



Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis

Resultaten T1 bemonstering 2017

Auteurs: Jeroen Wijsman, Ad van Gool en Jesse van der Pool

Wageningen University &
Research Rapport C106/17

Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis

Resultaten T1 bemonstering 2017

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

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

Publicatie datum: 13 december 2017

Wageningen Marine Research
Yerseke, december 2017

Wageningen Marine Research rapport C106/17

Jeroen Wijsman, Ad van Gool en Jesse van der Pool, 2017. *Monitoring mosselgroei Flakkeese spuisluis; Resultaten T1 bemonstering 2017*. Wageningen, Wageningen Marine Research, Wageningen Marine Research rapport C106/17. 30 blz.

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/429221>

Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2017 Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, onderdeel
van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk 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.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V15.1

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Aanpak	5
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	11
2.4 Metingen zuurstof en temperatuur	11
3 Resultaten	12
3.1 Initiele lengtefrequentieverdeling	12
3.2 Temperatuur en zuurstofverloop	12
3.3 Overleving	15
3.4 Schelplengte	15
3.5 Gewicht	16
3.6 Vleespercentage	20
3.7 Trends door het seizoen	21
4 Conclusies	23
5 Kwaliteitsborging	24
Literatuur	25
Verantwoording	26
Bijlage 1 Resultaten GAM analyses	27

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 zal verbeteren, met name nabij de bodem waar tijdens de zomerperiode regelmatig zuurstofloosheid optreedt. Om deze veranderingen te kunnen monitoren zijn er mosselen uitgezet in mandjes op twee locaties in het Grevelingenmeer en twee locaties in de Oosterschelde. Op alle locaties zijn de mosselen uitgezet op de bodem en hangend aan een boei, net onder het wateroppervlak. De groei en ontwikkeling van de mosselen kan worden gebruikt als een indicator voor de waterkwaliteit en -productiviteit. Doordat de mosselen gedurende een periode van zes maanden zijn uitgezet, zijn de groeimetingen de resultante van de waterkwaliteit over die hele periode. Ook zijn zowel in het Grevelingenmeer als in de Oosterschelde continue-metingen verricht voor zuurstofconcentratie (alleen bij de bodem) en temperatuur (nabij de bodem en het wateroppervlak). Dit rapport beschrijft de situatie in 2017, het eerste jaar na de ingebruikname van de hevel (de zogenaamde T₁-meting). In 2016 is een T₀ meting gedaan (vóór de ingebruikname), en in 2018 (of 2019) zal er een tweede meting na de ingebruikname van de hevel worden uitgevoerd. Het doel van deze metingen is de effecten van de Flakkeese Spuisluis op de groei en overleving van mosselen en daarmee de waterkwaliteit aan beide zijden van de sluis in kaart te brengen.

De resultaten van deze T₁ meting laten zien dat de waterkwaliteit nabij de bodem in het Grevelingenmeer aanzienlijk is verbeterd ten opzichte van 2016. In dat jaar waren de mosselen op de bodem bij de locatie GR 2 in het Grevelingenmeer al na een maand allemaal dood, waarschijnlijk als gevolg van zuurstofloosheid. In 2017 was de overleving van de mosselen over 6 maanden op alle locaties gemiddeld 79%.

De mosselen die vlak onder het wateroppervlak zijn uitgezet groeiden aanzienlijk beter dan op de bodem. De mosselen in de waterkolom zijn in de 6 maanden ruim drie keer zo zwaar geworden (van 4 gram naar 13 gram per individu) en het vleespercentage is rond de 40%. Dit is een indicatie dat er voldoende voedsel in het water zit, zowel aan de Oosterschelde- als de Grevelingenmeerzijde. Er is geen duidelijk verschil in groei van de mosselen in de waterkolom tussen de verschillende locaties.

De mosselen die zijn uitgezet op de bodem groeiden aanzienlijk minder dan in de waterkolom. De beste groei van alle mosselen op de bodem is nog behaald op locatie GR 1, waar de mosselen aan het eind van het experiment gemiddeld 10 gram waren. Het vleespercentage op deze locatie was ongeveer 33%. De slechtste groei was op de bodem van locatie OS 2. De mosselen waren aan het eind van het experiment net iets meer dan 6 gram (2 gram in gewicht toegenomen) en het gemiddelde vleespercentage was slechts 15%.

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). Dit heeft negatieve effecten op de waterkwaliteit, vooral in 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 (FSS), een hevel in de Grevelingendam, na 30 jaar stilstand, weer in gebruik genomen. Door middel van hevelwerking kan water door middel van het getij op de Oosterschelde heen en weer stromen tussen de Oosterschelde en het Grevelingenmeer. De hevel 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 en daarmee mogelijk de waterkwaliteit in het oostelijk deel van het Grevelingenmeer, nabij de spuisluis. Via zes kokers in de FSS kan er water vanuit het Grevelingenmeer naar de Oosterschelde kunnen 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 het geplande doorlaatmiddel in de Brouwersdam.

Een andere studie (Didden 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 *Beggiotoa*-matten. Na de inwerkingstelling van de Flakkeese spuisluis is binnen de invloedsfeer van de sluis de bedekking met witte bacteriematten lager, en de schade aan het bodemleven minder 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 langere periode slecht is zullen de mosselen slecht groeien en eventueel dood gaan. Daarnaast is de zuurstofconcentratie bij de bodem continue 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 (zowel aan de Oosterschelde als de Grevelingenmeer zijde) uitgezet in mandjes op de bodem, alsmede 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 de ingebruikname, is de verwachting dat de mosselen op de bodem van het Grevelingenmeer het slecht zouden doen vanwege de zuurstofdepletie van het water nabij de bodem tijdens de zomer. De ingebruikname van de Flakkeese spuisluis zou kunnen leiden tot betere zuurstofcondities 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 zal zijn dan in het Grevelingenmeer, vanwege een andere voedselbeschikbaarheid in het Grevelingenmeer dan in de Oosterschelde. Na de ingebruikname was de verwachting dat er 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 afstand van de sluis in het Grevelingenmeer en twee locaties in de Oosterschelde. Omdat wordt verwacht dat de veranderingen in de waterkolom anders zijn dan op de bodem (zie alinea hierboven) zijn er zowel mosselen op de zeebodem geplaatst als hangend in de waterkolom, vlak onder het wateroppervlak. Het effect van de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis zal worden geëvalueerd uit de relatieve groei en overleving van de mosselen op de verschillende locaties voor en na de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis. Hierdoor is het volgen van (een) referentielocatie(s) niet noodzakelijk.

Dit rapport behelst de T₁ monitoring (2017, het eerste jaar na ingebruikname). De monitoring is een voortzetting van de T₀ monitoring die in 2016 is uitgevoerd, voordat de hevel in gebruik is genomen (Wijsman et al., 2016). De monitoring zal worden voortgezet met een T₂ in 2018 of in 2019, afhankelijk van een eventuele sluiting van de hevel ten behoeve van de bouw van het Tidal Technology Center Grevelingendam (TTC-GD). Als de Flakkeese Spuisluis in 2018 wordt gesloten zal de T₂ in 2019 worden uitgevoerd.

1.4 Afbakening

Voorliggend rapport beschrijft uitsluitend de resultaten van de monitoring die is uitgevoerd in 2017. In de eindrapportage na de T₂ monitoring (2018 of 2019) zullen de resultaten worden geëvalueerd in relatie tot de T₀ en T₁ monitoring. Tevens zal er dan een beschouwing worden gegeven van de resultaten in relatie tot de kansen voor schelpdierkweek in het Grevelingenmeer.

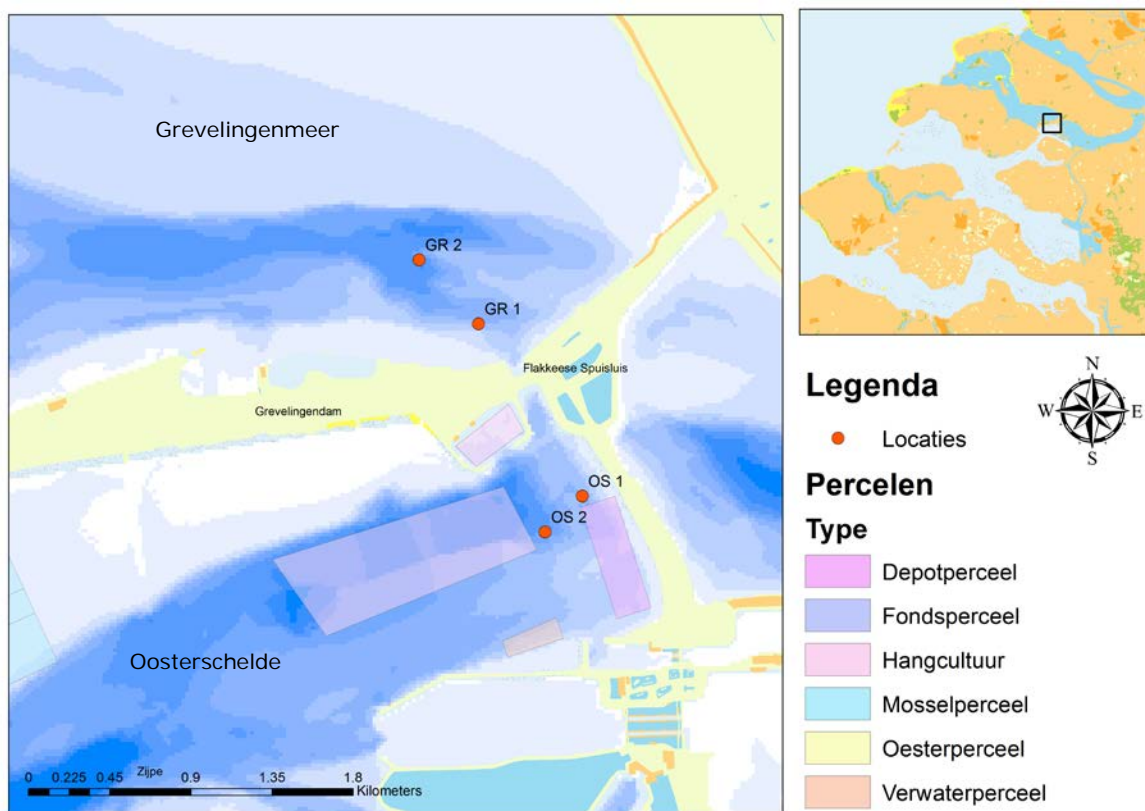
1.5 Dankwoord

De bemonstering is uitgevoerd in samenwerking met de bemanning van ms Cygnus en ms De Hammen van de Rijksrederij. Hierbij willen wij de bemanning danken voor hun inzet en prettige samenwerking. Tony 't Mannetje van de Rijksrederij willen wij danken voor zijn medewerking bij het inplannen van de schepen. Piet Lievense (Rijkswaterstaat) heeft de debiet gegevens door de Flakkeese Spuisluis beschikbaar gesteld. Paul Paulus van Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta heeft het project begeleidt. Silvana Ciarelli (Rijkswaterstaat) heeft zeer bruikbare correcties uitgevoerd op een eerdere versie van dit rapport.

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 m. 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 12 meter.



Figuur 1: Ligging van de onderzoekslocaties bij de Flakkeese Spuisluis. De overzichtskaart rechtsboven laat zien waar deze spuisluis zich bevindt binnen de zuidwestelijke delta.

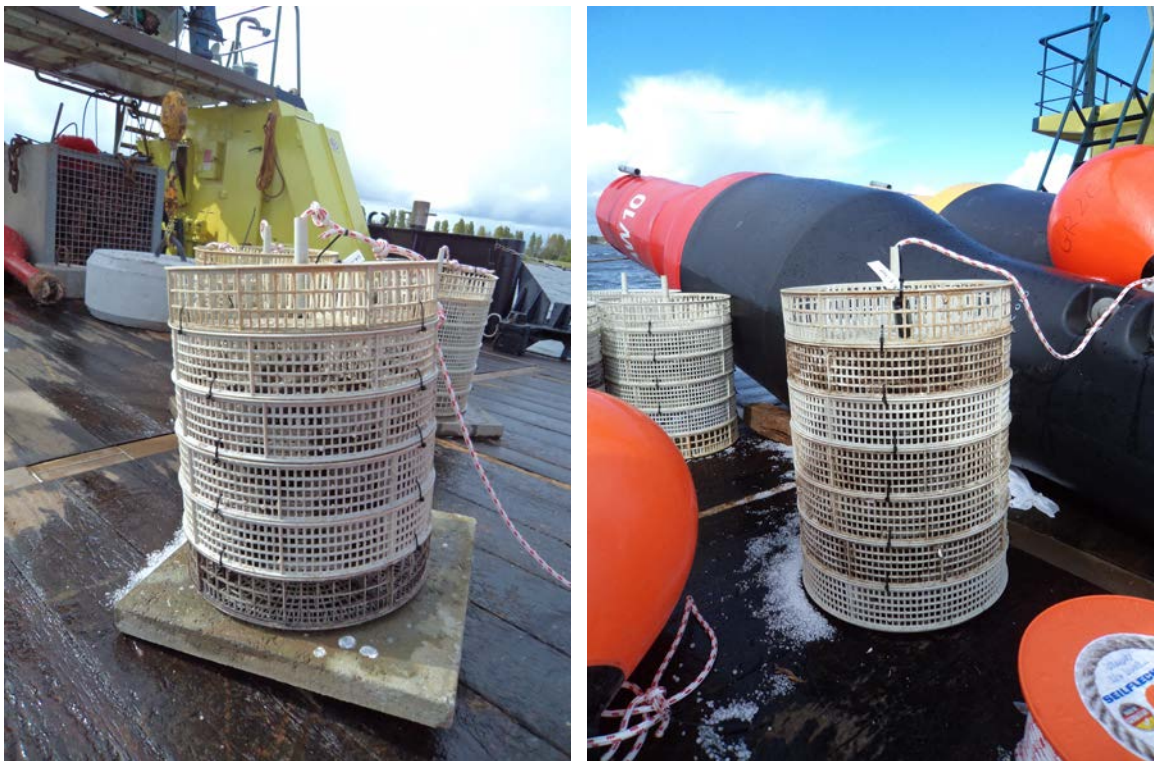
Tabel 1 Coördinaten van de locaties

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° 40.263'	4° 9.044'

2.2 Groeimetingen mosselen

Om de groei en overleving van mosselen te volgen zijn er op iedere locatie drie torens met gestapelde mandjes geplaatst die zijn gevuld met halfwas mosselen. Twee torens op de bodem (A en B) en één toren (C) hangend aan een boei in de water kolom op een diepte van ongeveer 2 meter onder het wateroppervlak. De torens op de bodem bestaan uit 5 ringen (Figuur 2). De bovenste en onderste ringen waren leeg en dienden respectievelijk als deksel en als buffer ter voorkoming dat de onderste mosselen in de slik wegzakken. De toren in de waterkolom bestond uit 7 ringen (Figuur 2), waarbij de bovenste ring als deksel diende.

Iedere ring was verdeeld in 4 compartimenten (Figuur 3). Aan het begin van ieder experiment (25 april 2017) zijn de compartimenten gevuld met 25 mosselen van ongeveer gelijke lengte (ca 3,5 cm). Per toren op de bodem zijn er 300 mosselen gebruikt (25x4x3). Op iedere locatie zijn er twee torens op de bodem geplaatst (dus 600 mosselen per locatie). Deze torens zijn verzwaard met een betontegel (60 x 60 cm) aan de onderzijde. Per toren in de waterkolom zijn in totaal 600 mosselen gebruikt (25x4x6). 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.



Figuur 2: Toren met mosselmandjes voor op de bodem (links) en voor in de waterkolom (rechts).



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

Bij de start van het experiment is uitgegaan van halfwas mosselen met een schelpenlengte van ongeveer 3,5 cm, die in de week voorafgaand aan het experiment door de bemanning van de MS Regulus 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. Uit de opgevisste voorraad mosselen zijn ruim 5 000 mosselen uitgezocht van ongeveer 3,5 cm. 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.

De manden met mosselen zijn uitgezet op 25 april 2017 (Tabel 2). Ze zijn er weer uitgehaald op 24 oktober 2017. Iedere maand is er een bemonstering uitgevoerd. Per locatie zijn er telkens 2 torens bemonsterd, één van de bodem (A of B) en één hangend in de waterkolom (C). Per toren zijn alle 4 compartimenten uit één ring bemonsterd. Deze vier monsters zijn als pseudoreplica's behandeld. Per compartiment zijn de mosselen in een gelabelde zak gedaan en geanalyseerd.

In tegenstelling tot de bemonstering in 2016 (Wijsman et al., 2016) zijn er in 2017 geen torens verloren.

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

Datum	GR 1	GR 1	GR 2	GR 2	OS 1	OS 1	OS 2	OS 2
	Bodem	Top	Bodem	Top	Bodem	Top	Bodem	Top
29 mei 2017	4	4	4	4	4	4	4	4
29 juni 2017	4	4	4	4	4	4	4	4
25 juli 2017	4	4	4	4	4	4	4	4
28 aug 2017	4	4	4	4	4	4	4	4
22 sept 2017	4	4	4	4	4	4	4	4
24 okt 2017	4	4	4	4	4	4	4	4

Het aantal 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 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). Het vleespercentage (%) is berekend door het vleesgewicht te delen door het versgewicht en te vermenigvuldigen met 100. Het drooggewicht (70 °C) en het Asvrij Drooggewicht (540 °C) van het vlees is bepaald met behulp van respectievelijk een droogoven en een verassingsoven.



Figuur 4: Aangroei in en op de ringen. De gele slijmerige organismen zijn doorschijnende zakpijpen (*Ciona intestinalis*) die zich in de ringen hebben gevestigd. Aan de buitenkant van de ring is mosselzaad te zien en wandelend geraamtes (*Caprella linearis*).

Doordat de torens een goed substraat zijn voor organismen zoals zakpijpen, zeepokken, kreeftachtigen en wilde mosselen (Figuur 4) zijn de torens uit voorzorg regelmatig (maandelijks, tijdens de bemonstering) schoongemaakt zodat de mandjes niet dicht gingen zitten en het water met voedsel de mosselen in de mandjes kon bereiken. Regelmatig zijn de mosselen overgeplaatst naar nieuwe, schone mandjes. Vooral de torens in de waterkolom waren regelmatig begroeid met organismen. De torens op de bodem hadden hier minder last van. Het mosselzaad dat in de mandjes terecht was gekomen (Figuur 4) is iedere keer verwijderd.

Per maand zijn er op iedere locatie vier compartimenten verzameld voor de lengtemetingen. Dit komt neer op maximaal $4 \times 25 = 100$ mosselen per toren. Door sterfte zaten er zijn er minder dan de 100 mosselen die er bij de start zijn in gedaan doorgemeten (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 is gedaan.

Tabel 3. Overzicht van het aantal mosselen waarvan de lengte is gemeten per locatie en datum van de bemonstering.

Datum	GR 1	GR 1	GR 2	GR 2	OS 1	OS 1	OS 2	OS 2
	Bodem	Top	Bodem	Top	Bodem	Top	Bodem	Top
29-5-2017	95	96	96	94	98	106	95	97
29-6-2017	93	92	94	94	97	100	97	98
26-7-2017	94	93	84	98	91	88	97	86
29-8-2017	84	89	85	87	83	91	82	91
22-9-2017	80	85	78	85	81	89	83	80
25-10-2017	87	73	68	79	88	81	78	75

2.3 Data analyse mosselgroei

De resultaten van de metingen zijn uitgezet in tijdreeksen vanaf de start van de meting (25 april) tot 24 oktober 2017 wanneer de meting is afgebroken. 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 weer te geven. Vervolgens zijn de gemiddelde waarden van de metingen per locatie daar overheen geplot.

Voor de laatste meting (24 oktober) 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 gemeten met een Hobo data logger (Water temperature Pro V2 Data Logger). Op de Ieder half uur is de watertemperatuur gemeten op de bodem en in de waterkolom (top). Op de locatie OS 2 is de temperatuur alleen nabij de bodem gemeten. Uit de T_0 bemonstering (Wijsman, 2016) is gebleken dat de watertemperatuur aan het oppervlakte op locatie OS 2 vrijwel identiek is aan de watertemperatuur aan het oppervlakte van de locatie OS 1. Tijdens iedere bemonstering zijn de dataloggers uitgelezen.

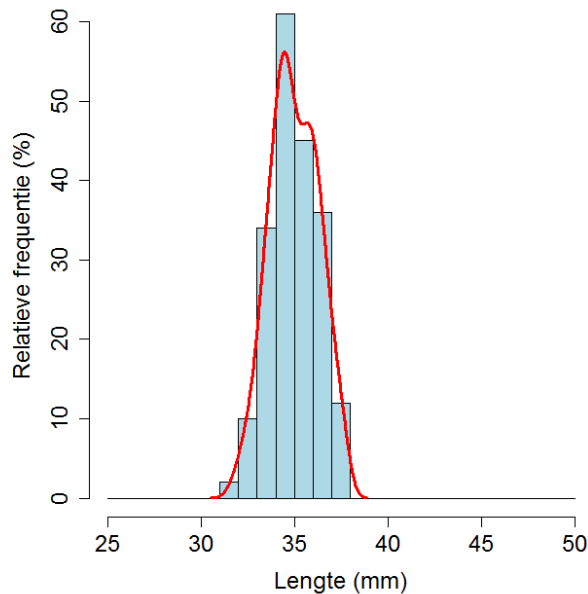
Op de locaties GR 1, GR 2 en OS 2 zijn de zuurstofconcentraties van het water geregistreerd met behulp van een Hobo zuurstof logger (Dissolved Oxygen Data Logger #U26-001). Een optische sensor meet de zuurstof concentratie in mg l^{-1} . De zuurstofconcentratie is ieder kwartier gemeten. Op de locatie GR 2 is er tijdens het uitlezen van de meter op 29 augustus iets misgegaan waardoor de data in de voorafgaande maand kwijt zijn geraakt en de meter is vervolgens ook niet goed opgestart. Gevolg is dat de metingen missen van 26 juli tot 22 september missen.

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

3 Resultaten

3.1 Initiele lengtefrequentieverdeling

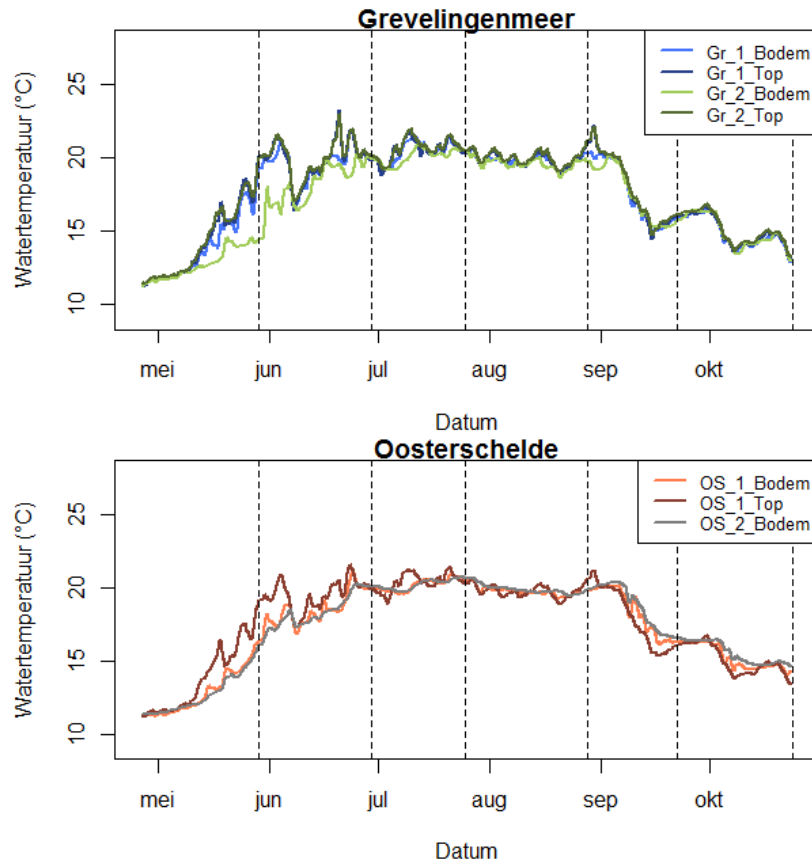
Bij de aanvang van het experiment is er een subset van 200 mosselen op lengte gemeten. De gemiddelde lengte van de mosselen bij de start van het experiment was 35,0 mm (st. dev 1,3 mm) (Figuur 5).



Figuur 5: Lengte frequentieverdeling van de mosselen bij de aanvang van het experiment (25 april 2017). De getrokken lijn geeft de gefitte dichtheidsfunctie weer.

3.2 Temperatuur en zuurstofverloop

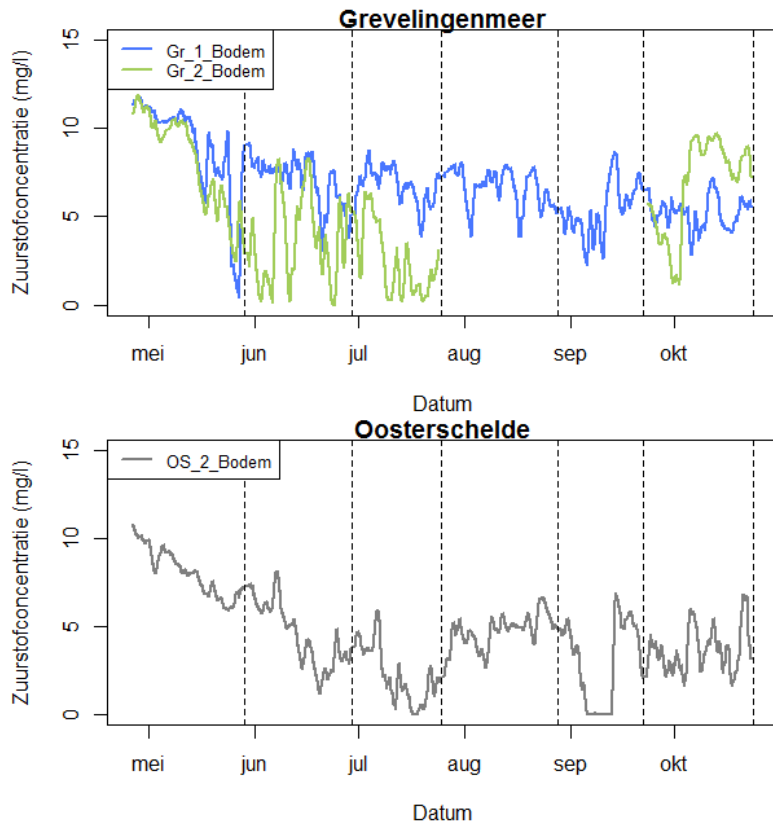
In Figuur 6 is het temperatuurverloop te zien over de verschillende locaties. Bij de aanvang van het experiment in april was het water nog relatief koud (ca 12 °C) en er is vrijwel geen verschil in watertemperatuur tussen de bodem en waterkolom. In de maand mei neemt de temperatuur snel toe en begin juni is de watertemperatuur aan de oppervlakte al meer dan 20 °C. De watertemperatuur bij de bodem is in de maand mei en begin juni duidelijk lager dan aan het oppervlakte. In deze periode is mogelijk temperatuurstratificatie opgetreden. Na de eerste week van juni koelt het oppervlaktewater weer af en is er weinig verschil tussen de watertemperatuur nabij de bodem en aan het oppervlakte. In het Grevelingenmeer is de watertemperatuur aan de oppervlakte op de twee locaties nagenoeg gelijk gedurende de hele periode. In de perioden dat het oppervlaktewater snel opwarmt (mei, eind juni, begin juli en eind augustus) lijkt er enige mate van temperatuurstratificatie op te treden, vooral op de diepste locatie (GR 2). In de Oosterschelde is dit minder uitgesproken. Opvallend bij de locaties in de Oosterschelde is dat half september en ook begin oktober het water nabij de bodem warmer is dan aan het oppervlakte.



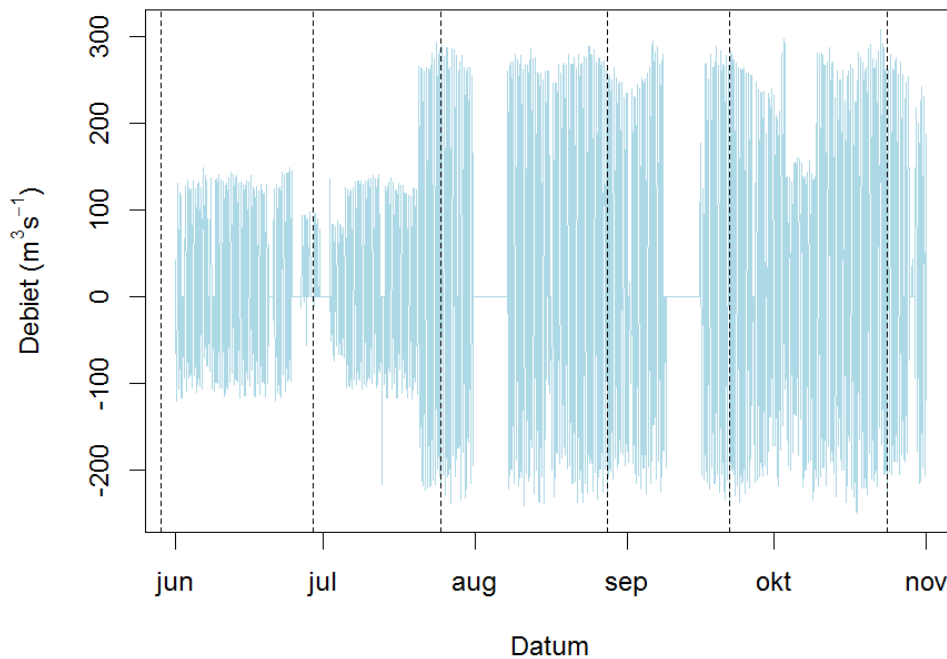
Figuur 6: Temperatuurverloop (daggemiddelden) op de locaties in het Grevelingenmeer (boven) en de Oosterschelde (onder). De verticale stippellijnen geven de bemonsteringsmomenten weer.

De zuurstofconcentratie op zowel de monitoringslocaties in het Grevelingenmeer als de locatie in de Oosterschelde nemen in de maand mei af (Figuur 7). Aan het eind van mei is het water nabij de bodem op locatie GR 1 bijna zuurstofloos, maar dit herstelt zich snel. Gedurende de rest van de periode blijft de zuurstofconcentratie bij de bodem op locatie GR 1 hoger dan 3 mg l^{-1} . In de maanden juni en juli zijn de zuurstofconcentraties op de locatie GR 2 lager dan op de locatie GR 1. De zuurstofconcentraties op locatie GR 2 fluctueren echter sterk, maar het water wordt niet zuurstofloos gedurende langere periode (tussen 26 juli tot 22 september ontbreken de data voor deze locatie). Op locatie OS 2 in de Oosterschelde neemt de zuurstofconcentratie nabij de bodem langzaam af in de maanden mei, juni en juli totdat het bodemwater bijna zuurstofloos is in half juli. Daarna komt er meer zuurstof in het bodemwater. Begin september (5 tot 13 september) is de zuurstofconcentratie van het bodemwater op de locatie OS 2 nagenoeg 0. Dit valt samen met een periode waarin de hevel is afgesloten (8 september tot en met 15 september, zie Figuur 8). De afsluiting kan echter deze zuurstofloosheid niet verklaren omdat het al zuurstofloos is voordat de hevel is gesloten.

In Figuur 8 is ook te zien dat de debieten door de Flakkeese Spuisluis na 20 juli zijn verdubbeld. Sinds dat moment staan alle 6 de kokers open. In het verdere verloop van het seizoen staat de spuisluis twee keer dicht gedurende een week (tussen 31 juni en 7 augustus en tussen 8 en 15 september). Er is geen duidelijk effect te zien van de sluiting van de spuisluis op de zuurstofconcentratie.



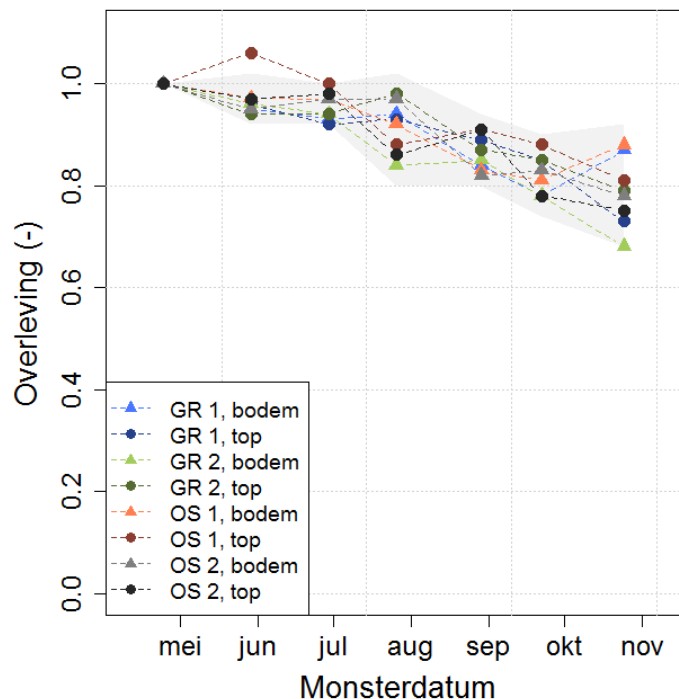
Figuur 7: Lopend gemiddelde van de zuurstofconcentratie nabij de bodem voor de locaties in het Grevelingenmeer (boven) en locatie OS 2 in de Oosterschelde (onder).



Figuur 8: Debieten door de Flakkeese Spuisluis in 2017 van juni tot en met november. Positieve debieten zijn naar het Grevelingenmeer en negatieve debieten zijn naar de Oosterschelde. Er zijn op dit moment geen gegevens van voor juni (concept data Rijkswaterstaat).

3.3 Overleving

In Figuur 9 is de overleving van de mosselen in de mandjes uitgezet tegen de tijd. Aan het eind van het experiment (25 oktober 2017) is de gemiddelde overleving van alle 8 de locaties 79%. van de overleving gemiddeld. Er is geen duidelijk verschil in overleving tussen de verschillende locaties. De overleving van meer dan 1,0 op locatie OS 1 top is waarschijnlijk veroorzaakt doordat er bij de start van het experiment in één van de compartimenten meer dan 25 mosselen hebben gezeten.

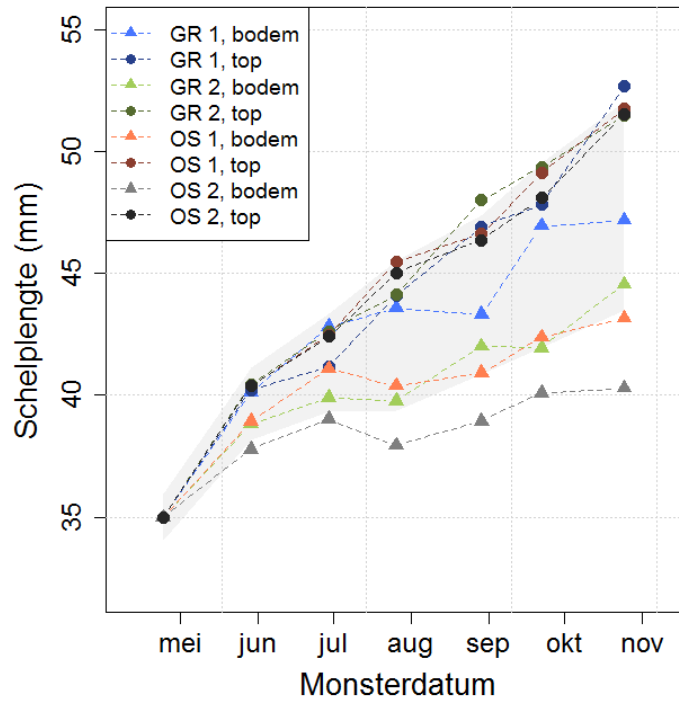


Figuur 9: Fractie overleving (-) van de mosselen in de mandjes op de verschillende locaties.

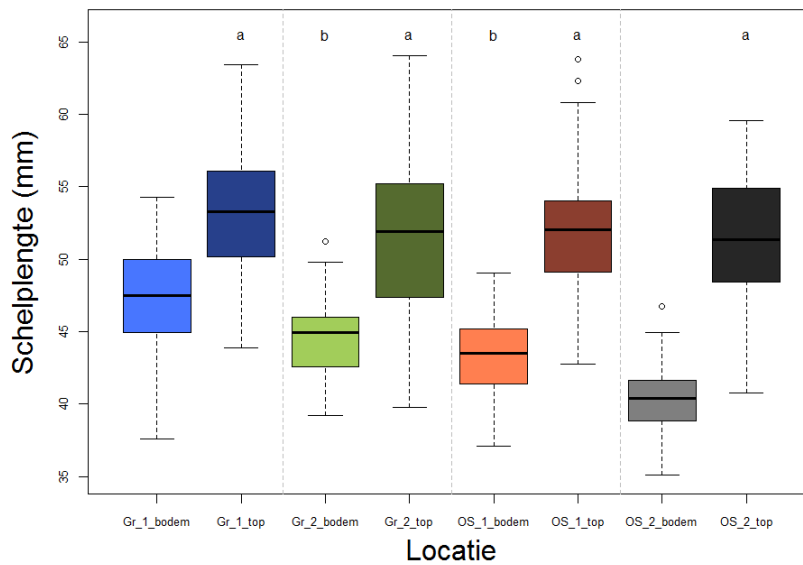
3.4 Schelplengte

In Figuur 10 is duidelijk te zien dat de mosselen in de waterkolom harder zijn gegroeid dan de mosselen op de bodem. In de waterkolom zijn de mosselen op 25 oktober 2017 gemiddeld 51.8 mm. De gemiddelde lengte in de waterkolom is groter dan in november 2016. Toen was de gemiddelde lengte van de mosselen in de waterkolom niet groter dan 45 mm. Echter in dat jaar zijn de mosselen pas half juni uitgezet. De gemiddelde lengte van de mosselen op de bodem eind oktober 2017 varieert van ca 40 mm op de locatie OS 2 en 47 mm op de locatie GR 1. Van de Locaties op de bodem zijn de mosselen op de locatie GR 1 het beste gegroeid. Op de locaties GR 2 en OS 1 was de groei minder en op de locatie OS 2 was de groei het slechtst. De groei op de locatie GR 1 hield de eerste drie maanden gelijke tred met de mosselen in de waterkolom. Vanaf 26 juli echter blijft ook de groei op deze locatie achter bij de groei van de mosselen in de waterkolom. Op de locatie OS 1 liep de groei van de mosselen op de bodem al vanaf de eerste maand achter op de rest van de locaties. Op de dezelfde locatie in de waterkolom echter doen de mosselen het wel prima.

In Figuur 11 is te zien dat er een aanzienlijke spreiding is in de individuele schelplengtes aan het eind van het experiment. Er zijn mosselen van bijna 65 mm en er zijn mosselen die vrijwel niet zijn gegroeid sinds het moment dat ze zijn uitgezet. De mosselen in de waterkolom laten een grotere spreiding zien dan de mosselen op de bodem. Voor de mosselen in de waterkolom is er geen significant verschil in schelplengtes tussen de verschillende locaties. Voor de locaties op de bodem is er geen significant tussen de locatie OS 1 en GR 2. De overige verschillen zijn wel significant.



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

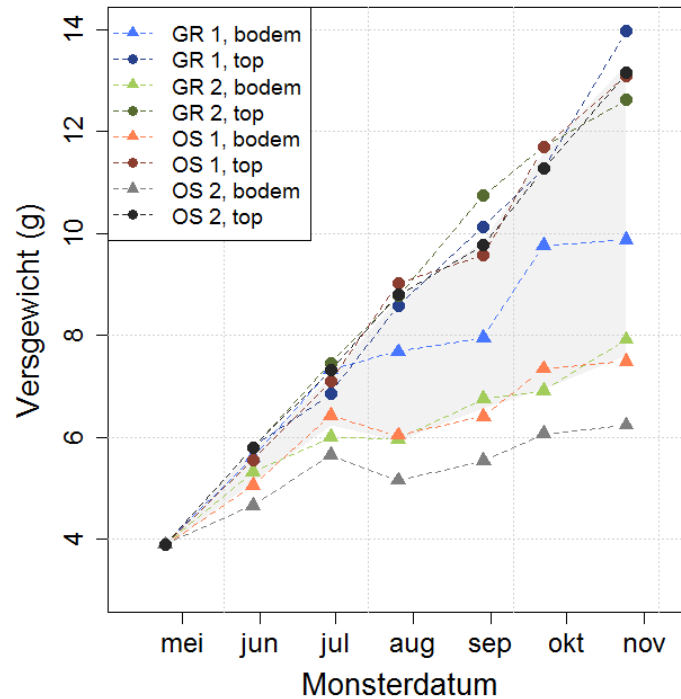


Figuur 11: Boxplots schelplengte voor de verschillende locaties bij de laatste meting (25 oktober 2017). De horizontale lijn in de box geeft de mediaan. De boxen geven de 25-75 percentielen weer en de bars 1.5 x de interkwartielrange. Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant verschillend van elkaar.

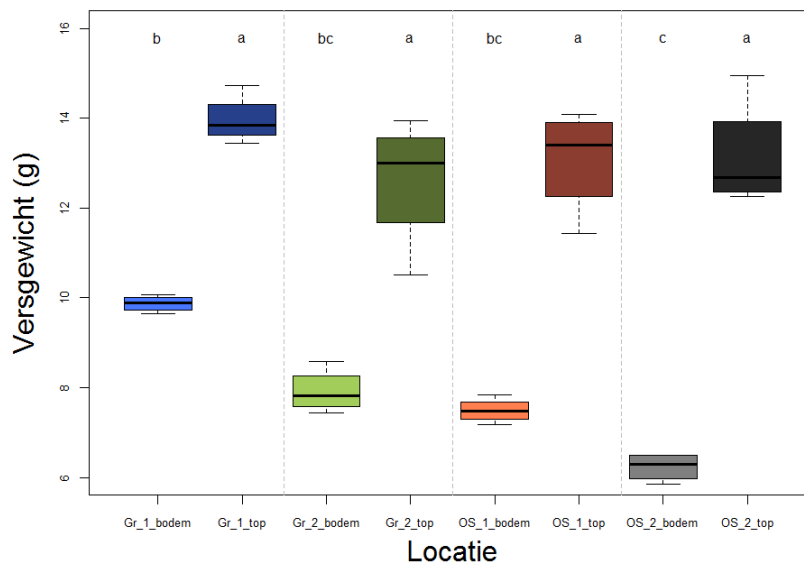
3.5 Gewicht

Het versgewicht (gewicht inclusief de schelp) van de mosselen in de waterkolom is over de hele periode vrijwel lineair toegenomen van bijna 4 gram aan het begin van het experiment tot ongeveer 13 gram per mossel aan het eind van het experiment (Figuur 12). Voor de mosselen uit de waterkolom is er geen duidelijk verschil in gewichtstoename tussen de verschillende locaties. Aan het eind van het experiment kon er dan ook geen significant verschil worden aangetoond in de versgewichten in de

waterkolom tussen de verschillende locaties (Figuur 13). Ook de mosselen op de bodem zijn over de hele periode toegenomen in versgewicht. Echter de groei is aanzienlijk minder dan de groei van de mosselen in de waterkolom. De mosselen op de bodem van locatie GR 1 waren iets kleiner (gemiddeld gewicht ca 10 gram) dan de mosselen in de waterkolom. Dit was significant groter dan de mosselen op de bodem van locatie OS 2 die de minste groei hebben vertoond. De overige verschillen in versgewicht tussen de mosselen op de bodem waren niet significant.

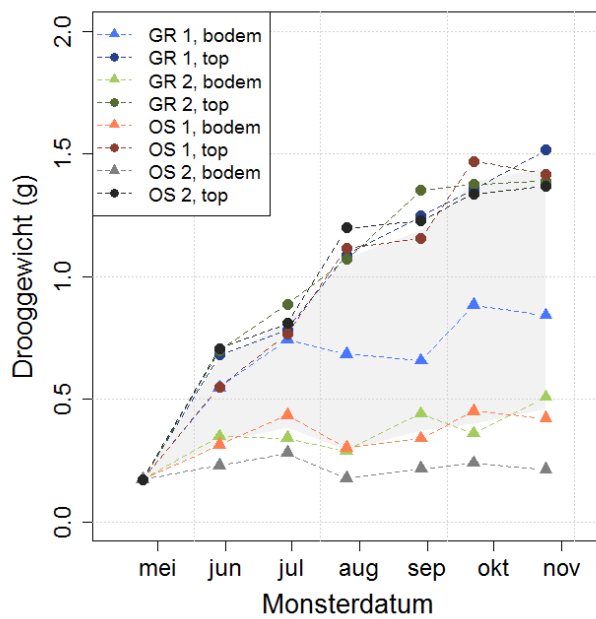


Figuur 12: Ontwikkeling van het versgewicht (g) per locatie. Het grijze gebied geeft het 25% - 75% interval van alle metingen in betreffende periode.

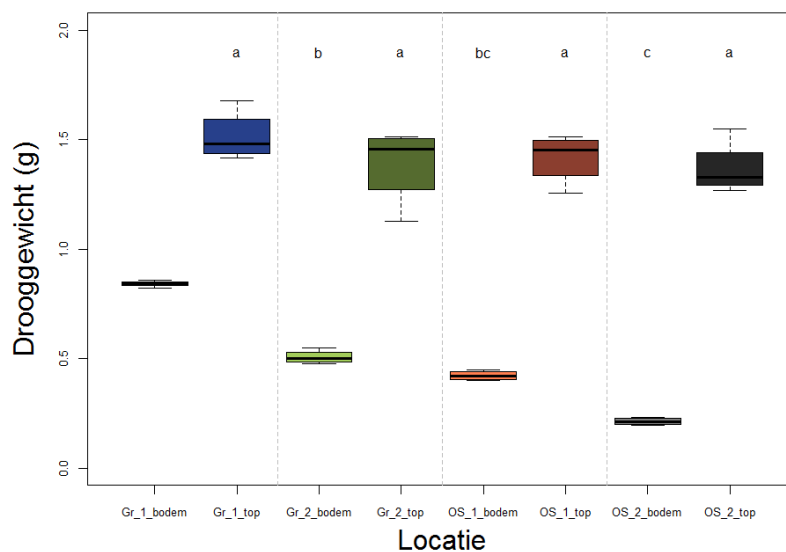


Figuur 13: Boxplots versgewicht voor de verschillende locaties bij de laatste meting (25 oktober 2017). De horizontale lijn in de box geeft de mediaan. De boxen geven de 25-75 percentielen weer en de bars 1.5 x de interkwartielrange. Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant ($p > 0.05$) verschillend van elkaar.

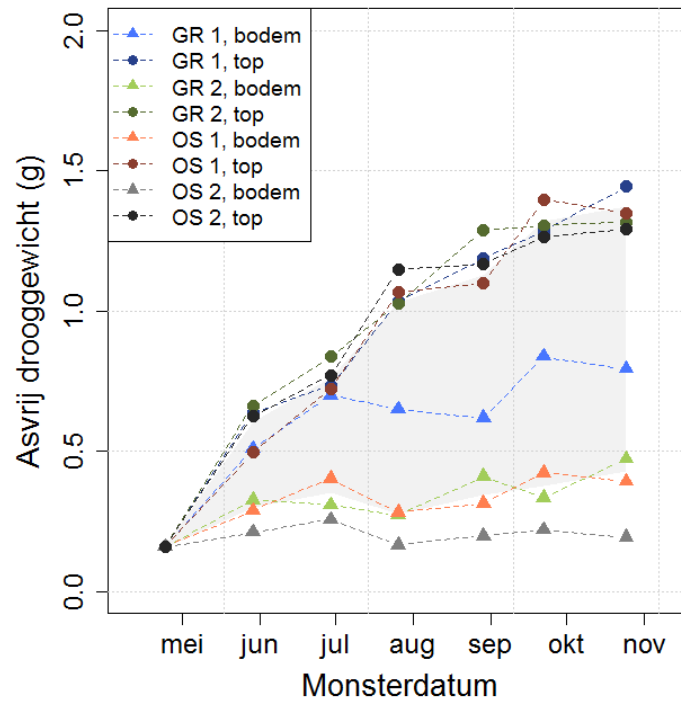
De drooggewichten (Figuur 14) en ook de asvrij-drooggewichten (Figuur 16) laten eenzelfde patroon zien als de versgewichten. Deze parameters zijn minder gevoelig dan het versgewicht voor variatie ten gevolge van de hoeveelheid water in de gesloten schelp en geven daardoor een beter beeld van de energie inhoud van de mosselen. De mosselen in de waterkolom hebben ook weer duidelijk de grootste drooggewichten (en asvrijdrooggewichten). Er is geen duidelijk verschil te zien tussen de verschillende locaties. De drooggewichten van de mosselen op de bodem van locatie GR 1 liep de eerste twee maanden redelijk mee met de locaties in de waterkolom, maar na juni zijn ook deze mosselen niet hard meer gegroeid. Aan het eind van de meting (25 oktober 2017) is het gemiddeld drooggewicht van de mosselen op de bodem van locatie GR 1 significant groter dan op de overige locaties. De mosselen op de bodem van locatie OS 2 zijn vrijwel niet toegenomen in drooggewicht over de hele periode. De mosselen op de bodem van locaties OS 1 en GR 2 zitten tussen de locaties OS 2 en GR 1 in. Er is geen significant verschil in drooggewicht (en asvrij drooggewicht van de mosselen in de waterkolom tussen de verschillende locaties (Figuur 15 en Figuur 17).



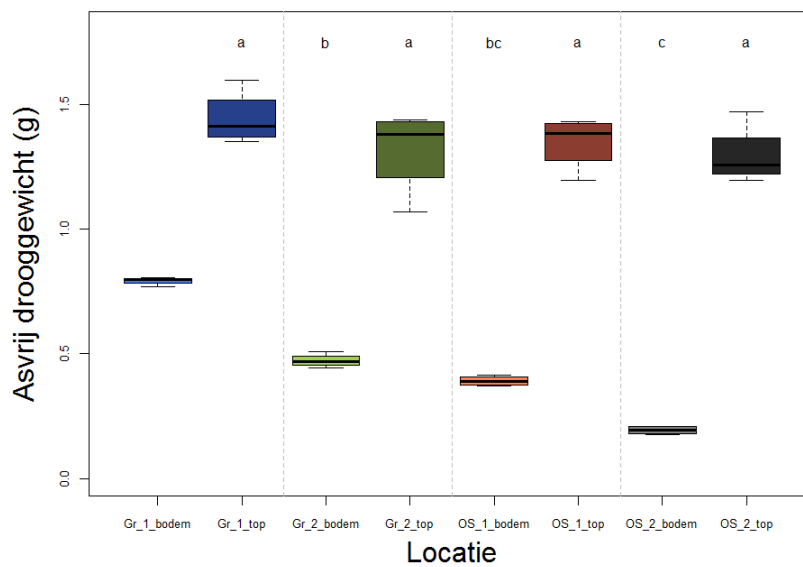
Figuur 14: Ontwikkeling van het droog vleesgewicht (g) per locatie. Het grijze gebied geeft het 25% - 75% interval van alle metingen in betreffende periode.



Figuur 15: Boxplots droog vleesgewicht voor de verschillende locaties bij de laatste meting (25 oktober 2017). De horizontale lijn in de box geeft de mediaan. De boxen geven de 25-75 percentielen weer en de bars 1.5 x de interkwartielrange. Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant ($p > 0.05$) verschillend van elkaar.



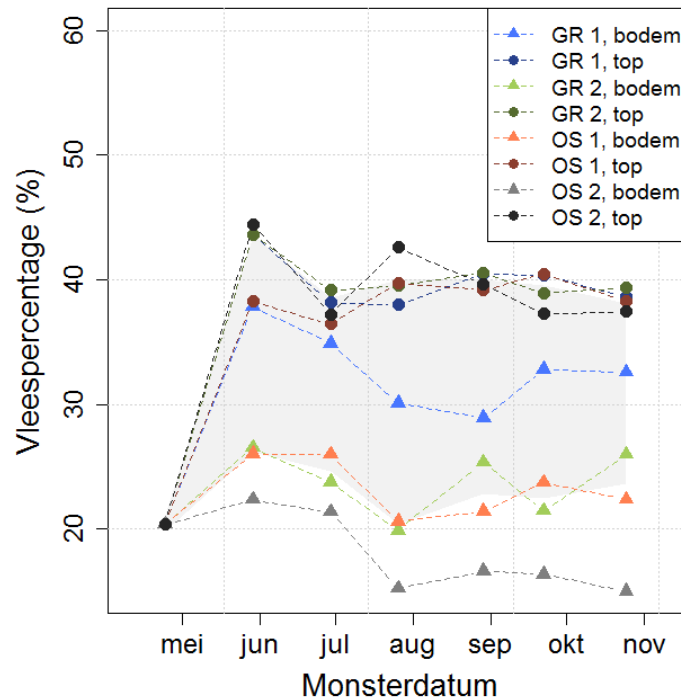
Figuur 16: Ontwikkeling van het asvrij-drooggewicht (g) per locatie. Het grijze gebied geeft het 25% - 75% interval van alle metingen in betreffende periode.



Figuur 17: Boxplots asvrij-drooggewicht voor de verschillende locaties bij de laatste meting (25 oktober 2017). De horizontale lijn in de box geeft de mediaan. De boxen geven de 25-75 percentielen weer en de bars 1.5 x de interkwartielrange. Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant ($p > 0.05$) verschillend van elkaar.

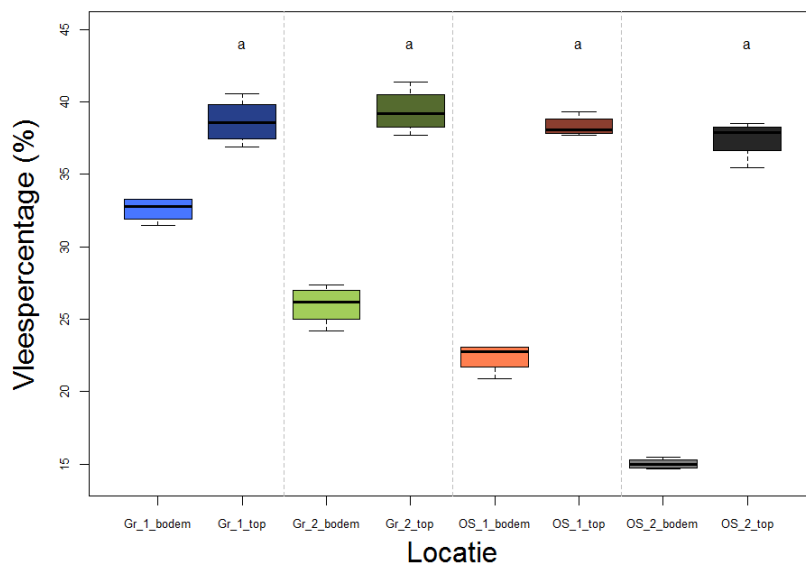
3.6 Vleespercentage

Het vleespercentage is een maat voor de kwaliteit van de mosselen. Het vleespercentage is het gewicht van het gekookt vlees als percentage van het versgewicht van de mossel. In Figuur 18 is te zien dat het vleespercentage op de locaties in de waterkolom en ook op de bodem van locatie GR 1 in de eerste maand sterk is toegenomen van ca 20 % aan het begin naar ca 40% eind mei. Op de bodem van de locaties OS 1, OS 2 en GR 2 is de toename in deze eerste maand aanzienlijk minder. Na de groei in de eerste maand stabiliseert het vleespercentage en neemt op sommige locaties (OS 2 bodem, GR 1 bodem) nog af. Zeer lage vleespercentages worden er vanaf eind juli gevonden op de locatie OS 2 bodem. De gemiddelde vleespercentages zijn rond de 15%. Dit is ontzettend laag en is een indicatie dat de mosselen het hier niet makkelijk hebben.



Figuur 18: Ontwikkeling van het vleespercentage (%) per locatie. Het grijze gebied geeft het 25% - 75% interval van alle metingen in betreffende periode.

Aan het eind van het experiment (25 oktober) is er geen significant verschil in vleespercentages tussen de verschillende locaties in de waterkolom (GR 1 top, GR 2 top, OS 1 top en OS 2 top). Alle overige verschillen zijn wel significant ($p < 0,05$).



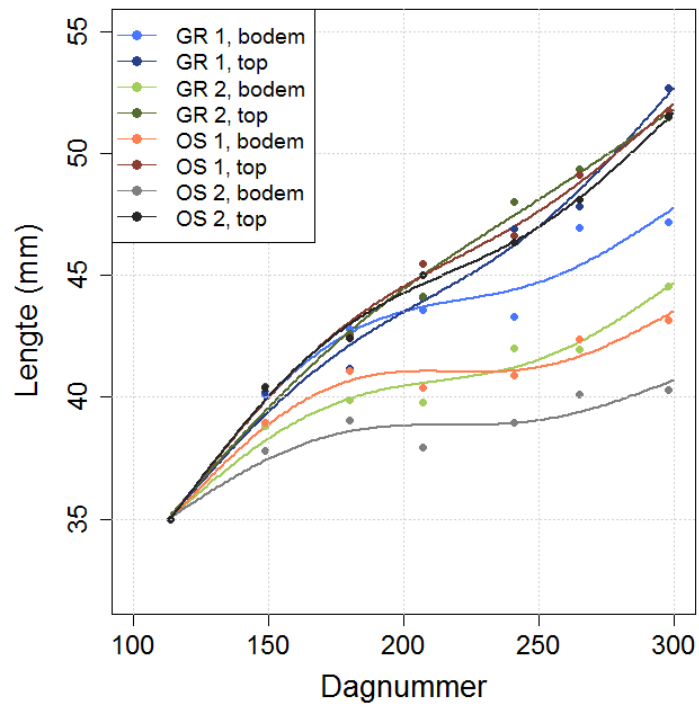
Figuur 19: Boxplots vleespercentage (%) voor de verschillende locaties bij de laatste meting (25 oktober 2017). De horizontale lijn in de box geeft de mediaan. De boxen geven de 25-75 percentielen weer en de bars 1.5 x de interkwartielrange. Locaties met zelfde letter boven de box zijn niet significant ($p > 0.05$) verschillend van elkaar.

3.7 Trends door het seizoen

De trends door het seizoen zijn geanalyseerd door middel van GAM modellen. De regressielijnen (Figuur 20 en Bijlage 1) geven de resultaten voor de verschillende locaties. In de figuren is voor de leesbaarheid alleen de gemiddelde waarde van de meting weergegeven.

De GAM analyses laten zien dat de groei een trend vertoont van een sterke groei aan het begin, daarna een stabilisatie in de maanden juli en augustus waarna de groei weer toeneemt in de maanden september en oktober. Dit patroon is het meest uitgesproken op bij de mosselen op de bodem. Blijkbaar was er in oktober 2017 nog voldoende voedsel beschikbaar bij de bodem voor deze groei op deze onderzoekslocaties.

De resultaten van de GAM analyses voor de gewichten (versgewicht, drooggewicht en asvrij drooggewicht) en het vleespercentage zijn weergegeven in Bijlage 1.



Figuur 20: GAM regressie modellen voor de lengte ontwikkeling (mm) op de verschillende locaties. Op de x-as staat het dagnummer (1 januari 2017 is dag 1). De punten geven de gemiddelde waarden van de metingen. De lijnen geven de resultaten van de GAM regressie.

4 Conclusies

De waterkwaliteit nabij de bodem in het Grevelingenmeer, in de buurt van de Flakkeese Spuisluis is verbeterd ten opzichte van de situatie van voor de ingebruikname. Tijdens de T_0 monitoring in 2016 (Wijsman et al., 2016) gingen alle mosselen op de bodem van locatie GR 2 binnen een maand dood, waarschijnlijk ten gevolge van zuurstofloosheid. In 2017 is er geen grote sterfte opgetreden onder de mosselen op de bodem van de locatie GR 2. De mosselen deden het wel iets minder dan de mosselen op de bodem van de locatie GR 1, maar beter dan de mosselen op de bodem van locatie OS 2 in de Oosterschelde. De gemiddelde overleving van de mosselen over de 6 maanden dat het experiment duurde was 79%.

Er is in 2017 geen langdurige zuurstofloosheid aangetroffen nabij de bodem van de onderzoekslocaties. Dit lijkt een duidelijk effect van de ingebruikname van de Flakkeese Spuisluis. In 2016 waren er duidelijk perioden van temperatuurstratificatie in het Grevelingenmeer en was het bodemwater op de locatie GR 2 gedurende langere tijd zuurstofloos. Er vindt nu een betere uitwisseling van het water plaats tussen de Oosterschelde en het Grevelingenmeer waardoor langdurige zuurstofloosheid niet is waargenomen op de onderzoekslocaties. In de Oosterschelde (OS 2) wordt het water in september gedurende een week wel zuurstofloos. Dit heeft echter geen effect op de overleving van de mosselen. Er treedt wel temperatuurstratificatie op eind mei als het water snel opwarmt, maar deze wordt weer snel opgeheven.

Er was geen duidelijk verschil in groei van de mosselen in de vlak onder het wateroppervlak hangende manden tussen de verschillende locaties. De mosselen zijn in de 6 maanden ruim drie keer zo zwaar geworden (van 4 gram naar 13 gram per individu) en het vleespercentage is rond de 40%. Dit is een indicatie dat er voldoende voedsel in het water zit, zowel aan de Oosterschelde- als de Grevelingenmeerzijde. De mosselen die zijn uitgezet op de bodem groeiden aanzienlijk minder dan in de waterkolom. De beste groei van alle manden op de bodem is nog behaald op locatie GR 1, waar de mosselen aan het eind van het experiment gemiddeld 10 gram waren. Het vleespercentage op deze locatie was ongeveer 33%. De slechtste groei was op de bodem van locatie OS 2. De mosselen waren aan het eind van het experiment net iets meer dan 6 gram (2 gram in gewicht toegenomen) en het gemiddelde vleespercentage was slechts 15%. Blijkbaar zijn de omstandigheden op de bodem aanzienlijk minder dan in de waterkolom. Dit kan te maken hebben met verminderde voedselbeschikbaarheid, maar ook met stressoren (zuurstofconcentratie, zwevend stofconcentratie) die leiden tot groeivertraging. 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 niet voldoende naar de bodem worden getransporteerd..

De monitoring zal worden voortgezet in 2018 of, indien de Flakkeese Spuisluis in 2018 weer wordt gesloten in verband met werkzaamheden, in 2019. De monitoring zal op dezelfde manier worden uitgevoerd als in 2016 en 2017. Er zullen extra maatregelen (betere instructies) worden genomen om ervoor te zorgen dat er geen gegevens verloren gaan van de zuurstofmeters.

Het verwachte invloedgebied van de ingebruikname van de Flakkeese spuisluis ligt ten oosten van de Veermansplaat (Zijl en Nolte, 2006; Didderen en Driessen, 2017), maar het meeste effect zal in de buurt van de sluis zelf liggen, waar dit onderzoek is uitgevoerd. De resultaten van deze studie kunnen worden gebruikt voor de eventuele aanleg van een groter doorlaatmiddel in de Brouwersdam (Witteveen en Bos, 2012). (2012)

5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Literatuur

- (2012) MIRT-Verkenning Grevelingen Verkenningennota – Resultaten & Conclusies, Rapport, 37 pagina's.
- 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.
- 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.
- 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., 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. (2016) Kreeftachtigen op MZI's. Wat zijn de keine kreeftachtigen die soms massaal voorkomen op de MZI netten? Wageningen Marine Research, Rapport nummer: Helpdesk Mosselkweek 2016-01, 2 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.
- Witteveen en Bos (2012) MIRT Verkenning Grevelingen. Milieueffectrapport. Witteveen & Bos, Rapport, 55 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, Rapport, 104 pagina's.

Verantwoording

Rapport C106/17

Projectnummer: 4313100058

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

Akkoord: Dr. Henrice Jansen
Onderzoeker schelpdieren

Handtekening:



Datum: 13/12/2017

Akkoord: Dr. Tammo Bult
Director Wageningen Marine Research

Handtekening:

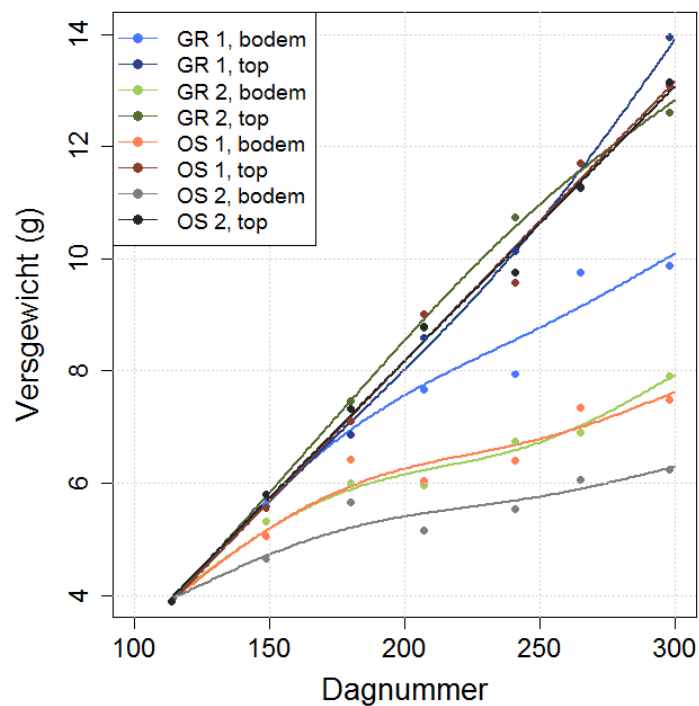


Datum: 15/12/2017

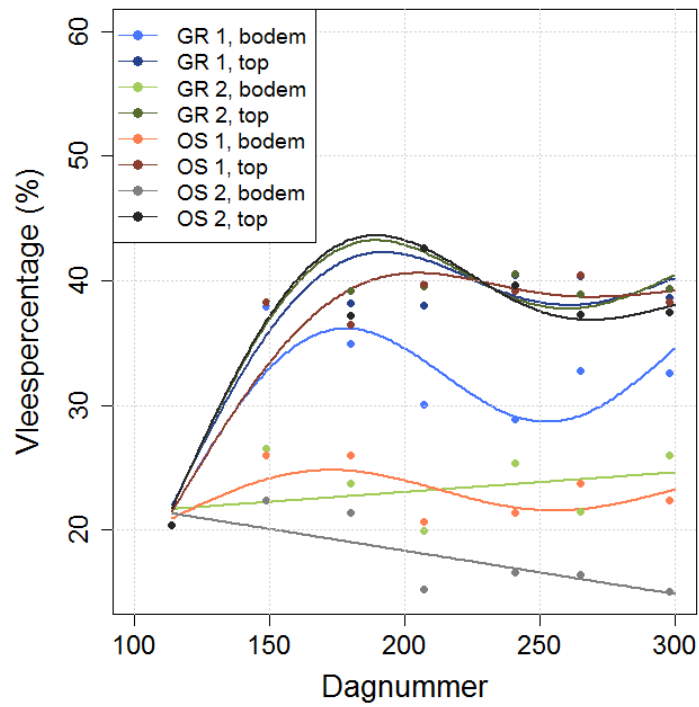
Bijlage 1 Resultaten GAM analyses

Trends door het seizoen zijn geanalyseerd door middel van GAM (Generalized Additive Models). De regressielijnen geven de resultaten van de individuele fits door de metingen. Voor de modellen zijn de individuele metingen gebruikt. In de figuren is echter voor de overzichtelijkheid alleen de gemiddelde waarde van de metingen weergegeven. Voor alle GAM analyses die zijn uitgevoerd was er een significant effect van locatie ($p < 0.05$).

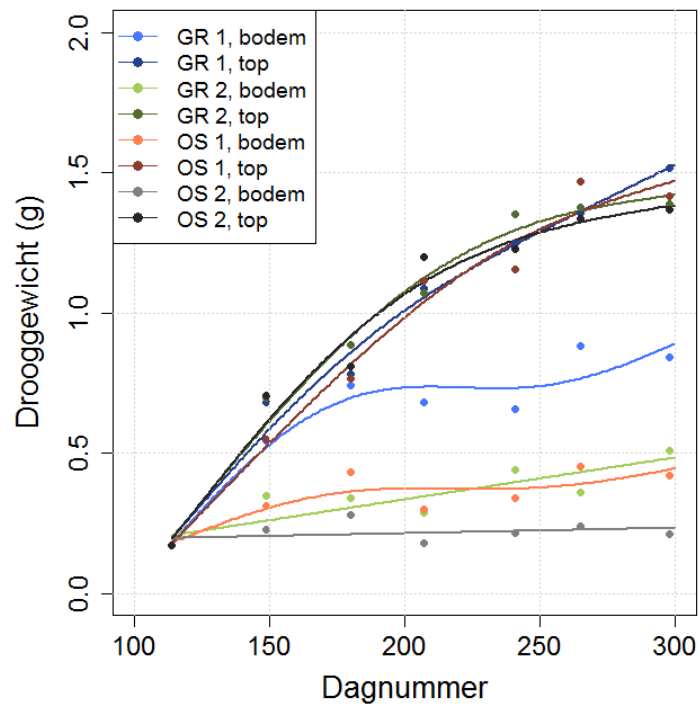
De resultaten van de GAM analyse voor de lengtemetingen zijn besproken in de tekst. In deze bijlage worden de resultaten van de GAM analyses voor de overige parameters weergegeven.



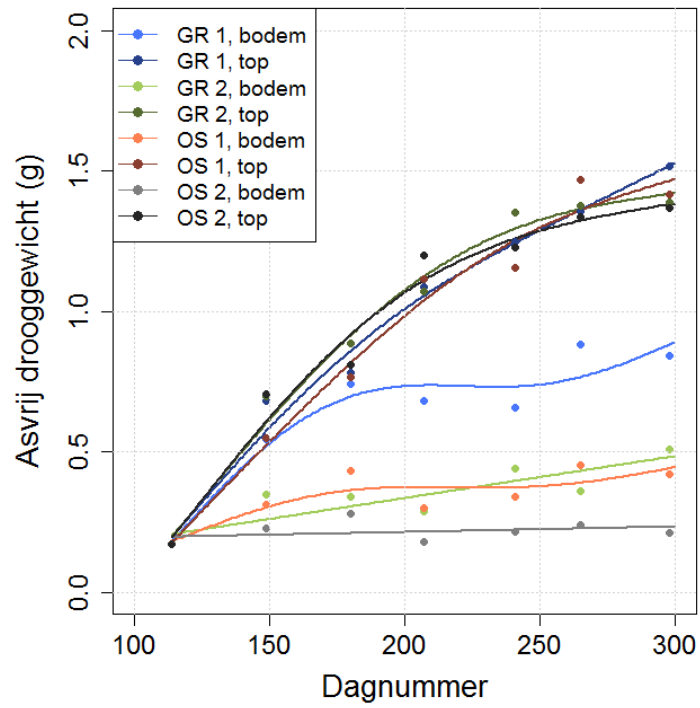
Figuur 21: GAM regressie modellen voor het verggewicht (g) op de verschillende locaties. Op de x-as staat het dagnummer (1 januari 2017 is dag 1). De punten geven de gemiddelde waarden van de metingen. De lijnen geven de resultaten van de GAM regressie.



Figuur 22: GAM regressie modellen voor het vleespercentage (%) op de verschillende locaties. Op de x-as staat het dagnummer (1 januari 2017 is dag 1). De punten geven de gemiddelde waarden van de metingen. De lijnen geven de resultaten van de GAM regressie.



Figuur 23: GAM regressie modellen voor het drooggewicht (g) op de verschillende locaties. Op de x-as staat het dagnummer (1 januari 2017 is dag 1). De punten geven de gemiddelde waarden van de metingen. De lijnen geven de resultaten van de GAM regressie.



Figuur 24: GAM regressie modellen voor het asvrij-drooggewicht (g) op de verschillende locaties. Op de x-as staat het dagnummer (1 januari 2017 is dag 1). De punten geven de gemiddelde waarden van de metingen. De lijnen geven de resultaten van de GAM regressie.

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Visitors address

- Ankerpark 27, 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 5, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

The Wageningen Marine Research vision:

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

The Wageningen Marine Research mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.

