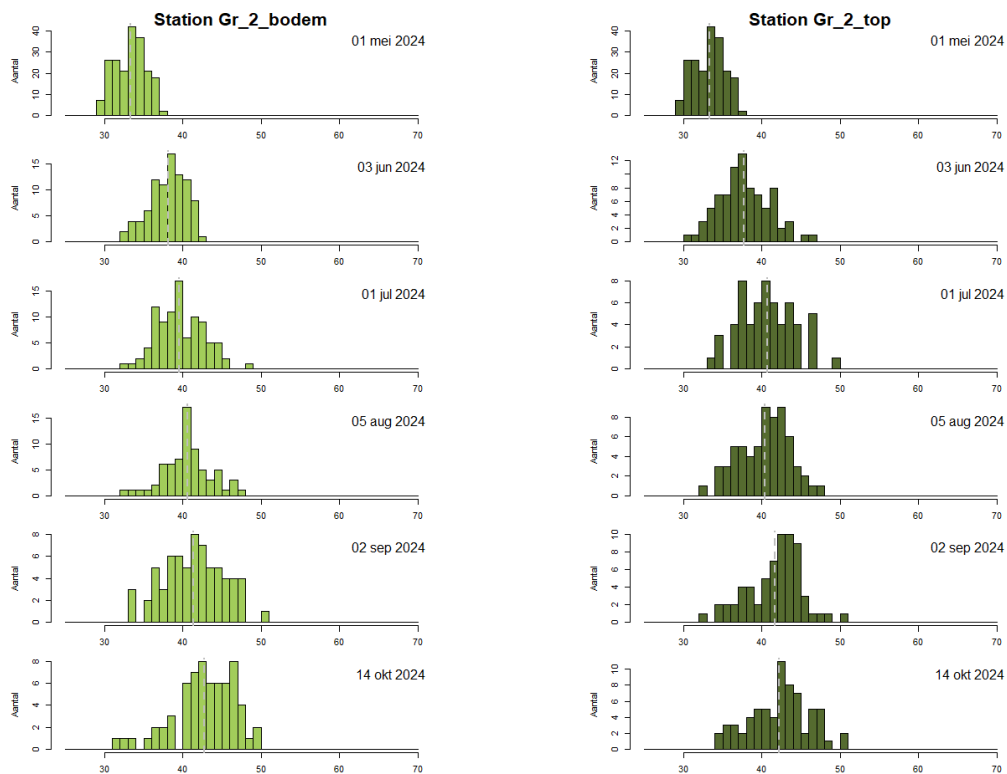


Datum: 17 december 2024

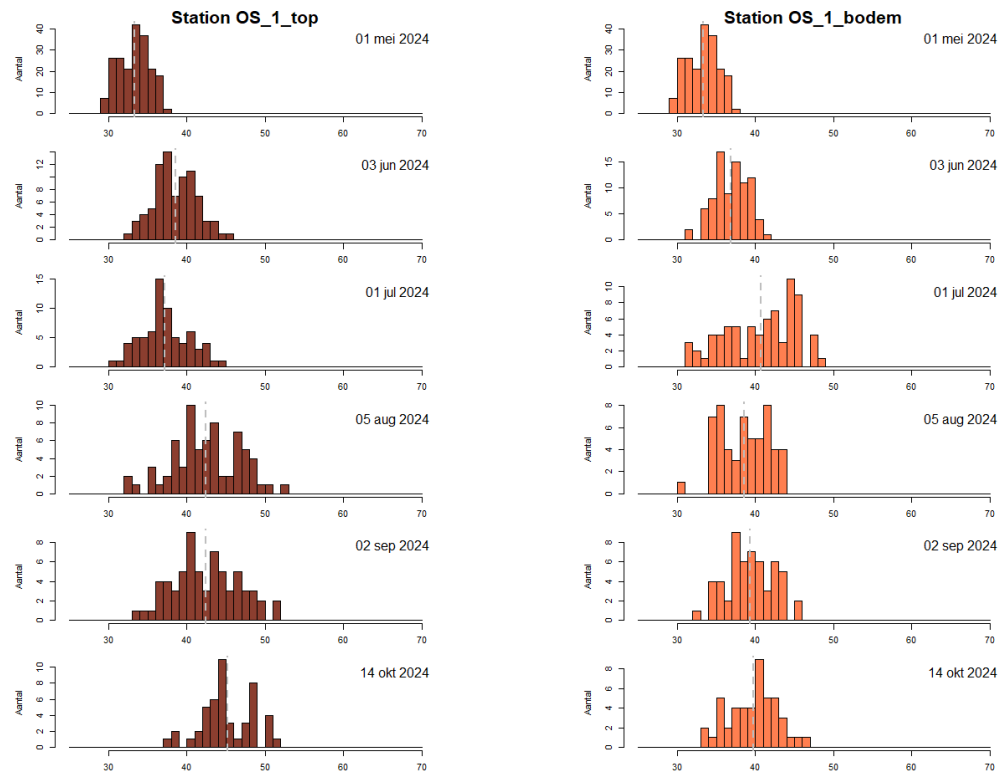
Bijlage 1 Lengte-frequentieverdelingen



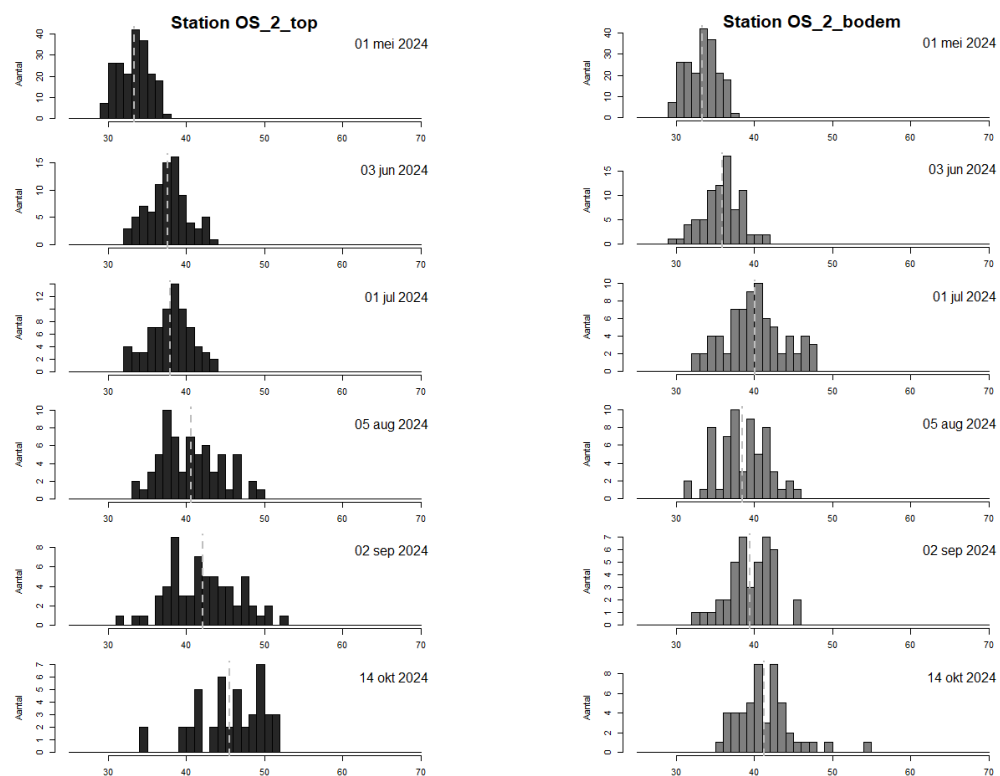
Figuur 21: Ontwikkeling van de lengte-frequentieverdelingen van de mosselen op locatie Gr 1.



Figuur 22: Ontwikkeling van de lengte-frequentieverdelingen van de mosselen op locatie Gr 2.



Figuur 23: Ontwikkeling van de lengte-frequentieverdelingen van de mosselen op locatie OS 1.



Figuur 24: Ontwikkeling van de lengte-frequentieverdelingen van de mosselen op locatie OS 2.

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

Bezoekersadres:

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



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

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
