

# Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels

## Benthosbemonstering 2022

A&W-rapport 22-003



in opdracht van



# **Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels**

## Benthosbemonstering 2022

A&W-rapport 22-003

---

E.F. Kappers  
F. Versloot  
E. van der Zee

**Foto Voorplaat**

Ballastplaat, Elena F. Kappers

**E.F. Kappers, F. Versloot, E. van der Zee 2023**

Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels. Benthosbemonstering 2022.

A&W-rapport 22-003, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

**Opdrachtgever****Frisia Zout B.V.**

Lange Lijnbaan 15

8861 NW Harlingen

Telefoon 0517 492499

**Uitvoerder****Altenburg & Wymenga Ecologisch Onderzoek B.V.**

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Science Park 400, Matrix II, k 1.05

1098 XH Amsterdam

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

[www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

**Projectnummer**

22-003

**Projectleider**

E.F. Kappers

**Status**

Definitief

**Autorisatie**

E. van der Zee

**Paraaf****Datum**

8 mei 2023

**Kwaliteitscontrole**

N. Fieten

**Paraaf**

# Inhoud

---

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding en achtergrond	1
1.2	Doel en vraagstelling	2
<b>2</b>	<b>Methode</b>	<b>3</b>
2.1	Bemonsteringslocaties en planning	3
2.2	Benthosbemonstering	5
2.3	Dieet en prooi-soort selectie	5
2.4	Dataverwerking en analyse	6
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>10</b>
3.1	Ruimtelijke kenmerken Ballastplaat	10
3.2	Benthosdichtheid, biomassa en samenstelling	12
3.3	Prooibiomassa per vogelsoort	18
3.4	Beschikbare prooibiomassa per getij	25
<b>4</b>	<b>Discussie en vervolg</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>Literatuur</b>	<b>40</b>
	<i>Bijlage 1</i>	
	<i>Overzicht dieet vogelsoorten</i>	42
	<i>Bijlage 2</i>	
	<i>Benthosdichtheid en biomassa AFDW Ballastplaat</i>	43
	<i>Bijlage 3</i>	
	<i>Ruimtelijke verspreiding prooienbiomassa</i>	47



# 1 Inleiding

---

## 1.1 Aanleiding en achtergrond

Frisia Zout B.V. (dochteronderneming van European Salt Company) te Harlingen heeft een vergunning onder de Wet natuurbescherming verkregen voor de winning van zout diep onder de Waddenzee. Vanaf de productielocatie van Frisia Zout B.V. in Harlingen wordt sinds 2019 zout gewonnen in het wingebied Havenmond in de Waddenzee onder de Ballastplaat. De winning vindt plaats door middel van oplosmijnbouw op ca. 2,5 km diepte. Bij deze productie ontstaan holle ruimtes (cavernes) die na winning gevuld zijn met zout water. De zoutwinning zal daling van de diepe ondergrond tot gevolg hebben. Verwacht wordt dat de diepe daling aan het eind van de winning ca. 90 cm zal bedragen.

De Ballastplaat is van groot belang voor trekkende wadvogels waarvoor een instandhoudingsdoel geldt voor het Natura 2000-gebied Waddenzee, waaronder Scholekster, Bonte strandloper, Drieteenstrandloper, Zilverplevier, Kanoet, Rosse grutto, Wulp en Tureluur (Duijns *et al.* 2013; Kersten *et al.* 2021). Deze vogels zoeken hun voedsel op droogvallende platen, bestaande uit wormen en schelpdieren. Tevens is de Ballastplaat van toenemend belang voor ruiende Bergeenden, die mede aangetrokken worden door de aanwezigheid van grote dichtheden Slijkgrarnalen (*Corophium sp.*) op het Friese wad (Kraan *et al.* 2006; Duijns *et al.* 2013; Kleefstra *et al.* 2019). De voorspelde bodemdaling veroorzaakt door de zoutwinning kan verschillende effecten tot gevolg hebben, waaronder een afname aan droogvallende platen, een kortere droogvalduur en veranderingen in de sedimentsamenstelling. Deze effecten hebben mogelijk invloed op de voedselbeschikbaarheid voor vogels doordat het oppervlakte potentieel foerageergebied kleiner en/of minder lang beschikbaar wordt en de bodemdier- (hierna: benthos) samenstelling kan veranderen (Duijns *et al.* 2013).

Als onderdeel van de vergunning Wet natuurbescherming is een monitoringsprogramma opgesteld dat erop gericht is de morfologische en ecologische ontwikkelingen in de Waddenzee in de gaten te houden volgens het Hand Aan De Kraan (HADK) principe: als blijkt dat de bodemdaling van de pleistocene ondergrond groter is dan verwacht of dat er effecten in de Waddenzee optreden als gevolg van bodemdaling door de zoutwinning, kan de winningsstrategie worden aangepast op een zodanige wijze dat de effecten binnen de gestelde grenzen blijven. Binnen dit monitoringsprogramma voert Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek B.V. (A&W) sinds 2018 spijkermetingen en sedimentbemonsteringen uit op de Ballastplaat om respectievelijk veranderingen in oppervlakkige sedimentatie/erosie en de sedimentsamenstelling te monitoren.

In aanvulling hierop is inzicht in de verspreiding en aantallen van vogels die het gebied bezoeken en inzicht in het beschikbare voedsel, in de vorm van benthos, noodzakelijk om het belang van de Ballastplaat als foerageergebied voor vogels te kunnen duiden. Hiervoor is in 2021 een pilot benthosbemonstering uitgevoerd.

De focussoorten voor het monitoringsprogramma zijn Scholekster (*Haematopus ostralegus*), Kanoet (*Calidris canutus*), Bonte strandloper (*Calidris alpina*), Tureluur (*Tringa totanus*), Rosse grutto (*Limosa lapponica*) en Wulp (*Numenius arquata*). De keuze voor deze soorten is gebaseerd op de aantallen, verbinding met hoogwatervluchtplaatsen (HVP's) en locatie-specifieke trends (Bijeenkomst Groene Wetenschap 2021). Op 20 mei, 3 augustus en 29 september 2022 zijn voor de monitoring, onder leiding van Stichting Amelander Musea, een

aantal tellingen uitgevoerd om de vliegbewegingen, verspreiding en de aantallen van wadvogels rond de Ballastplaat in kaart te brengen.

Op het droogvallende wad van de Waddenzee vinden momenteel twee benthos-bemonsteringsprogramma's plaats: de WOT (wettelijke onderzoekstaken) schelpdierensurvey uitgevoerd door Wageningen Marine Research en het SIBES (Synoptic Intertidal Benthic Survey) programma uitgevoerd door het NIOZ (Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee). De schelpdierensurvey is echter enkel gericht op drie schelpdieren (Mossel, Kokkel en Nonnetje), wat geen representatief beeld vormt voor het dieet van de relevante trekvogels, waarvan een aantal ook wormen eten. De SIBES-monitoring levert deze informatie wel, omdat al het benthos in de samples wordt geanalyseerd. Echter, in beide programma's wordt slechts een keer per jaar bemonsterd en daarnaast is het aantal bemonsteringspunten voor het invloedgebied beperkt.

In dit kader is A&W gevraagd om in een aanvullend monitoringsonderdeel te onderzoeken hoe de monitoring van het benthos in het invloedgebied van de Ballastplaat zo uitgevoerd kan worden dat een completer inzicht in het voedselaanbod voor de relevante vogelsoorten wordt verkregen. Om de voedselbeschikbaarheid in de vorm van benthos op de Ballastplaat voor trekvogels in beeld te brengen, is ervoor gekozen om te bemonsteren op de locaties van de spijkermetingen. Op deze manier wordt efficiënt gebruik gemaakt van de beschikbare tijd en kan tevens een relatie gelegd worden tussen de verspreiding van het benthos en veranderingen in de hoogteligging (en droogvalduur) en de sedimentsamenstelling.

In de huidige rapportage zijn de resultaten van het eerste jaar benthos bemonstering in 2021/2022 en begin 2023 uitgewerkt. Voor de toekomstige monitoring wordt verder onderzocht of gegevens geïntegreerd kunnen worden (bodemhoogte, benthos, waterstanden, sediment-samenstelling) middels gelijksoortige berekeningen als gehanteerd in het WadMap model (Wader Area Diet by Modelling Available Prey; Rappoldt *et al.* 2019), dat voor het Pinkegat-Zoutkamperlaag-gebied is ontwikkeld t.b.v. de monitoring van de gaswinning.

## 1.2 Doel en vraagstelling

Het doel van de bemonstering is om inzicht te verkrijgen in de draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogelsoorten in het kader van mogelijke bodemdaling door zoutwinning. In de pilotfase werd gefocust op de draagkracht voor de Scholekster, Kanoet en Bergeend (Fieten 2021), in dit onderzoek wordt dat verder uitgebreid naar Bonte strandloper, Rosse grutto, Wulp en Tureluur (par. 2.3).

De volgende onderzoeksvragen staan hierbij centraal:

- Wat is de beschikbare hoeveelheid voedsel (biomassa) op basis van beschikbare benthosdata en het dieet van vogelsoorten?
- Wat is de gemiddelde beschikbare hoeveelheid voedsel per getij voor iedere doelsoort?
- Is er een ruimtelijke relatie tussen de verspreiding van benthos en de sedimentsamenstelling?



## 2 Methode

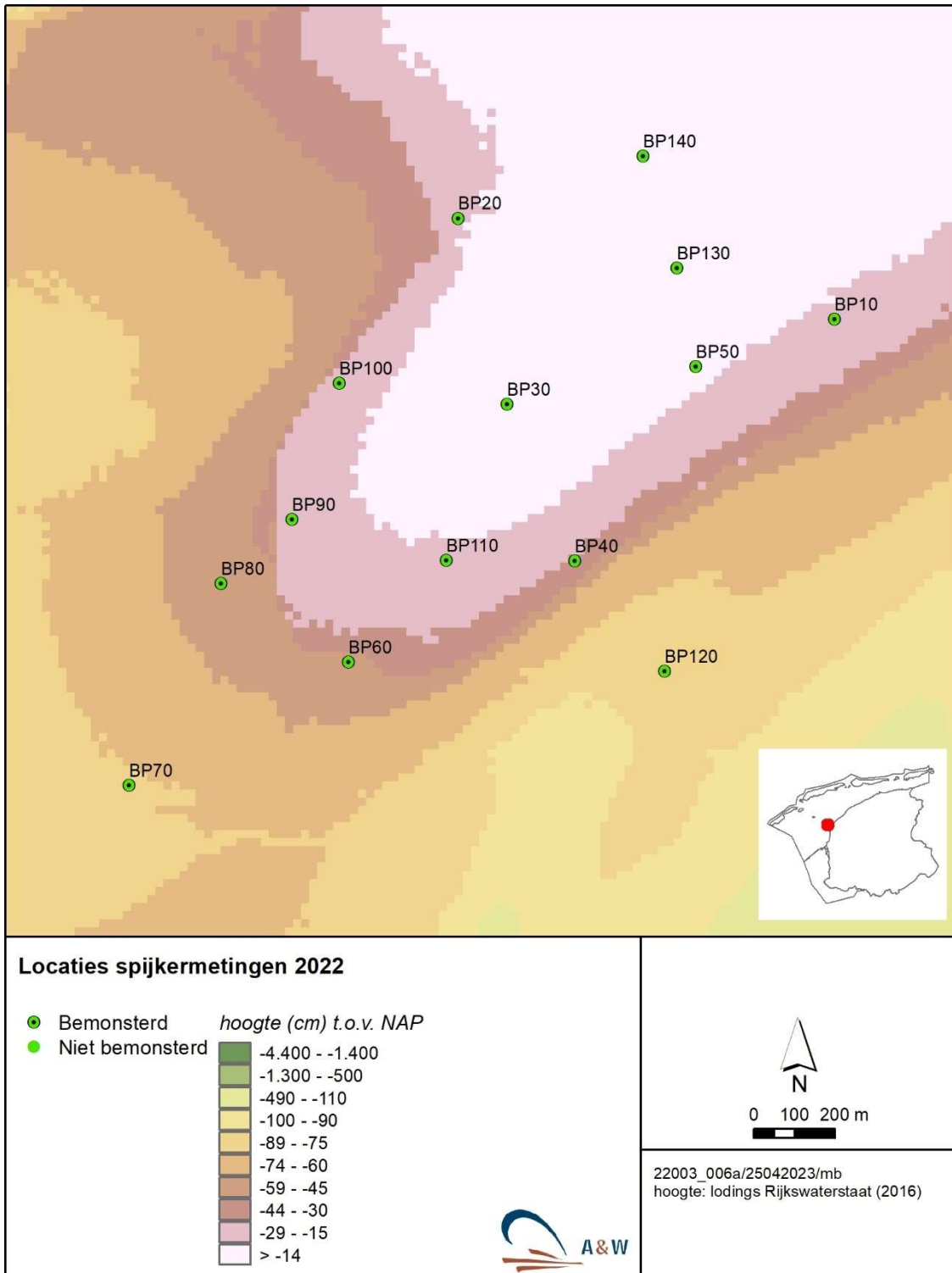
### 2.1 Bemonsteringslocaties en planning

In juni en oktober 2022 zijn twee benthosbemonsteringen uitgevoerd. Oorspronkelijk was het plan om 3 bemonsteringen uit te voeren in 2022: in juni, september en december. Echter, door slechte weersomstandigheden is de bemonstering van september verschoven naar oktober en die van december naar februari 2023. De bemonsteringen vonden gelijktijdig met de spijkermetingen plaats om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor uitvoer van de benthosbemonstering met betrekking tot opbrengst en efficiëntie. Het doel voor komende jaren blijft om per jaar drie benthosbemonsteringen uit te voeren in de voorgenoemde maanden. Hierdoor kan inzicht verkregen worden in seizoensfluctuaties en kan op basis van tellingen een link gelegd worden met de aanwezigheid van vogels die in die periode gebruik maken van het voedselaanbod (Kersten *et al.* 2021).

Tijdens elke bemonsteringronde zijn 14 spijkerlocaties bemonsterd (Tabel 2.1 en Figuur 2.1). Hiervan is alle benthos in de monsters geanalyseerd, om inzicht te krijgen in het beschikbare voedsel in de vorm van schelpdieren en andere invertebraten zoals kreeftachtigen en wormen. De methodiek voor de bemonsteringen in 2022 is een uitwerking geweest op basis van de pilot en metingen van 2021 (Fieten 2022).

Tabel 2.1. Overzicht onderzoeksopzet met de periode en datum van de uitgevoerde bemonsterde spijkerpunten en doelsoorten.

Bemonsteringsronde	Datum	Bemonsteringslocatie	Aantal	Doelsoort
Ronde 1: Juni	16-6-2022	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP70, BP80, BP90, BP100, BP110, BP120, BP130, BP140	14	Alle focussoorten + Bergeend
Ronde 2: Oktober	25-10-2022	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP70, BP80, BP90, BP100, BP110, BP120, BP130, BP140	14	Alle focussoorten + Bergeend
Ronde 3: Februari	21-2-2023	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP70, BP80, BP90, BP100, BP110, BP120, BP130, BP140	14	Alle focussoorten + Bergeend



Figuur 2.1. Benthosbemonsteringspunten van de rondes in juni, oktober 2022 en februari 2023 in relatie tot de spijkermetingen en hoogteligging van de Ballastplaat.

## 2.2 Benthosbemonstering

De benthosbemonsteringen vinden gelijktijdig plaats met de spijkermetingen, waarbij de locaties lopend over de Ballastplaat tijdens laag water worden bemonsterd. Hiervoor is een getij nodig met een laagwaterstand van tenminste -100 cm NAP en goede weersomstandigheden. In 2022 werd de laagwaterstand, als gevolg van slecht weer, voor de maanden september en december uitgesteld naar oktober en februari. De Ballastplaat wordt vanaf de haven van Harlingen per boot (RIB) bereikt. Er wordt in het Kimstergat aangeland ter hoogte van spijkerlocatie BP10 (Figuur 2.1). Daarna moet nog ongeveer 500 m door ondiep water gewaad worden tot de eerste meetlocatie (zie ook Fieten *et al.* 2022).

### *Methodiek bemonstering*

De benthosbemonsteringen zijn uitgevoerd met twee tot vier personen, waarbij met behulp van een pvc steekbuis (Ø 10 cm, oppervlakte 0,0079 m<sup>2</sup>, diepte ca. 20 cm), welke vacuüm getrokken kan worden, per bemonsteringslocatie drie bodemonsters zijn genomen. De monsters zijn in het veld met omgevingswater uitgezeefd (1 mm zeef) en samengenomen tot één monster (Figuur 2.2).

De monsters werden met zeewater uitgespoeld en in gelabelde potjes opgeslagen (Figuur 2.2). Op dezelfde dag werden de monsters in de potjes met alcohol bewaard. Binnen 48 uur na het verzamelen zijn de monsters verwerkt en geanalyseerd middels een binoculair. De grootte van de dieren werd bepaald door het meten van de maximale lengte (mm) bij tweekleppigen en de maximale lengte (cm) van wormen. De lengte van gebroken wormen werd gereconstrueerd of geschat. Om dubbeltellingen te voorkomen, werden alleen fragmenten met een kop of top geteld. Wanneer de dichtheid van een soort in een monster groot was, werd het aantal geëxtrapoleerd op basis van een getelde deelsteekproef. Waar mogelijk zijn de organismen op soortniveau gedetermineerd (volgens methodiek Zwarts 1988; Zwarts *et al.* 2011).



Figuur 2.2. Bodemonster voor en na het zeven.

## 2.3 Dieet en prooi soort selectie

Voor de uitwerking van de bemonsteringen in de zomer van 2022 en winter 2022/23 is gekozen om te focussen op de voedselbeschikbaarheid voor in totaal 7 vogelsoorten. Voor de eerste bemonsteringen in 2021 was gekozen voor Scholekster, Kanoet en Bergeend (Fieten 2022). In dit rapport zijn ook de Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur en Wulp meegenomen in de uitwerking van de voedselbeschikbaarheid.

De Scholekster en Kanoet zijn in de overwinteringsperiode (sept t/m jan) sterk afhankelijk van o.a. Kokkels en Nonnetjes in de wadbodem. Daarnaast is bekend dat een toename van ruiende Bergeenden (augustus) langs de Friese kust samenvalt met een toename van de Slijkgarnaal (*Corophium sp.*) wat een belangrijke prooi is (Kraan *et al.* 2006; Kleefstra *et al.* 2011). Ook na de ruiperiode (sept t/m jan) zijn de slikkige delen van het gebied van belang voor de Bergeend. Voor de Bonte strandloper zijn met name Veelkleurige zeeduizendpoten en Nonnetjes een belangrijke voedselbron. Voor de Rosse grutto zijn met name de Wadpier en de Veelkleurige zeeduizendpoot van belang. Ook voor de Tureluur is de Veelkleurige zeeduizendpoot een belangrijke prooi, maar ook het Wadslakje, de Slijkgarnaal en Zandzager vormen stapelvoedsel in het dieet van de Tureluur. Tenslotte is het belangrijkste stapelvoedsel voor de Wulp gevormd door Strandgapers, Veelkleurige zeeduizendpoten en Wadpiere. Zie Tabel B1.1 voor schematische weergave van de dieet van vogels.

Prooi-soorten die potentieel voedsel zijn voor de Scholekster, Kanoet, Bergeend, Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur en Wulp zijn geselecteerd op basis van Folmer *et al.* 2022 (Tabel B1.1). Daar wordt een onderscheid gemaakt in:

- *Stapelvoedsel en aanvullende voedselbronnen*: Prooi-soorten die met grote regelmaat het hoofdvoedsel van de populatie vormen en prooi-soorten die regelmatig gegeten worden, maar zelden het hoofdvoedsel vormen;
- *Sporadische voedselbronnen*: Prooi-soorten die wel eens in het dieet worden vastgesteld, maar nooit het hoofdvoedsel vormen.

Daarnaast is tevens een selectie gemaakt van de grootte van verschillende prooi-soorten die benutbaar zijn (Folmer *et al.* 2022). Deze grootte-selecties zijn gemaakt op basis van de 'handling time' (de tijd die gebruikt wordt voor het zoeken naar en hanteren de prooi-soort) en de 'profitability' (energiewinst per prooi gedeeld door de handling time) van de prooi-soort (Ens *et al.* 2021). Voor de prooi-soorten van de Bergeend en een deel van de prooi-soorten van andere vogels (bijv. Rosse grutto) was geen selectie van prooigrootte mogelijk door gebrek aan geschikte literatuur (Tabel B1.1).

## 2.4 Dataverwerking en analyse

### *Biomassa bepaling*

Voor de efficiëntie van het monitoringsprogramma is besloten de biomassa van het beschikbare voedsel voor vogels te schatten op basis van conversiefactoren van lengte naar gewicht in plaats van alle organismen te drogen, te wegen en te verassen. Uit onderzoek naar de variatie in conditie blijkt de verschillen weliswaar relatief groot kunnen zijn in de loop van het seizoen, maar dat de verschillen tussen de jaren klein zijn, zeker wanneer het gaat om de lichaamsconditie in de nazomer (Zwarts 1988, 1991; Zwarts & Wanink 1993). De biomassa is bepaald door de lengtemetingen om te zetten in asvrije drooggewichten (AFDW) aan de hand van bestaande dubbel-log-regressielijnen. De functie is gegeven als  $AFDW = \exp(\ln(b) \cdot Lengte + a)$ . Tabel 2.2 geeft een overzicht van de voor de bemonsterde prooi-soorten gehanteerde coëfficiënten. Waar mogelijk is gebruik gemaakt van regressie coëfficiënten voor de maand van bemonstering (soorten *Cerastoderma edule*, *Macoma balthica*, *Mya arenaria*). De biomassa's zijn doorgerekend naar biomassa in gram asvrijdrooggewicht per m<sup>2</sup>. Afzonderlijke regressies waren niet beschikbaar voor de kleine wormsoorten. Een gecombineerde regressie werd gebruikt voor *Scoloplos* en voor *Heteromastus* en *Lanice*; laatstgenoemde regressie werd ook gebruikt voor *Capitella capitata*.

Voor een aantal prooisoorten uit de benthosmonsters (schelpdieren *Abra tenuis*, *Spisula subtruncata*, *Tellina tenuis*, *Abra alba*, *Ensis sp.*, *Littorina littorea*; wormsoorten *Alitta succinea*, *Marenzelleria viridis*; kreeftachtige *Gammarus sp.*) waren geen coëfficiënten gevonden in de literatuur. Deze soorten zijn daarom niet doorgerekend naar biomassa AFDW.

Daarnaast werd *Pygospio elegans* geteld maar niet gemeten. Prooisoorten die zo klein zijn zullen waarschijnlijk ook een onderschatting zijn, omdat de meeste exemplaren door de 1-mm-zeef zullen zijn gespoeld (Zwarts 2009). *P. elegans* vormt daarnaast geen belangrijke voedselbron voor wadvogels (komt alleen voor als sporadische voedselbron bij Rosse grutto's, Tabel B1.1).

Tabel 2.2: Coëfficiënten (*a* en *b* zijn respectievelijk het snijpunt en de helling) per prooi soort (en wanneer mogelijk per maand) die gebruikt zijn in de formule  $AFDW = \exp(\ln(b \cdot L + a))$ . De functie beschrijft de relatie tussen lengte (*L*) (mm voor schelpdieren, cm voor wormen) en asvrijdrooggewicht (AFDW). Alle coëfficiënten zijn gebaseerd op data die in de Waddenzee zijn verzameld. Voor Kokkel, Nonnetje, Strandgaper werden de coëfficiënten voor de maand van benthosverzameling geselecteerd, voor de andere soorten werd een gemiddelde door alle seizoenen gebruikt.

Type	Prooi soort	Periode	a	b	Bron	
Schelpdier	<i>Cerastoderma edule</i>	Juni	-4,004	2,969	Zwarts 1991	
		Oktober	-4,276	3,259	Zwarts 1991	
		Februari	-5,943	3,390	Zwarts 1991	
	<i>Macoma balthica</i>	Juni	-4,667	3,120	Zwarts 1991	
		Oktober	-4,373	2,914	Zwarts 1991	
		Februari	-3,830	2,673	Zwarts 1991	
	<i>Mya arenaria</i>	Juni	-5,358	3,11	Zwarts 1991	
		Oktober	-5,988	3,258	Zwarts 1991	
		Februari	-5,793	3,153	Zwarts 1991	
		<i>Hydrobia/Peringia ulvae</i>		-5,497	3,500	Zwarts 2011
		<i>Mytilus edulis</i>		-4,596	2,840	Zwarts & Wanink 1993
		<i>Scrobicularia plana</i>		-5,044	2,900	Zwarts 1991
Worm	<i>Arenicola marina</i>		1,198	2,334	Zwarts & Wanink 1993	
	<i>Capitella capitata</i>		-0,900	2,208	Zwarts 2011	
	<i>Heteromastus filiformis</i>		-2,500	2,300	Zwarts 2011	
	<i>Lanice conchelig</i>		-2,500	2,300	Zwarts 2011	
	<i>Nereis sp.</i>		-0,900	2,208	Zwarts & Wanink 1993	
	<i>Nephtys hombergii</i>		-0,183	2,017	Zwarts & Wanink 1993	
	<i>Scoloplos armiger</i>		-2,000	2,300	Zwarts 2011	
	<i>Carcinus maenas</i>		-2,925	2,871	Zwarts & Wanink 1993	
Kreeftachtige	<i>Corophium sp.</i>	Augustus	-4,187	2,748	Zwarts 1988	
	<i>Crangon crangon</i>		-6,591	2,946	Zwarts 1988	

### *Analysestappen voedsel per getij*

Om een eerste inzicht te krijgen in de hoeveelheid beschikbaar voedsel per vogelsoort in biomassa asvrijdrooggewicht per getij is gebruik gemaakt van een in het WadMap model gehanteerde formule met de volgende proxies (Rappoldt *et al.* 2019):

$$BM\_oogstbaar\_droog = \sum_{i=1}^n Bi \times Si \times Ei$$

Waar:

*Bi* = De totale biomassa (in gram asvrijdrooggewicht per m<sup>2</sup>) van de benthossoorten in bemonsteringspunt *i* voor zover die deel uitmaken van het dieet van de beschouwde vogelsoort.

*Si* = Het aan bemonsteringspunt *i* toegekende oppervlak ("surface area"), gecorrigeerd voor de grenzen van het beschouwde deelgebied en het gebruik van foerageergebieden, en eventueel gecorrigeerd voor de oppervlakteverandering bij bodemdaling.

*Ei* = De gemiddelde droogvalduur ("exposure time") berekend voor het bemonsteringspunt *i*, meestal berekend met de waterstanden tijdens het beschouwde seizoen in het jaar van de monitoring. Een droogvalduur is een proportie van de tijd en is dus een getal tussen de 0 en 1 (in de figuren weergegeven als percentage).

Het totale drooggewicht van de prooien in het dieet waarbij de biomassa *Bi* op nul is gezet op die plaatsen waarvoor de opnamesnelheid<sup>1</sup> niet boven de grenswaarde komt. De droogvalduur is meegenomen als extra weging. De uitkomst wordt omgerekend in ton.

Voor de eerste benadering van de berekening van de gemiddelde hoeveelheid voedsel per getij voor de geselecteerde vogelsoorten, zijn voor de huidige analyse de volgende stappen doorlopen:

#### 1. *Ruimtelijke opdeling in deelgebieden Ballastplaat*

In deze stap is een ruimtelijke opdeling gemaakt van de Ballastplaat in deelgebieden aan de hand van de spijkerlocaties. De grenzen liggen hierbij op dezelfde afstand tussen de spijkermetingen, of voor de buitenste punten, op 200 m afstand van de spijkermetingen. Het oppervlak in m<sup>2</sup> is uitgerekend middels GIS.

#### 2. *Bepalen biomassa (in ton asvrijdrooggewicht) per deelgebied*

Voor de bepaling van de biomassa aan voedsel per deelgebied is de totale biomassa per m<sup>2</sup> per spijkerpunt vermenigvuldigd met de oppervlakte van de ruimtelijk bepaalde deelgebieden en omgerekend naar ton asvrijdrooggewicht.

#### 3. *Bepalen gemiddelde hoogte per deelgebied*

Vervolgens is de gemiddelde hoogte per deelgebied bepaald op basis van de DGPS hoogtes gemeten bij de spijkermetingen.

#### 4. *Bepalen gemiddelde droogvalduur*

De gemiddelde droogvalduur<sup>2</sup> per deelgebied is bepaald door de gemiddelde hoogtes per deelgebied te combineren met de waterstanden van Harlingen met als resultaat één droogvalpercentage per jaar per deelgebied. Deze bepaling geeft duidelijk inzicht in de

<sup>1</sup> Voor de uitwerking van deze analyse is nog geen rekening gehouden met de opnamesnelheid van de verschillende vogelsoorten.

<sup>2</sup> Voor de bepaling van de gemiddelde droogvalduur is voor deze analyse nog geen rekening gehouden met de kritische periodes voor de geselecteerde vogelsoorten.

rol van hoogteveranderingen versus de rol van waterstandsverschillen in de droogvalpercentages.

5. *Berekenen gemiddelde beschikbare voedsel per getij*

Op basis van bovenstaande stappen en de benoemde formule is vervolgens een doorrekening gemaakt naar de globale beschikbaarheid van voedsel per getij (voor elk bemonsteringsmoment) per soort in ton asvrijdrooggewicht.

*Dataverwerking en visualisatie*

De analyse en visualisatie van de ruwe data is uitgevoerd in het programma R (Version 4.2.2, R Core team 2022). De ruimtelijke visualisatie is uitgevoerd middels het programma ArcGIS (Geografisch Informatiesysteem).

## 3 Resultaten

### 3.1 Ruimtelijke kenmerken Ballastplaat

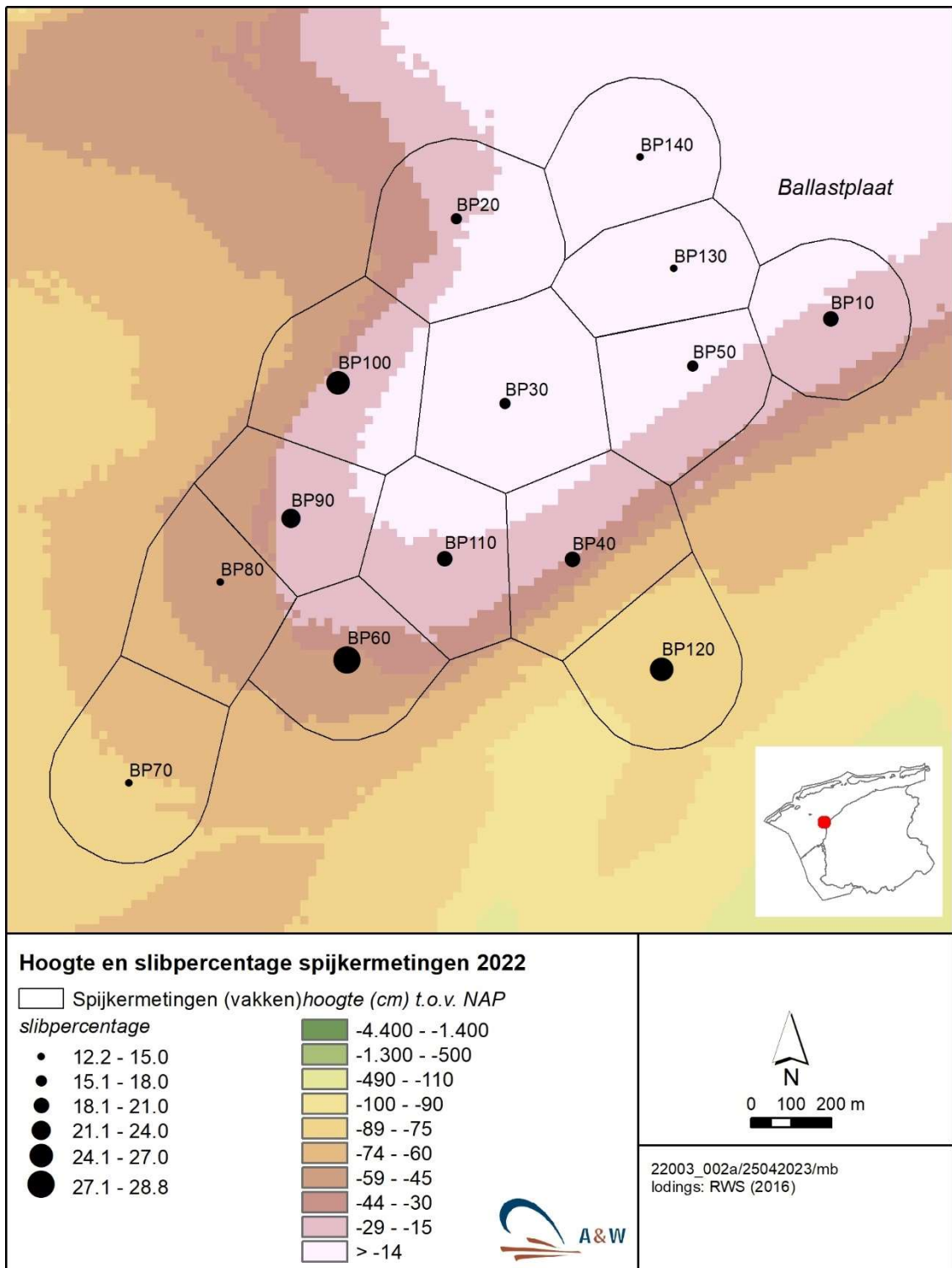
Tabel 3.1 geeft de kenmerken van de spijkerlocaties weer: de hoogteligging op basis van de meest recente gemeten spijkermetingen in februari 2023, het gemiddelde slibgehalte per spijkerlocatie in 2022, de oppervlakte per deelgebied en de gemiddelde droogvalduur in de jaren 2020, 2021 en 2022. In figuur 3.1 is de opdeling in deelgebieden en de bijbehorende hoogteligging en slibpercentages per spijkerlocatie ruimtelijk in beeld gebracht.

Uit de resultaten blijkt dat de punten BP130, BP140, BP50 en BP30 het hoogst gelegen zijn. De punten BP120 en BP70 zijn het laagst gelegen. Het slibgehalte is in afnemende volgorde het hoogst voor de punten BP60, BP100, BP120, BP90, BP110 en BP40. Het sediment op punten BP130 en BP80 is het zandigst. De locaties BP130, BP140 en BP50 liggen gemiddeld het langste droog; BP120 en BP70 het kortst.

*Tabel 3.1 Overzicht van de fysieke kenmerken van het onderzoeksgebied. Weergegeven zijn de spijkerlocaties met bijbehorende hoogteligging (in cm t.o.v. NAP, berekend voor februari 2023), slibpercentages (volume % <63 µm van 2022), de berekende deelgebied oppervlakte (m<sup>2</sup>) en de droogvalduur (%) voor de laatste drie jaren.*

Spijkerlocatie	Hoogteligging	Slibpercentage	Oppervlakte	Droogvalduur (%)		
				2020	2021	2022
BP10	-35,00	19,7	123.819	27,50	28,70	30,2
BP20	-36,30	17,0	169.103	26,70	28,70	26,3
BP30	-20,80	15,5	183.904	33,60	35,20	33,9
BP40	-46,25	20,4	161.631	22,30	24,60	22,6
BP50	-16,88	16,0	133.322	34,40	36,00	36,0
BP60	-45,35	28,8	127.097	21,90	23,00	21,7
BP70	-73,15	13,7	159.110	12,80	13,80	12,9
BP80	-57,08	12,6	138.783	19,10	20,70	17,0
BP90	-45,63	22,9	119.304	23,30	25,10	21,8
BP100	-42,83	25,5	153.631	24,60	26,20	21,9
BP110	-35,90	20,6	136.900	26,30	27,50	27,0
BP120	-86,30	24,4	134.751	9,20	10,10	7,3
BP130	- 2,55	12,2	119.072	41,00	43,20	40,9
BP140	- 7,70	14,6	128.850	39,00	41,60	38,1



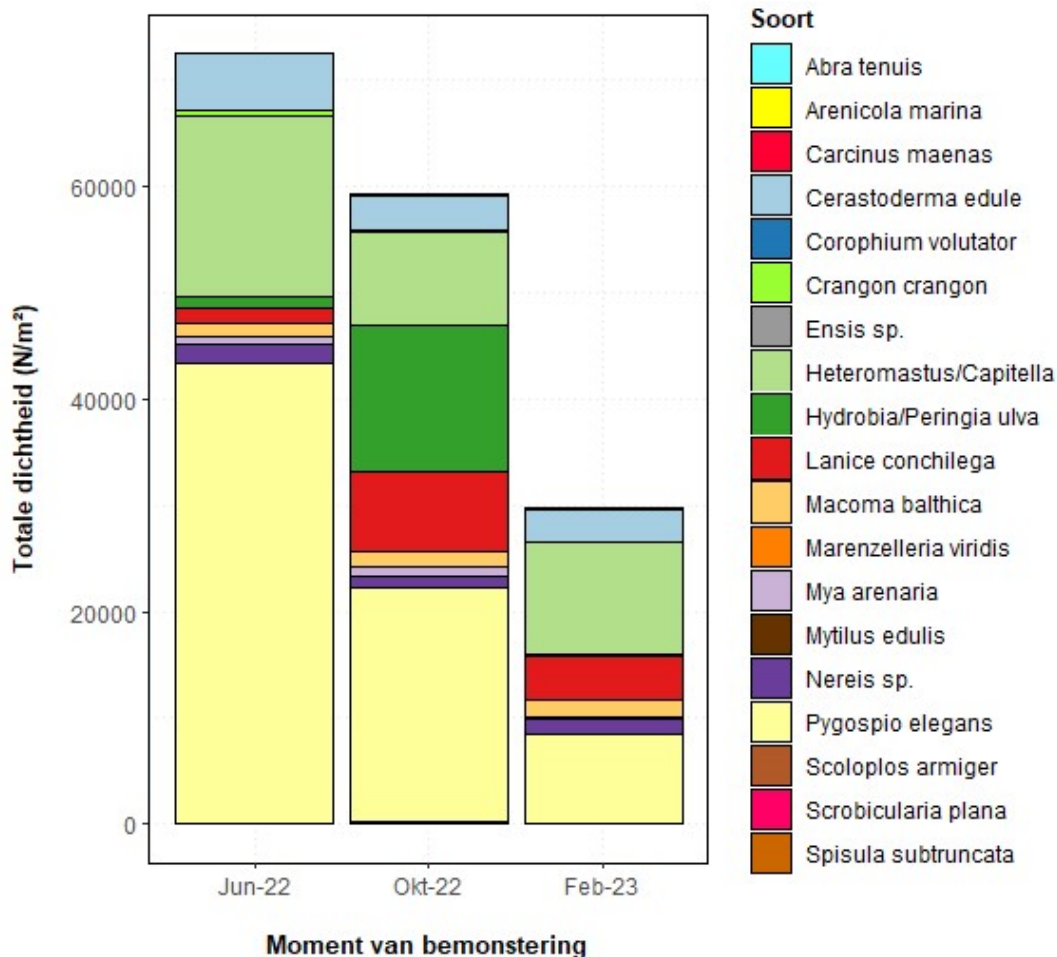


Figuur 3.1. Opdeling van de Ballastplaat in deelgebied per spijkerlocatie. Weergegeven is de hoogteligging van de deelgebieden (cm t.o.v. NAP) en de gemeten gemiddelde slibpercentages (volume % < 63 µm) per spijkerlocatie in 2022.

### 3.2 Benthosdichtheid, biomassa en samenstelling

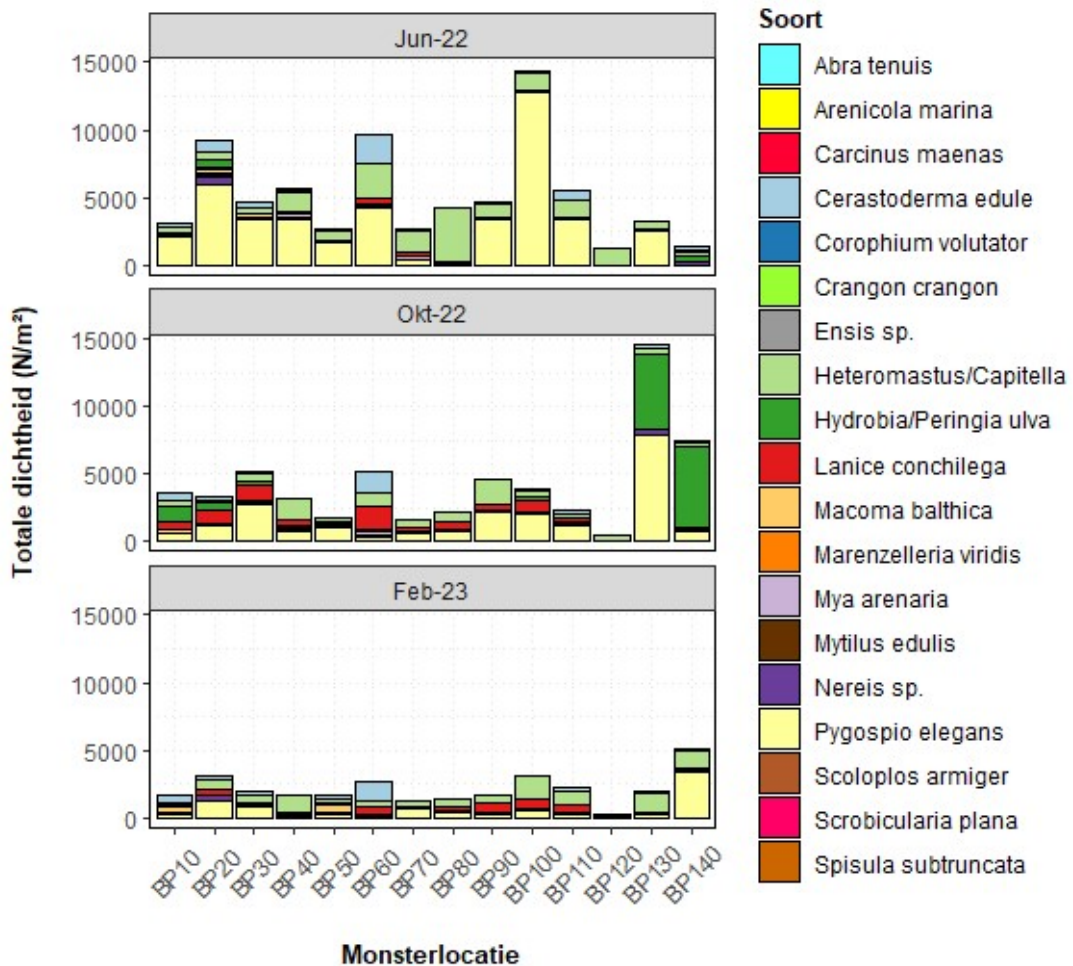
In de bemonsteringen van 2022 en begin 2023 zijn ca. 20 verschillende soorten benthos aangetroffen. Van 13 van deze soorten is naast de dichtheid ook de biomassa bepaald. Figuren 3.2 en 3.3 geven de samenstelling en dichtheid in aantal per m<sup>2</sup> van de aangetroffen benthossoorten weer (zie ook Tabel B2.1). Figuren 3.4 en 3.5 geven de biomassa in gram asvrijdrooggewicht (AFDW) per m<sup>2</sup> van de benthossoorten weer (zie ook Tabel B2.1).

Vijf soorten kwamen voor in hoge dichtheden: onder de schelpdieren het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*) en de Kokkel (*Cerastoderma edule*); onder de wormen de Zandpijp (*Pygospio elegans*), de Schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en de Rode draadworm of Slangpier (*Heteromastus/Capitella*) (Figuur 3.2 en Tabel B2.1).



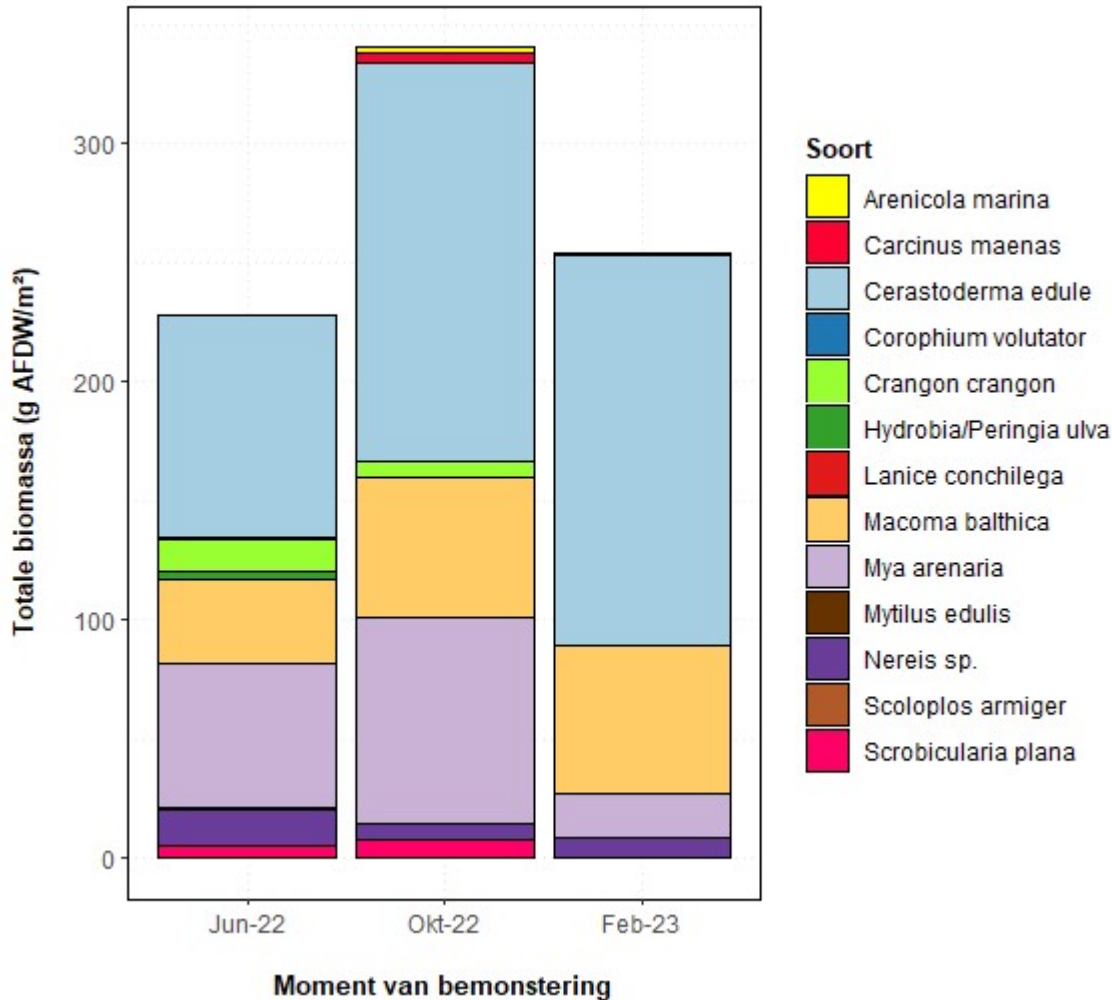
Figuur 3.2. Totale dichtheid (aantal per m<sup>2</sup>) van benthossoorten over alle bemonsterde spijkerlocaties van de Ballastplaat in juni en oktober 2022, en februari 2023.

De hoogste dichtheden (aantal/m<sup>2</sup>) werden gevonden op monsterlocaties BP100, BP130, BP140, BP20 en BP60, afhankelijk van het moment van bemonstering (Figuur 3.3 en Tabel B2.2, B2.3, B2.4). De hoogste dichtheden werden geregistreerd in juni, gevolgd door oktober en februari (Figuur 3.3). Hier waren vooral de aantallen van *P. elegans* heel hoog vergeleken met de andere twee bemonsteringsmomenten.



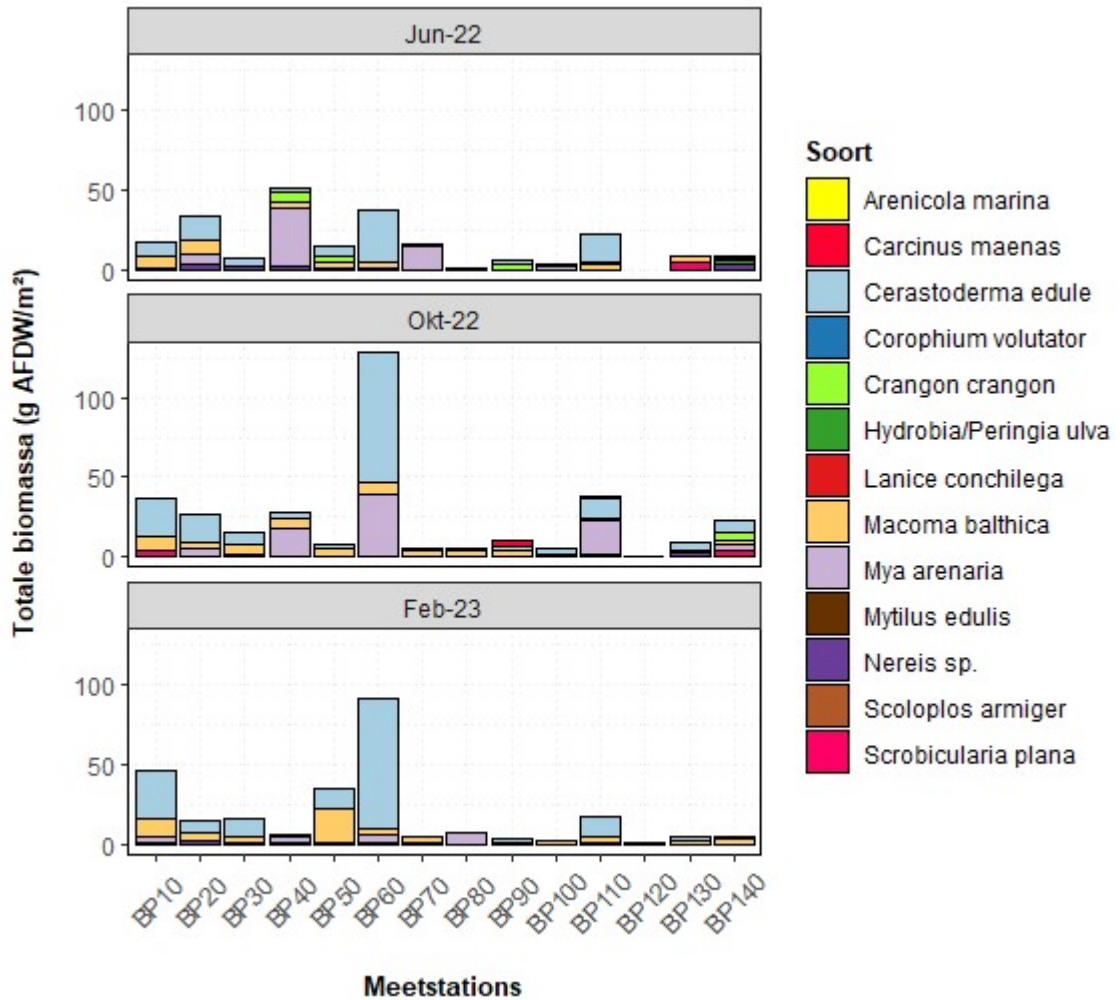
Figuur 3.3. Samenstelling en totale benthosdichtheid (aantal per m<sup>2</sup>) per monsterlocatie per moment van bemonstering.

De hoogste biomassa werd bepaald door de Kokkel (*C. edule*) in alle drie de momenten van bemonstering (95 g/m<sup>2</sup> in juni, 167 g/m<sup>2</sup> in oktober en 163 g/m<sup>2</sup> in februari) met daaropvolgend de Strandgaper (*M. arenaria*) (60 g/m<sup>2</sup> in juni, 86 g/m<sup>2</sup> in oktober, 19 g/m<sup>2</sup> in februari) en het Nonnetje (*M. balthica*) (35 g/m<sup>2</sup> in juni, 59 g/m<sup>2</sup> in oktober, 61 g/m<sup>2</sup> in februari) (Figuur 3.4 en Tabel B2.1). De meeste Kokkels hadden een lengte van 12-17 mm. De meeste Strandgapers hadden een lengte van 22-33 mm en de meeste Nonnetjes van 10-16 mm. De meest voorkomende lengte bij Zeeduizendpoten was gemiddeld 3-3,5 cm.



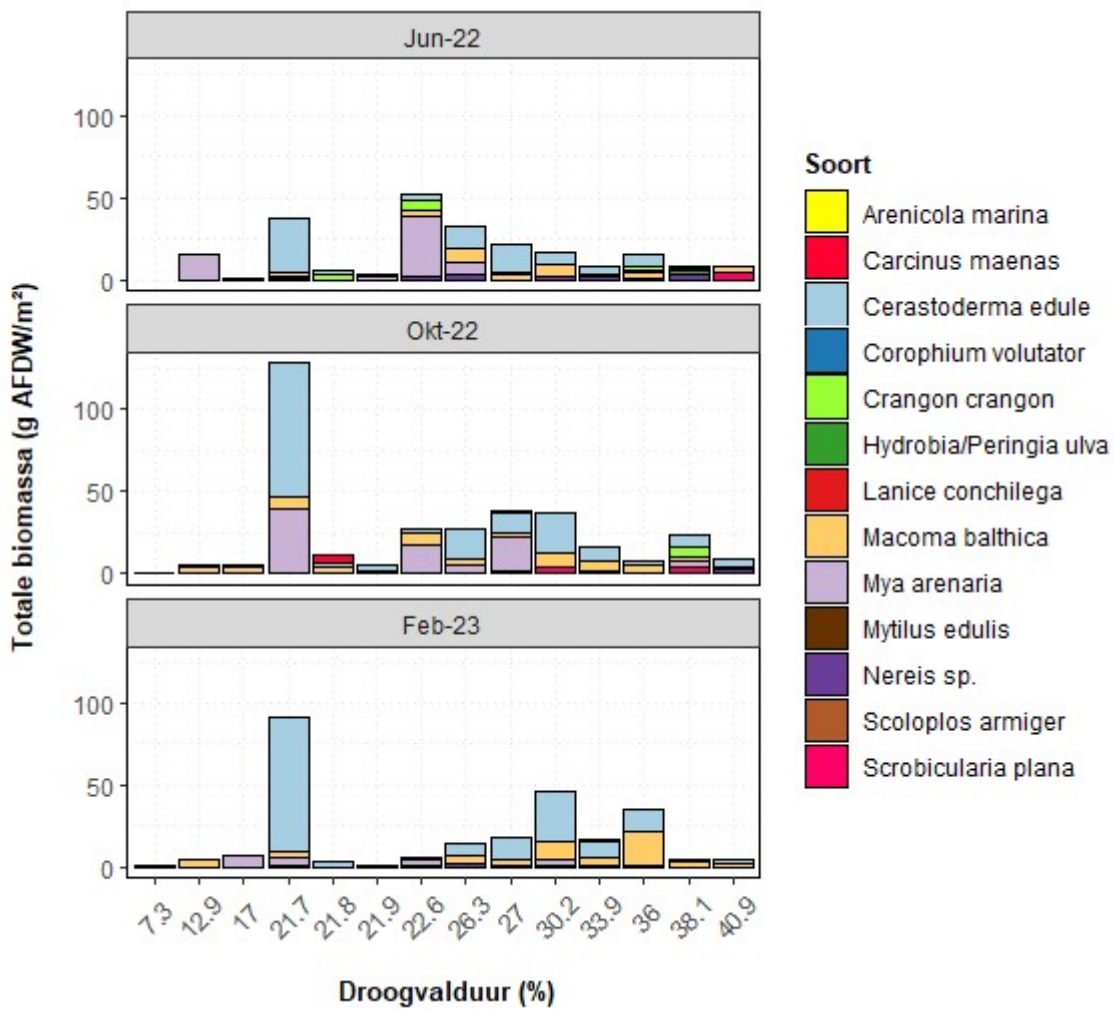
Figuur 3.4. Totale biomassa (g AFDW/m<sup>2</sup>) van benthossoorten over alle bemonsterde meetstations van de Ballastplaat in juni, oktober (2022) en februari (2023) (zie ook Tabel B2.1).

De drie bovengenoemde soorten met de hoogste biomassa werden vooral veel op punt BP60 gevonden, meestal in de bemonsteringen van oktober en februari (Figuur 3.5). Op de meetstations BP70, BP80, BP90, BP100 en BP120 werden de laagste biomassa's gevonden (Figuur 3.5).



Figuur 3.5. Totale biomassa (g AFDW/m²) van benthossoorten per meetstations in juni, oktober (2022) en februari (2023).

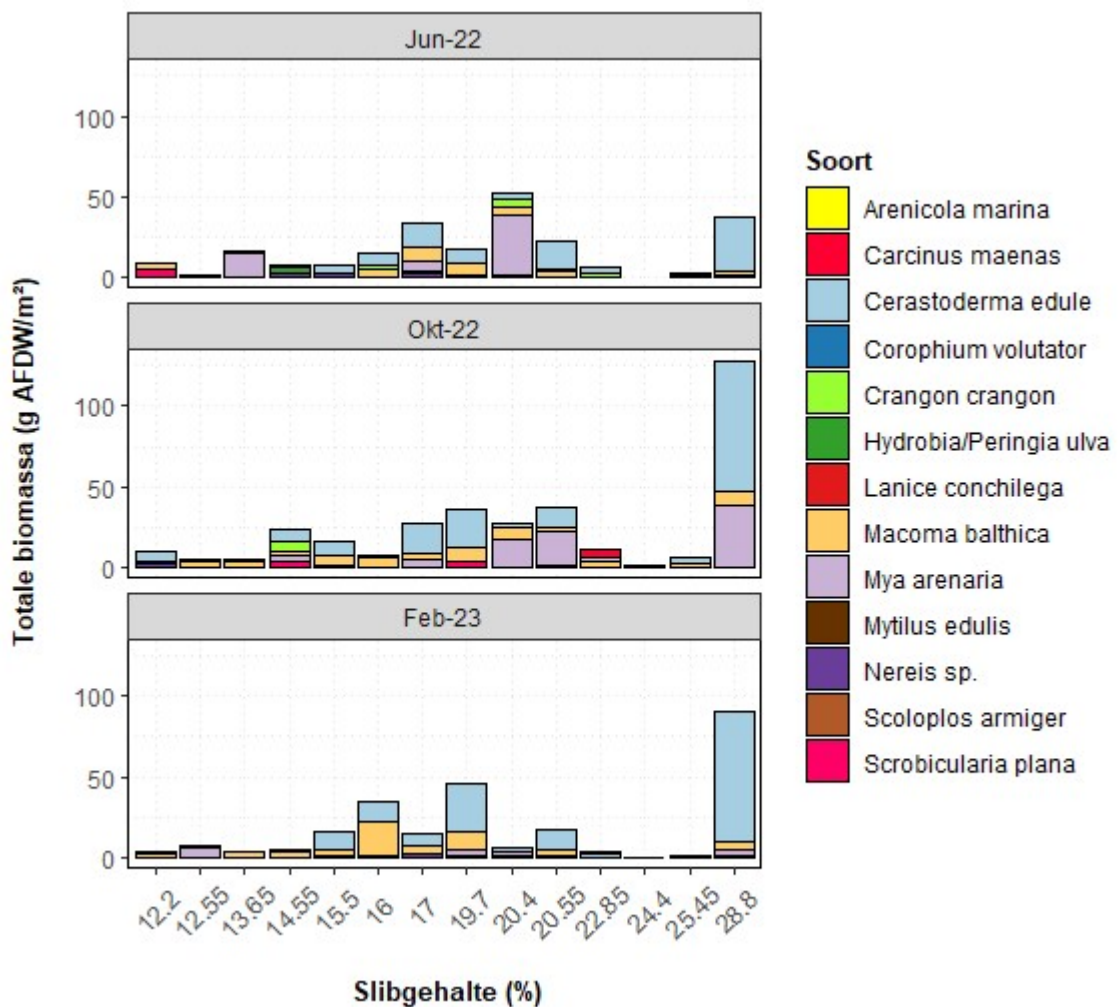
Wanneer de biomassa wordt uitgezet tegen de droogvalduur blijkt dat er een optimum is in het voorkomen van benthos tussen de 22-36% (Figuur 3.6). Op punten die langer droogliggen of langer onderwater liggen, is de biomassa lager. In februari en oktober is de biomassa daarnaast bijzonder hoog bij droogvalduur 21,7% (Figuur 3.6).



Figuur 3.6 Benthosbiomassa (g AFDW/m²) en samenstelling als functie van de gemiddelde droogvalduur (%).

Hetzelfde patroon is te zien bij de verspreiding van biomassa uitgezet tegen het slibgehalte, waarbij de biomassa hoger is bij een range van slibgehalte van 14-21%, met een uitzondering van een uitschieter in biomassa bij een slibgehalte van 28,8% (Figuur 3.7).

Ook bij sedimentcondities is vaak een optimum te zien voor benthos, waarbij op punten die te slikkig of te zandig zijn de biomassa lager is. Bij meetlocatie BP60 is een uitzondering in dit patroon te zien. Op deze meetlocatie is het slikkig, maar de biomassa van benthos is hoog. Dit is te verklaren omdat hier vroeger een mosselbank gelegen heeft, wat goede condities schept voor het settelen van schelpdieren (Kokkels en Strandgaper).

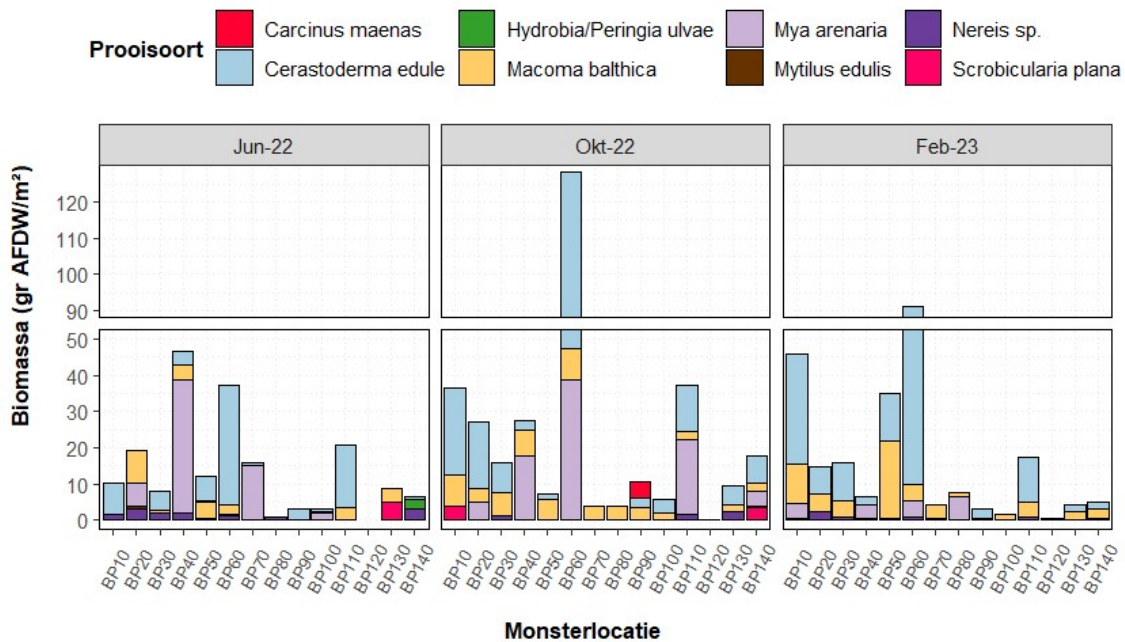


Figuur 3.7. Samenstelling en benthosbiomassa (g AFDW/m<sup>2</sup>) per bemonsterlocatie als functie van het slibgehalte (%). NB. Het slibgehalte was uit sedimentmonsters van de zomer 2022 geanalyseerd.

### 3.3 Prooibiomassa per vogelsoort

#### Bergeend

De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat voor de Bergeend wordt met name bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (79 g/m<sup>2</sup> in juni, 167 g/m<sup>2</sup> in oktober, 163 g/m<sup>2</sup> in februari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Strandgaper (*Mya arenaria*) (60 g/m<sup>2</sup> in juni, 86 g/m<sup>2</sup> in oktober, 19 g/m<sup>2</sup> in februari) en het Nonnetje (*Macoma balthica*) (28 g/m<sup>2</sup> in juni, 59 g/m<sup>2</sup> in oktober, 61 g/m<sup>2</sup> in februari). In december 2021 werd de biomassa het meest bepaald door de Slijkgarnaal (*Corophium sp.*) en het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*) (Fieten 2022). De benutbare biomassa voor de Bergeend was in 2022/23 globaal het hoogst op bemonsteringslocaties BP60, BP50, BP40, BP110, BP10, BP20 (Figuur 3.8, en Figuur B3.1 in Bijlage 3 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied). De benutbare biomassa was het laagst op bemonsteringslocaties BP80, BP90, BP100 aan het west-zuidelijk en BP120 (Figuur 3.8, B3.1).



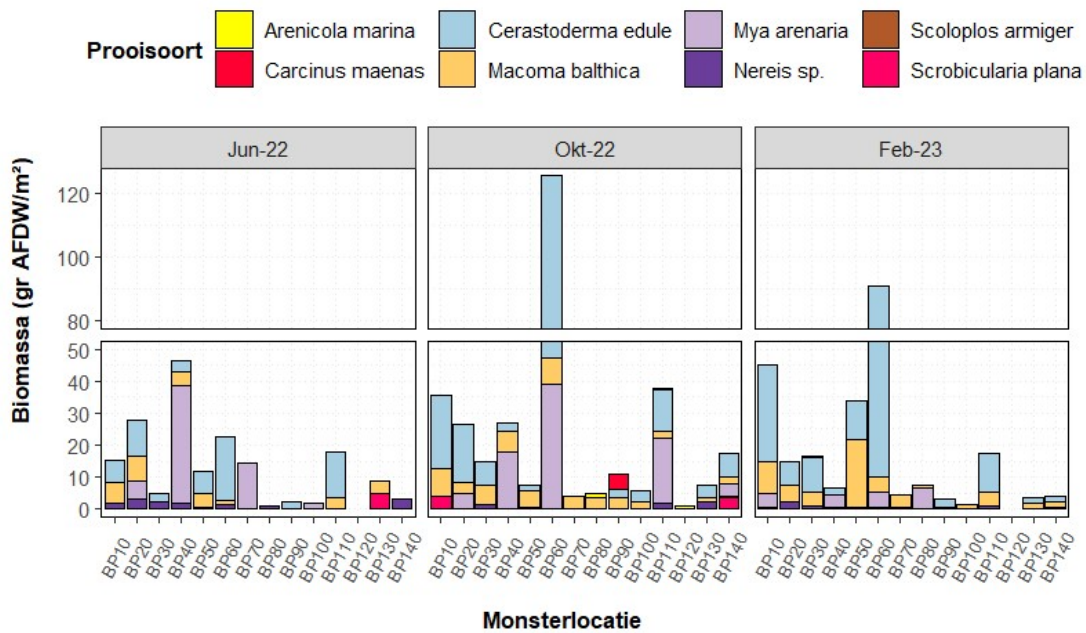
Figuur 3.8. Totale biomassa (in g AFDW/m<sup>2</sup>) van prooisoorten voor de Bergeend per monsterlocatie per monstertmoment. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=Carcinus maenas en Mya arenaria) weergegeven.



**Scholekster**

Figuur 3.9 geeft het overzicht van de biomassa per bemonsteringslocatie voor de voor de Scholekster benutbare prooi-soorten op basis van het dieet (stapelvoedsel en aanvullende voedselbronnen maar ook sporadische voedselbronnen) en de prooigrootte (zie Bijlage 1). De prooibiomassa op de Ballastplaat voor de Scholekster wordt met name bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (67 g/m<sup>2</sup> in juni, 161 g/m<sup>2</sup> in oktober, 162 g/m<sup>2</sup> in februari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Strandgaper (*Mya arenaria*) (59 g/m<sup>2</sup> in juni, 85 g/m<sup>2</sup> in oktober, 19 g/m<sup>2</sup> in februari) en het Nonnetje (*Macoma balthica*) (31 g/m<sup>2</sup> in juni, 57 g/m<sup>2</sup> in oktober, 59 g/m<sup>2</sup> in februari). Ook in december 2021 waren de Kokkel, de Strandgaper en het Nonnetje de meest beschikbare biomassa's, gevolgd door de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (Fieten 2022). In totaal was in de maanden juni, oktober 2022 en februari 2023 de biomassa van Zeeduizendpoten respectievelijk 15, 7 en 8 g/m<sup>2</sup>.

De benutbare biomassa voor de Scholekster was in 2022 en begin 2023 globaal het hoogst op bemonsteringslocaties BP10 t/m BP60 en BP110 (Figuur 3.9, en Figuur B3.2 in Bijlage 3 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied). De biomassa was het laagst op bemonsteringslocaties BP70 t/m BP100 aan het west-zuidelijk en BP120 (Figuur 3.9, B3.2).

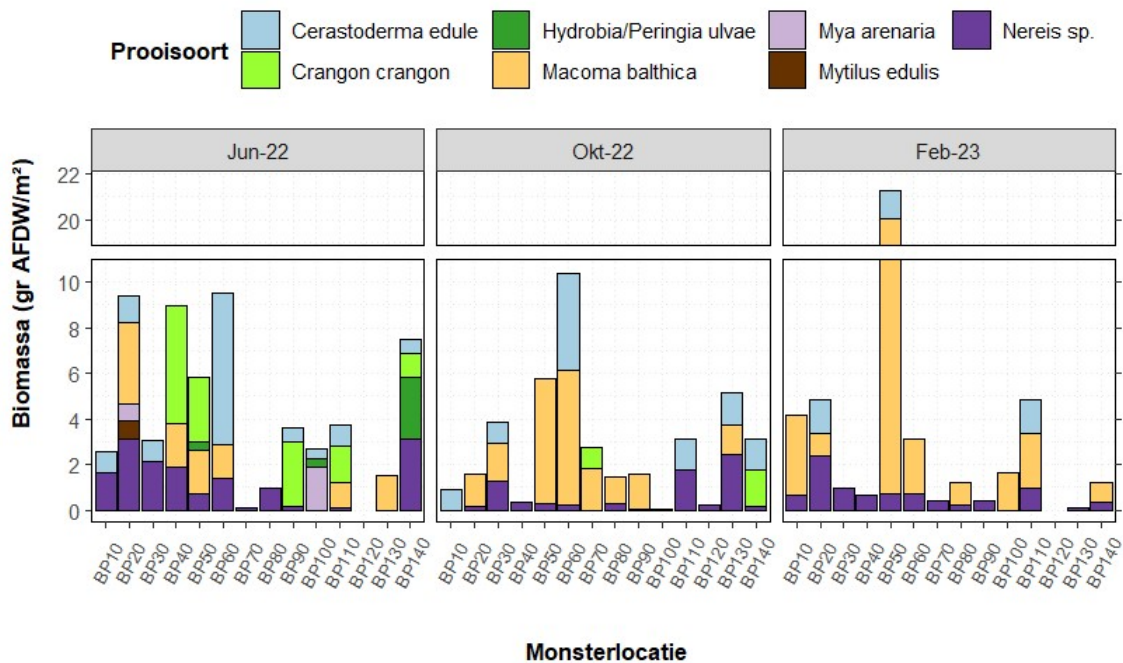


Figuur 3.9. Totale biomassa (in g AFDW/m<sup>2</sup>) van prooi-soorten voor de Scholekster per monsterlocatie per monstertmoment. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen zijn ook sporadische voedselbronnen (=Carcinus maenas en Scoloplos armiger) weergegeven.

### Kanoet

De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat voor de Kanoet wordt met name bepaald door het Nonnetje (*Macoma balthica*) (11 g/m<sup>2</sup> in juni, 20 g/m<sup>2</sup> in oktober, 32 g/m<sup>2</sup> in februari). Vooral op locatie BP50 werd in februari 2023 de hoogste biomassa bemonsterd van deze prooi soort (Figuur 3.10). De prooi biomassa wordt hierop volgend bepaald door de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (15 g/m<sup>2</sup> in juni, 7 g/m<sup>2</sup> in oktober en 8 g/m<sup>2</sup> in februari), de Kokkel (*C.edule*) (12 g/m<sup>2</sup> in juni, 10 g/m<sup>2</sup> in oktober, 4 g/m<sup>2</sup> in februari) en de Gewone garnaal (*C.crangon*) (13,5 g/m<sup>2</sup> in juni en 3 g/m<sup>2</sup> in oktober). De Zeeduizendpoot is een sporadische voedselbron voor de Kanoet, terwijl de andere genoemde prooi soorten stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn.

In december 2021 werd de biomassa voornamelijk bepaald door het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*), door een zeer grote aanwezigheid op monsterlocatie BP20 (Fieten 2022). In 2022/23 was de biomassa van deze prooi soort alleen beschikbaar in juni op monsterlocatie BP140 (Figuur 3.10). De benutbare biomassa voor de Kanoet was in 2022/23 globaal het hoogst op bemonsteringslocaties BP50, BP60, BP20, BP140, BP110, BP40 (Figuur 3.10, en Figuur B3.3 in Bijlage 3 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied). De benutbare biomassa was het laagst ook voor deze vogelsoort op bemonsteringslocaties BP70 t/m BP100 aan het west-zuidelijk en BP120 (Figuur 3.10, B3.3).

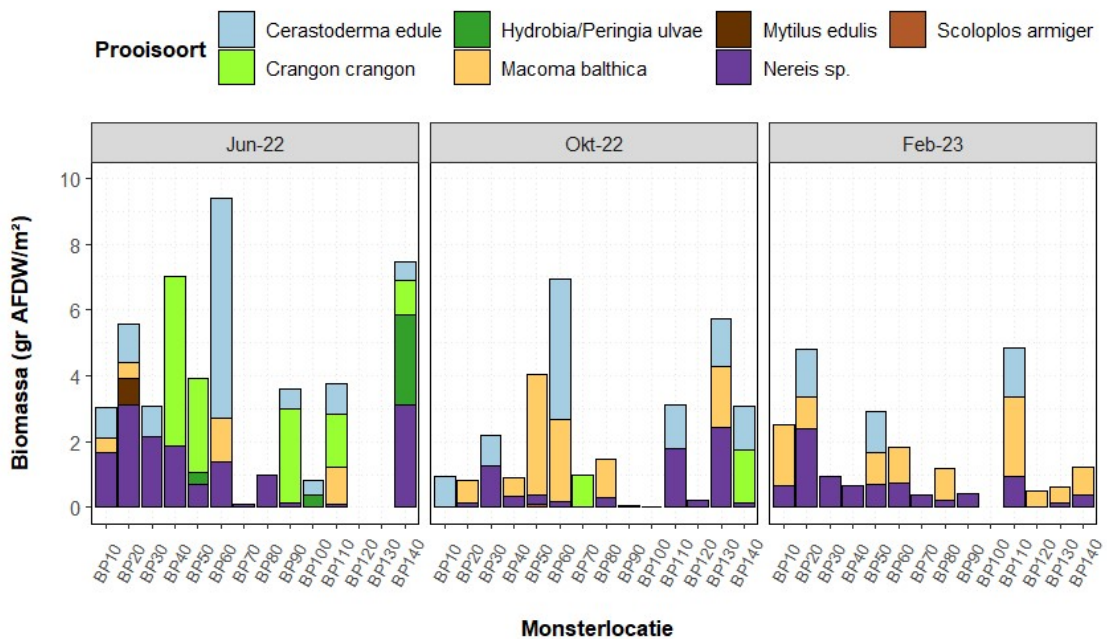


Figuur 3.10. Totale biomassa (in g AFDW/m<sup>2</sup>) van prooi soorten voor de Kanoet per monsterlocatie per monstertmoment. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen zijn sporadische voedselbronnen (=Mytilus edulis en Nereis sp.) ook weergegeven.

### Bonte strandloper

De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat voor de Bonte strandloper wordt met name bepaald door de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (15 g/m<sup>2</sup> in juni, 7 g/m<sup>2</sup> in oktober en 8 g/m<sup>2</sup> in februari), de Kokkel (*C.edule*) (12 g/m<sup>2</sup> in juni, 10 g/m<sup>2</sup> in oktober, 4 g/m<sup>2</sup> in februari) en het Nonnetje (*Macoma balthica*) (3 g/m<sup>2</sup> in juni, 10 g/m<sup>2</sup> in oktober, 10 g/m<sup>2</sup> in februari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Gewone garnaal (*C.crangon*) (13,5 g/m<sup>2</sup> in juni en 3 g/m<sup>2</sup> in oktober) en het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*) (3,5 g/m<sup>2</sup> alleen beschikbaar in juni op monsterlocaties BP50, 100 en 140, Figuur 3.11). De Kokkel is een sporadische voedselbron voor de Bonte strandloper, terwijl de andere bovengenoemde prooi-soorten stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen zijn.

De benutbare biomassa voor de Kanoet was in 2022/23 globaal het hoogst op bemonsteringslocaties BP60, BP140, BP110, BP20, BP50 (Figuur 3.11, en Figuur B3.4 in Bijlage 3 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied). De benutbare biomassa was het laagst op bemonsteringslocaties BP70 t/m BP100 aan het west-zuidelijk en BP120 (Figuur 3.11, B3.4).

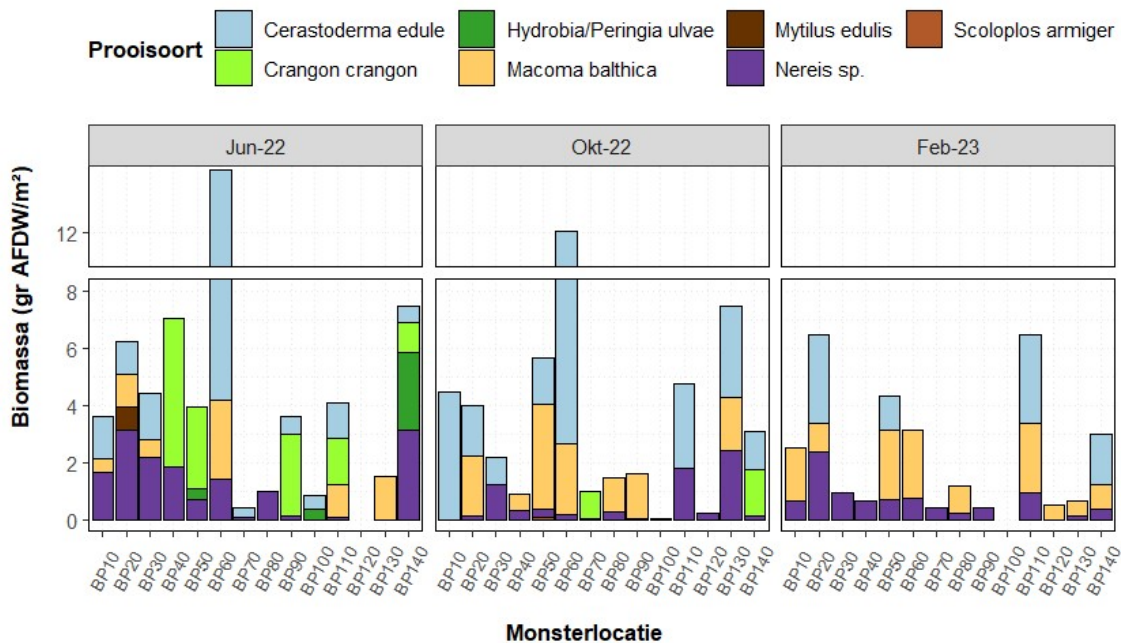


Figuur 3.11. Biomassa (in g AFDW/m<sup>2</sup>) van prooi-soorten voor de Bonte strandloper per monsterlocatie per monstertmoment. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=Cerastoderma edule en Mytilus edulis) weergegeven.

### Tureluur

Het beeld van de beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat voor de Tureluur (Figuur 3.12) is heel vergelijkbaar met die van de Bonte strandloper (Figuur 3.11). In het algemeen is de beschikbare biomassa van schelpdieren wat hoger omdat de range aan prooigroottes voor de Tureluur wat breder is (zie Tabel B1.1) De beschikbare totale biomassa wordt met name bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (17,5 g/m<sup>2</sup> in juni, 25 g/m<sup>2</sup> in oktober, 9 g/m<sup>2</sup> in februari), het Nonnetje (*M.balthica*) (7,7 g/m<sup>2</sup> in juni, 13,3 g/m<sup>2</sup> in oktober, 12,8 g/m<sup>2</sup> in februari) en de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (15 g/m<sup>2</sup> in juni, 7 g/m<sup>2</sup> in oktober en 8,6 g/m<sup>2</sup> in februari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Gewone garnaal (*C.crangon*) (13,5 g/m<sup>2</sup> in juni en 2,5 g/m<sup>2</sup> in oktober) en het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*) (3,5 g/m<sup>2</sup> alleen beschikbaar in juni op monsterlocaties BP50, 100 en 140, Figuur 3.12). De Kokkel is een sporadische voedselbron voor de Tureluur, terwijl de andere bovengenoemde prooisorten zijn stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen.

De benutbare biomassa voor de Tureluur was in 2022/23 globaal het hoogst op bemonsteringslocaties BP60, BP20, BP110, BP50, BP140, BP10 (Figuur 3.12, en Figuur B3.5 in Bijlage 3 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied). De benutbare biomassa was het laagst op bemonsteringslocaties BP70 t/m BP100 aan het west-zuidelijk en BP120 (Figuur 3.12, B3.5).

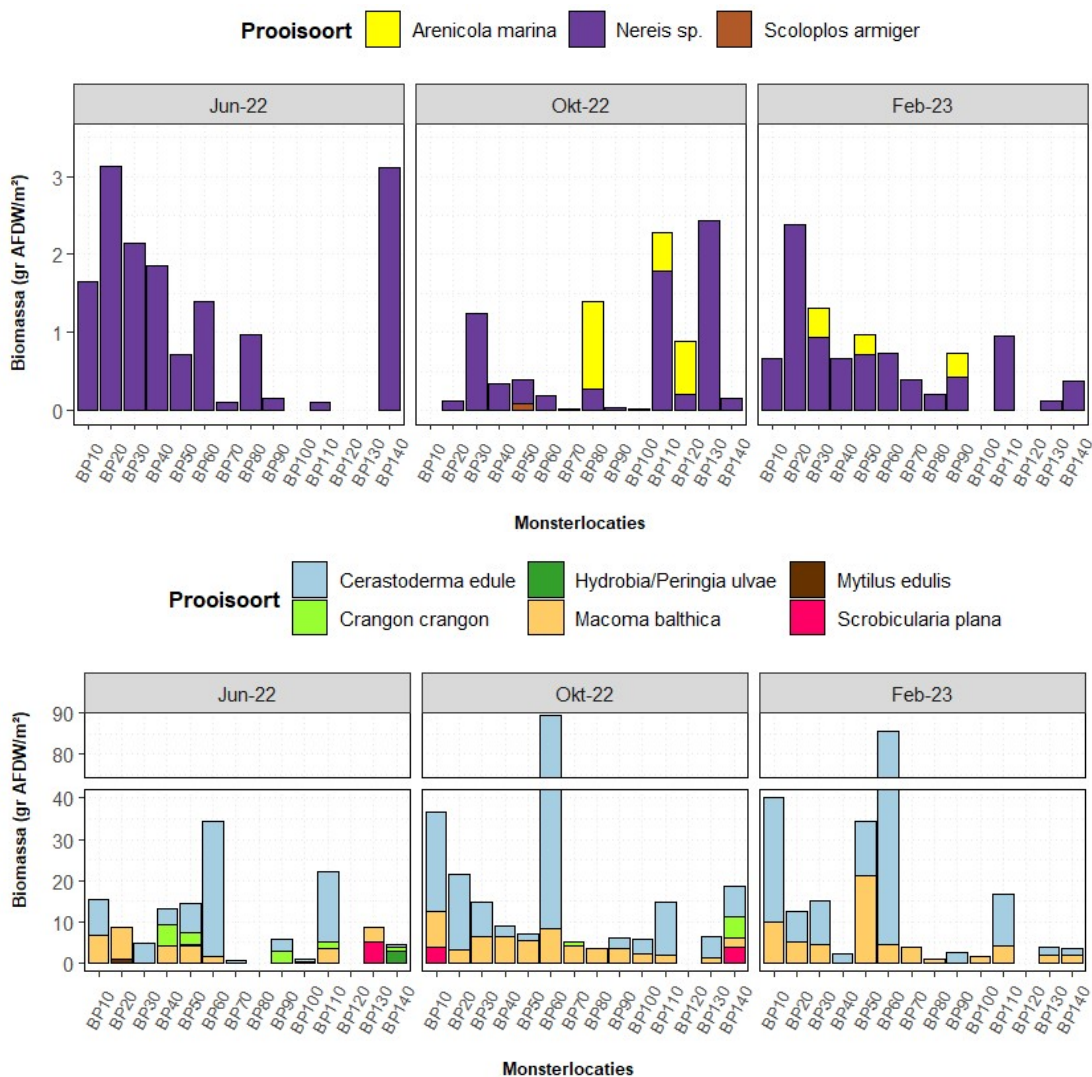


Figuur 3.12. Prooibiomassa (in g AFDW/m<sup>2</sup>) voor de Tureluur per monsterlocatie per monstertmoment. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=Mytilus edulis) weergegeven.

**Rosse grutto**

De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat van prooi-soorten behorend bij stapelvoedsel voor de Rosse grutto wordt met name bepaald door de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (15 g/m<sup>2</sup> in juni, 7 g/m<sup>2</sup> in oktober en 8 g/m<sup>2</sup> in februari), gevolgd door de Wadpier (*A.marina*) (2,3 g/m<sup>2</sup> in oktober en 0,9 g/m<sup>2</sup> in februari) (Figuur 3.13 boven). Verder wordt de prooibiomassa van soorten die sporadisch als voedselbron worden benut bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (80 g/m<sup>2</sup> in juni, 167 g/m<sup>2</sup> in oktober, 163 g/m<sup>2</sup> in februari) en het Nonnetje (*M.balthica*) (31 g/m<sup>2</sup> in juni, 57 g/m<sup>2</sup> in oktober, 59 g/m<sup>2</sup> in februari) (Figuur 3.13 onder). De prooibiomassa van sporadische voedselbronnen wordt hierop volgend bepaald door de Gewone garnaal (*C.crangon*) (13,5 g/m<sup>2</sup> in juni en 6,3 g/m<sup>2</sup> in oktober), de Platte slijkgaper (*S.plana*) (5 g/m<sup>2</sup> in juni en 7,5 g/m<sup>2</sup> in oktober) en het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*) (3,5 g/m<sup>2</sup> alleen beschikbaar in juni op monsterlocatie BP140, Figuur 3.13 onder).

De totale benutbare biomassa voor de Rosse grutto was in 2022/23 globaal het hoogst op bemonsterings-locaties BP60, BP10, BP50, BP110, BP20, BP30 (Figuur 3.13, en Figuur B3.6 in Bijlage 3 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied). De totale benutbare biomassa is het laagst op bemonsterings-locaties BP70 t/m BP100 aan het west-zuidelijk en BP120 (Figuur 3.13, B3.6).

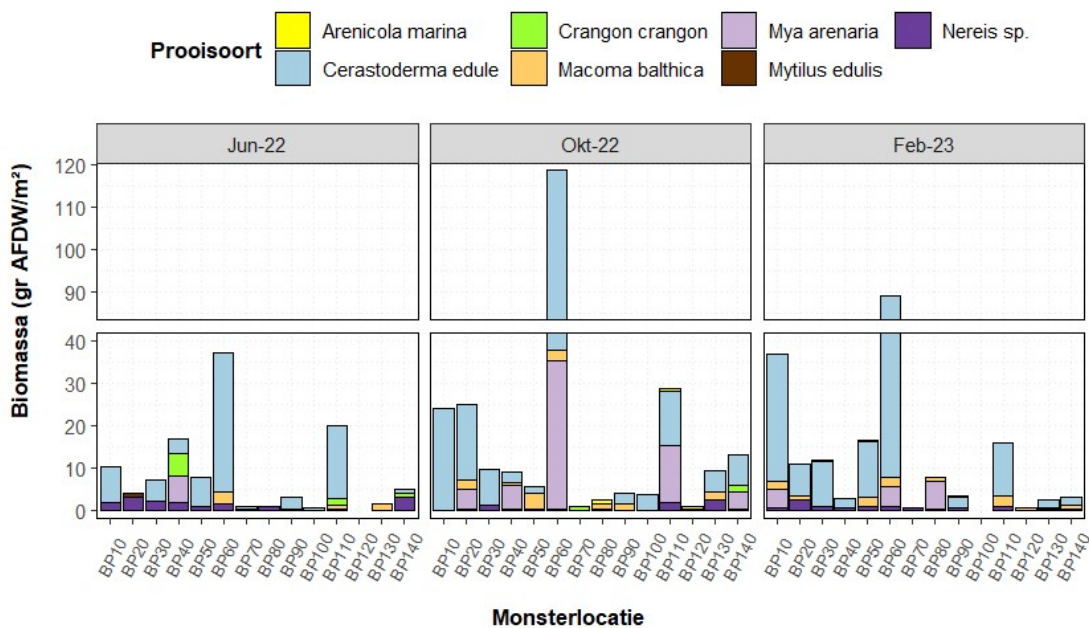


Figuur 3.13. Biomassa (in g AFDW/m<sup>2</sup>) van prooi-soorten voor de Rosse grutto per monsterlocatie per monstertmoment. Boven: stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen; onder: sporadische voedselbronnen.

**Wulp**

Figuur 3.14 geeft het overzicht van de biomassa per bemonsteringslocatie voor de voor de Wulp benutbare prooi-soorten op basis van het dieet (stapelvoedsel en aanvullende voedselbronnen maar ook sporadische voedselbronnen) en de prooigrootte (zie Bijlage 1). De prooibiomassa op de Ballastplaat voor de Wulp wordt met name bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (79 g/m<sup>2</sup> in juni, 167 g/m<sup>2</sup> in oktober, 163 g/m<sup>2</sup> in februari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Strandgaper (*M.arenaria*) (6 g/m<sup>2</sup> in juni, 63 g/m<sup>2</sup> in oktober, 15 g/m<sup>2</sup> in februari), het Nonnetje (*M.balthica*) (5,4 g/m<sup>2</sup> in juni, 13,3 g/m<sup>2</sup> in oktober, 12,8 g/m<sup>2</sup> in februari) en de Zeeduizendpoot (*Nereis* sp.) (respectievelijk 15, 7 en 8,5 g/m<sup>2</sup> in juni, oktober en februari).

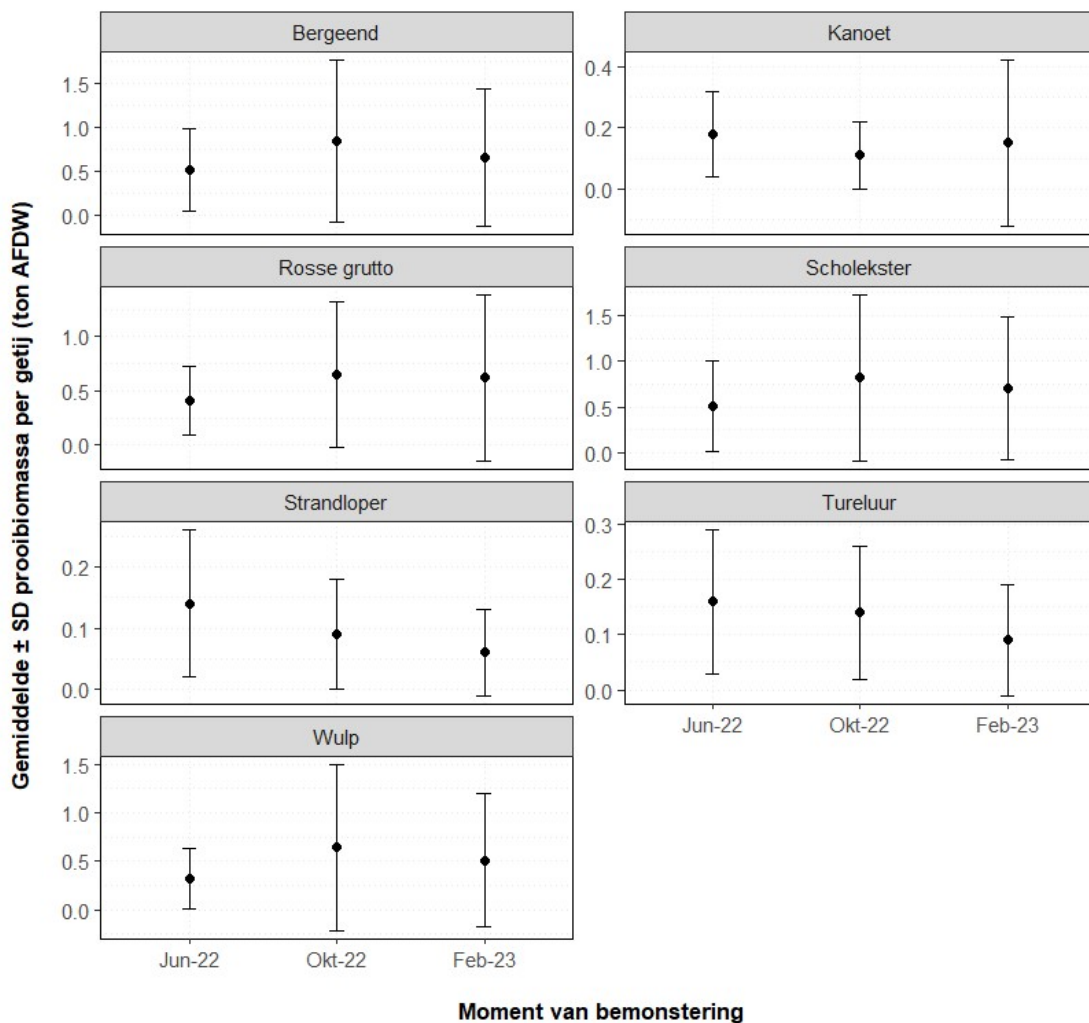
De benutbare biomassa voor de Wulp was in 2022 en begin 2023 globaal het hoogst op bemonsteringslocaties BP10 t/m BP60 en BP110 (Figuur 3.14, en Figuur B3.7 in Bijlage 3 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied). De biomassa was het laagst op bemonsteringslocaties BP70 en BP100 aan het west-zuidelijk en BP120 (Figuur 3.14, B3.7).



Figuur 3.14. Prooibiomassa (in g AFDW/m<sup>2</sup>) voor de Tureluur per monsterlocatie per monstertmoment. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=C.edule, C.crangon, M.balthica, M.edulis) weergegeven.

### 3.4 Beschikbare prooibiomassa per getij

Figuur 3.15 geeft een inzicht in de gemiddelde beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) van de Ballastplaat voor de Bergeend, Scholekster, Kanoet, Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur en Wulp. Figuren 3.16 t/m 3.22 geven een meer gedetailleerd inzicht in de ruimtelijke verspreiding per deelgebied van de Ballastplaat van beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de 7 vogelsoorten in de drie monster momenten. De berekening is gemaakt op basis van de berekende prooibiomassa per m<sup>2</sup> en de gemiddelde droogvalduur (%) (zie paragraaf 2.4).



Figuur 3.15. Gemiddelde prooibiomassa per getij  $\pm$  standaarddeviatie (in ton AFDW) van de Ballastplaat per vogelsoort en per moment van bemonstering.

#### Bergeend

De hoogste benutbare prooibiomassa per getij voor de Bergeend was in de maand oktober gemeten, met in totaal in het gehele gebied ruim 11,8 ton AFDW (gemiddeld 0,84 ton). De benutbare prooibiomassa per getij was in totaal op de Ballastplaat in juni 7 ton (gemiddeld 0,51 ton over de deelgebieden) en in februari 9,3 ton (gemiddeld 0,66 ton). De hoogste biomassa per getij voor de Bergeend is gelegen in deelgebied BP60 in alle bemonsteringsmomenten, daarnaast in juni en oktober ook in BP40, en in BP10 in oktober en februari (Figuur 3.16).

### *Scholekster*

De hoogste benutbare prooibiomassa per getij voor de Scholekster is gelegen in het deelgebied rondom BP60 in oktober en februari en rond gebied BP40 en BP20 in juni (Figuur 3.17). Ook deelgebieden rondom BP10, BP50 en BP110 zijn geschikt om te foerageren. Het deelgebied BP70-100 en BP120 is het minst geschikt om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. 0,08-0,5 ton. Per getij is in het gehele gebied in totaal ruim 6,7 ton prooibiomassa in juni (gemiddeld 0,51 ton), 11,5 in oktober (gemiddeld 0,82 ton) en 9,2 in februari (gemiddeld 0,71 ton) voor de Scholekster beschikbaar.

### *Kanoet*

Per getij is in het gehele gebied in totaal ruim 2,36 ton prooibiomassa in juni (gemiddeld 0,18), 1,5 in oktober (gemiddeld 0,11) en 1,9 in februari (gemiddeld 0,15) voor de Kanoet beschikbaar. De hoogste benutbare prooibiomassa per getij voor de Kanoet is gelegen in het deelgebied rondom BP50 in alle maanden van bemonstering. In juni zijn daarnaast de noordelijke deelgebieden (BP20, BP140) en de deelgebieden BP60 en BP40 geschikt om te foerageren. In oktober is naast BP50 en BP60 ook deelgebied BP130 belangrijk voor de Kanoet (Figuur 3.18). De deelgebieden BP70-100 en BP40, BP120 zijn de minst geschikt om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. <0,05 ton.

### *Bonte strandloper*

Per getij is in het gehele gebied in totaal ruim 1,9 ton prooibiomassa in juni (gemiddeld 0,14), 1,23 ton in oktober (gemiddeld 0,09) en 0,9 ton in februari (gemiddeld 0,06) voor de Bonte strandloper beschikbaar. De ruimtelijke verspreiding van de benutbare prooibiomassa per getij voor de Bonte strandloper varieert sterk door de maanden heen (Figuur 3.19). De hoogste benutbare prooibiomassa in juni is gelegen in de noordelijke deelgebieden BP140 en BP20 en de zuidelijke deelgebieden BP60 en BP40. In oktober is deelgebied BP130 de meest geschikte om te foerageren, met daarnaast de centrale deelgebieden. In februari is vooral BP20 heel geschikt, de andere deelgebieden hebben een zeer lage benutbare biomassa. De deelgebieden BP70-100 en BP120 zijn altijd de minst geschikte om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. <0,05 ton.

### *Tureluur*

Ook voor de Tureluur is het ruimtelijk patroon van de beschikbare biomassa wisselend tussen de maanden (Figuur 3.20). In juni is de hoogste benutbare prooibiomassa per getij gelegen in de deelgebieden BP60, BP20-30-40 en BP140. In oktober is de hoogste benutbare prooibiomassa per getij gelegen in de deelgebieden BP60, BP130 en BP50. In februari zijn de deelgebieden BP110, BP20, BP50 de meest geschikte om te foerageren. Per getij is in het gehele gebied in totaal ruim 2,3 ton prooibiomassa in juni (gemiddeld 0,16), 1,9 in oktober (gemiddeld 0,14) en 1,2 in februari (gemiddeld 0,09) voor de Tureluur beschikbaar. Ook voor deze vogelsoort zijn de deelgebieden BP70-100 en BP120 de minst geschikt om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. <0,05 ton.

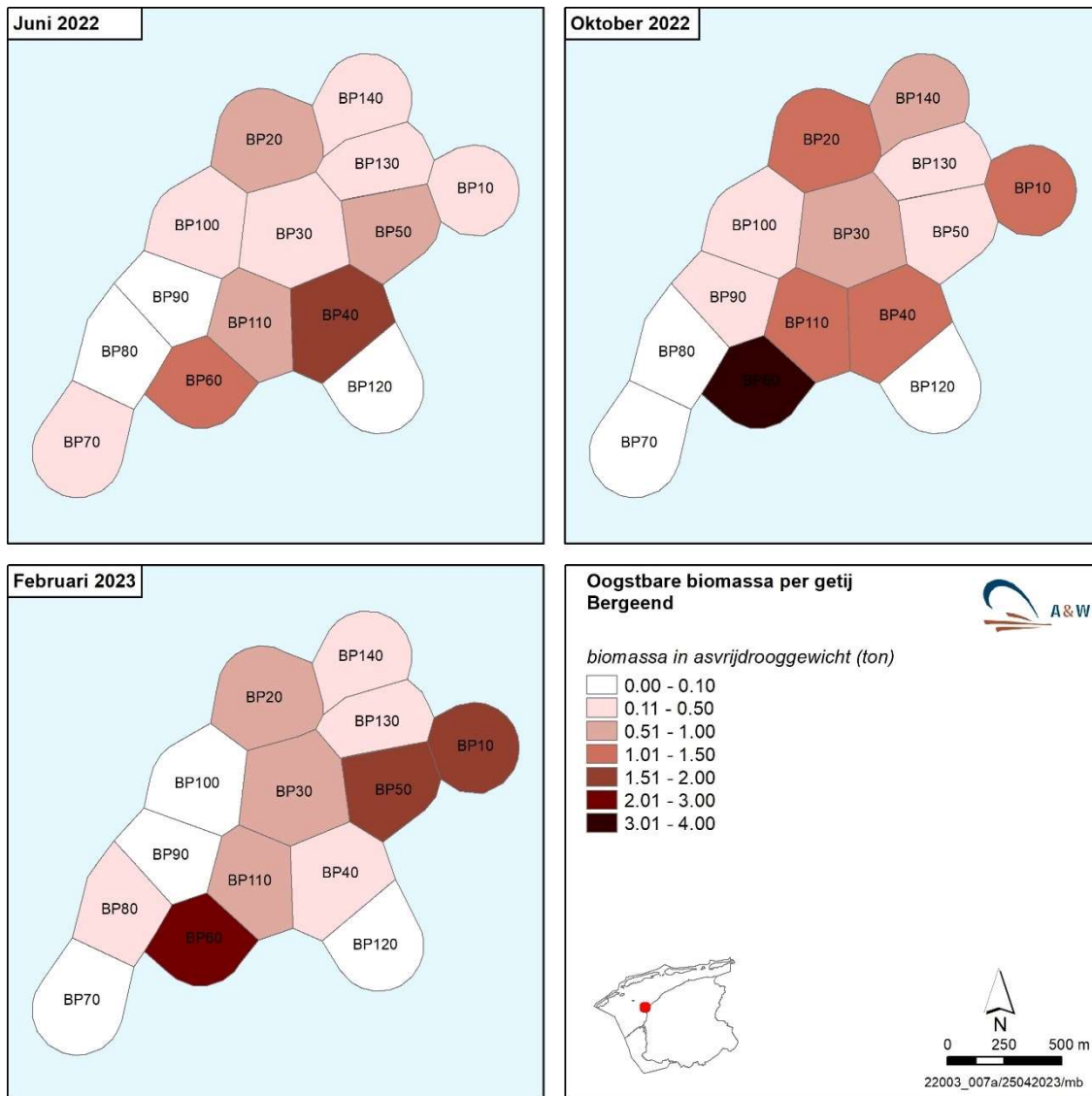
### *Rosse grutto*

De ruimtelijke verspreiding van beschikbare biomassa voor de Rosse grutto wordt grotendeels beïnvloed door de aanwezigheid van schelpdieren met hogere biomassa dan wormen, maar dat geen stapelvoedsel vormen voor deze vogelsoort (alleen sporadische voedselbronnen). Alle prooisorten samen genomen, is per getij is in het gehele gebied in totaal ruim 5,7 ton prooibiomassa in juni (gemiddeld 0,41), 9 ton in oktober (gemiddeld 0,65) en 8,7 ton in februari (gemiddeld 0,62) voor de Rosse grutto beschikbaar (Figuur 3.21).

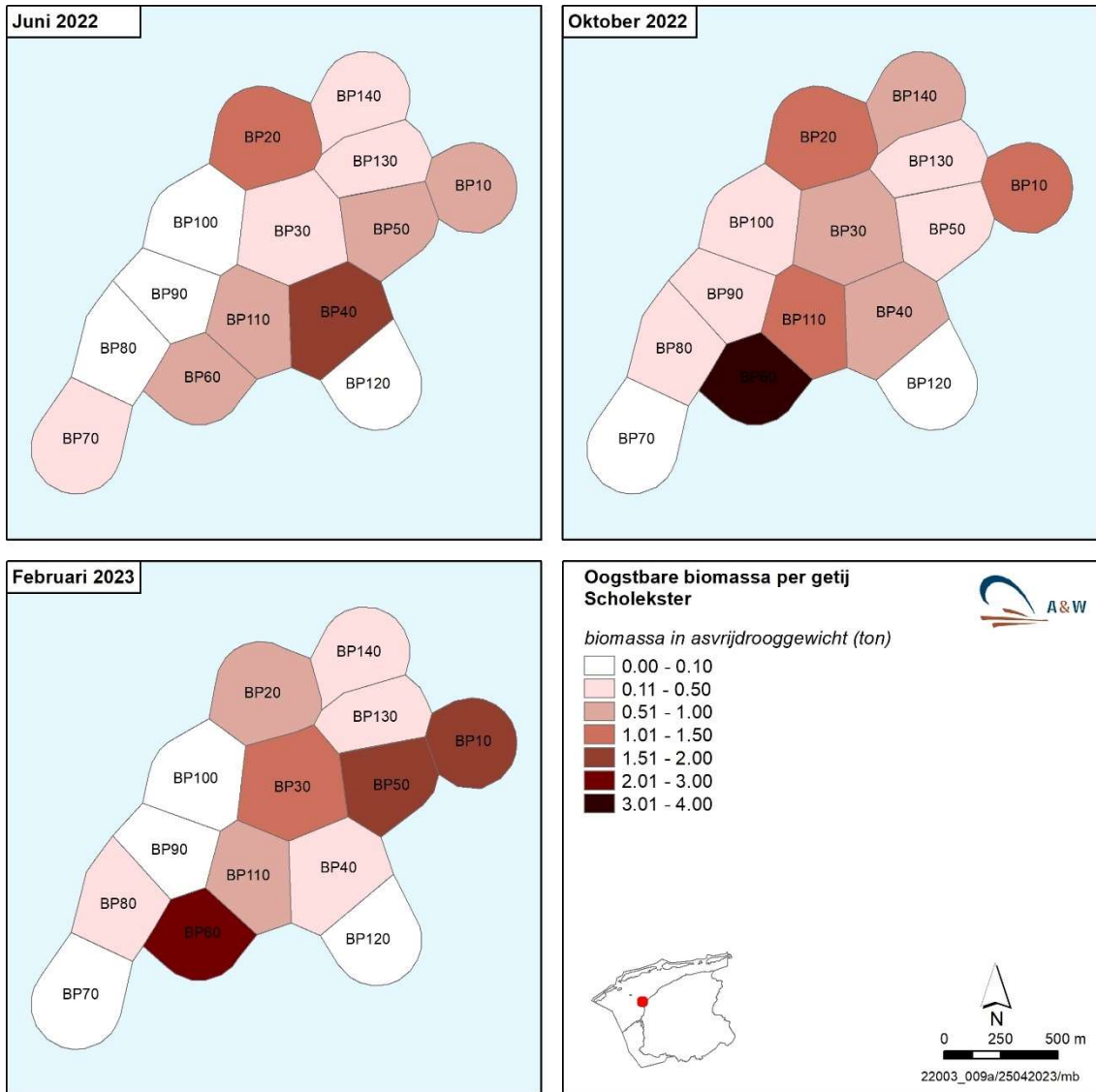


### *Wulp*

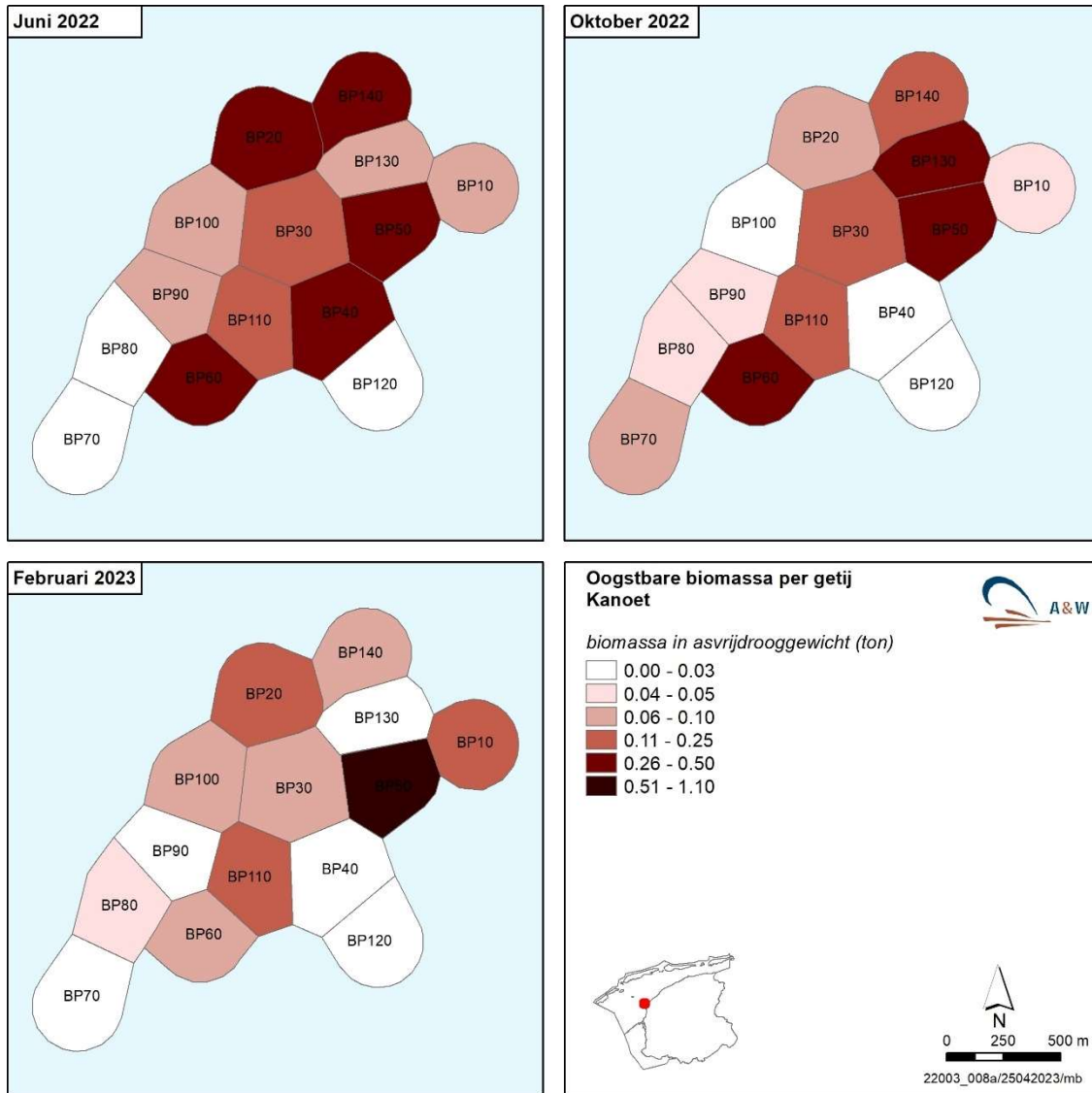
De hoogste benutbare prooibiomassa per getij voor de Wulp was in de maand oktober gemeten, met in totaal in het gehele gebied ruim 9 ton AFDW (gemiddeld 0,32 ton). De benutbare prooibiomassa per getij was in totaal in de Ballastplaat in juni 4,2 ton (gemiddeld 0,63 ton over de deelgebieden) en in februari 7,1 ton (gemiddeld 0,51 ton). De hoogste biomassa per getij voor de Wulp is gelegen in deelgebied BP60 in alle bemonsteringsmomenten. Daarnaast zijn in oktober en februari ook BP10, BP110, BP30 en BP20 belangrijk foerageerplekken (Figuur 3.22). De locaties BP70-100 en BP120 zijn in alle drie de maanden de minst geschikte gebieden om te foerageren voor de Wulp, met een prooibiomassa per getij van ca. <0,2 ton.



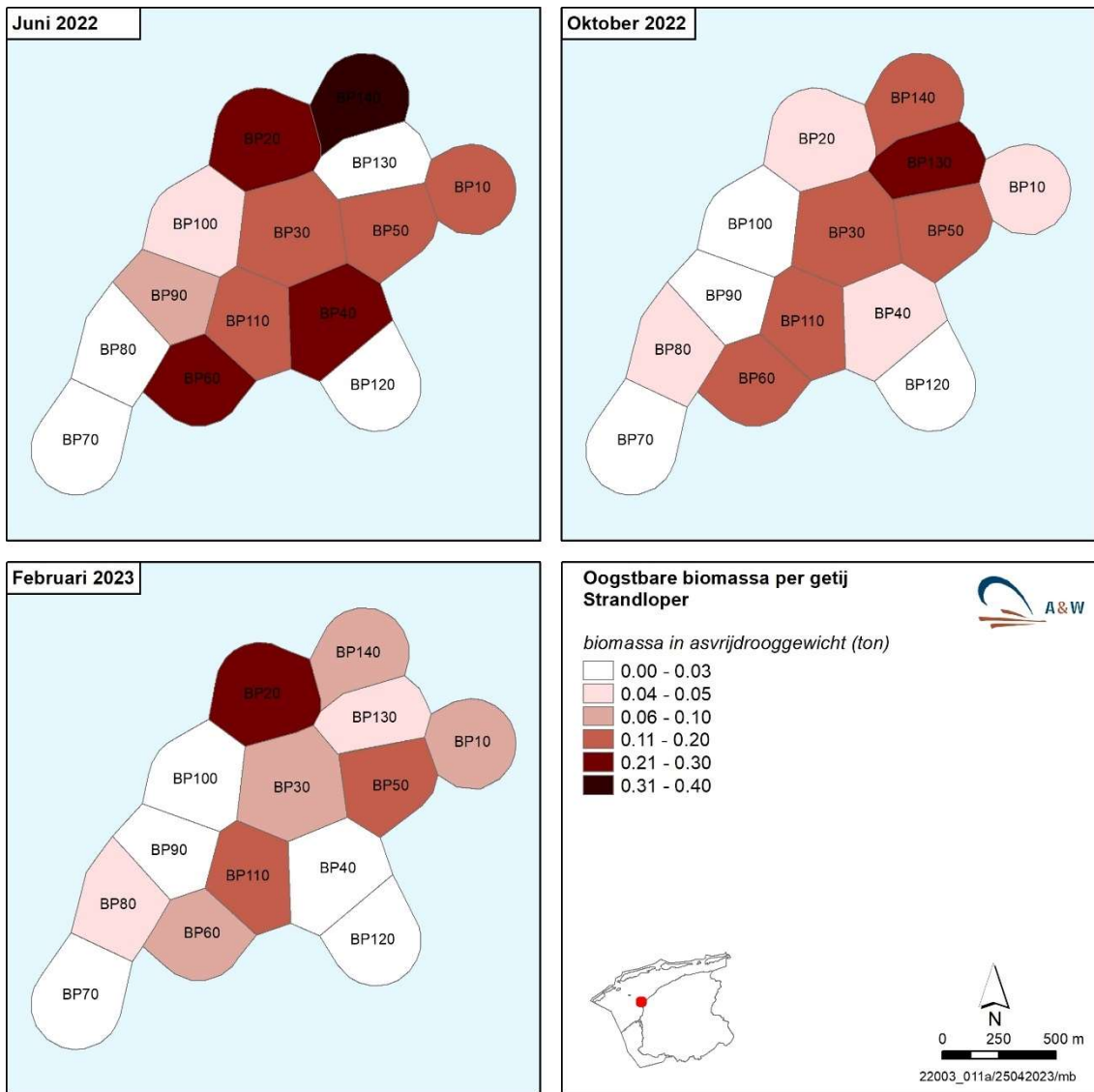
Figuur 3.16. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Bergeend per deelgebied van de Ballastplaat.



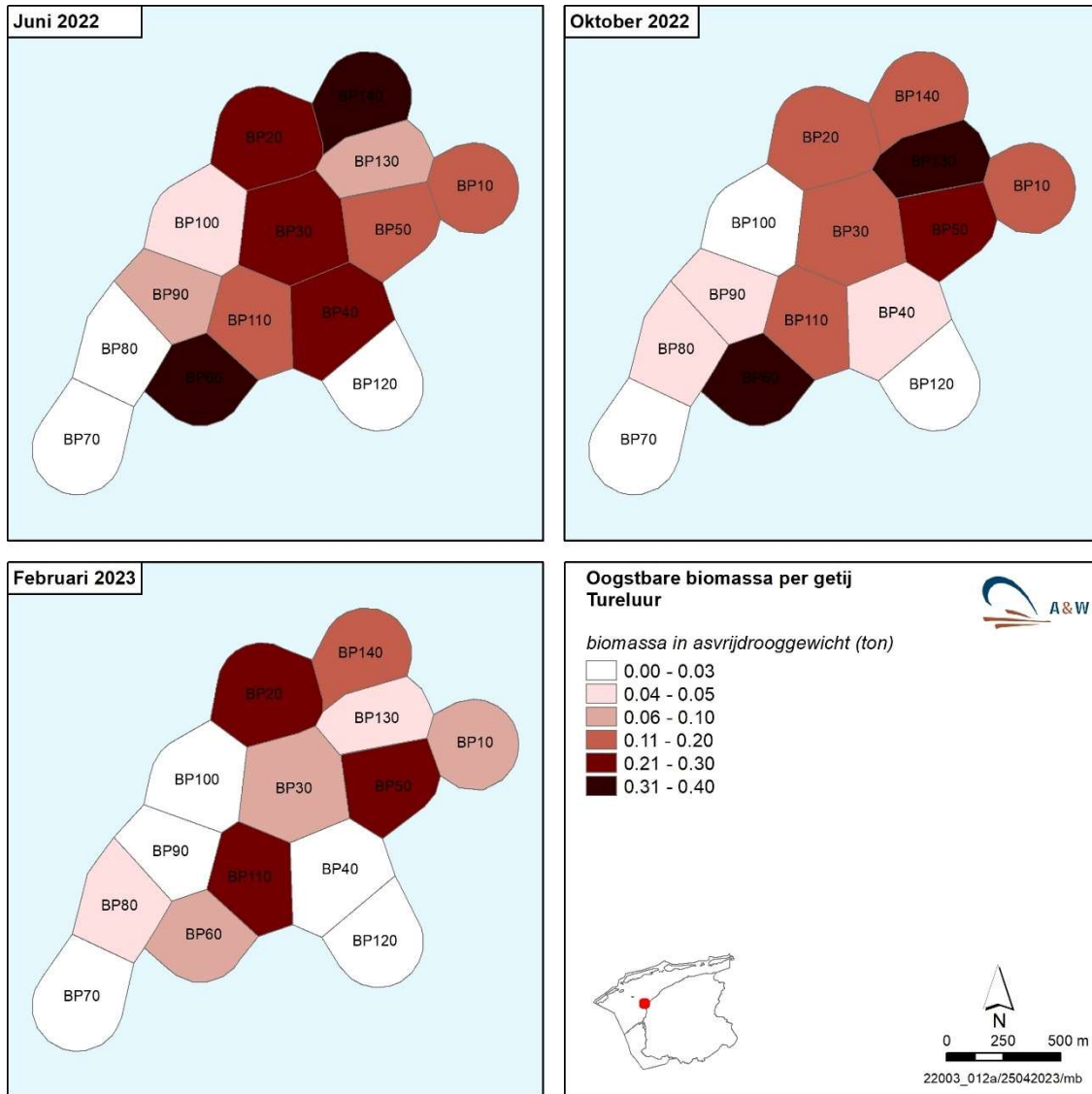
Figuur 3.17. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Scholekster per deelgebied van de Ballastplaat.



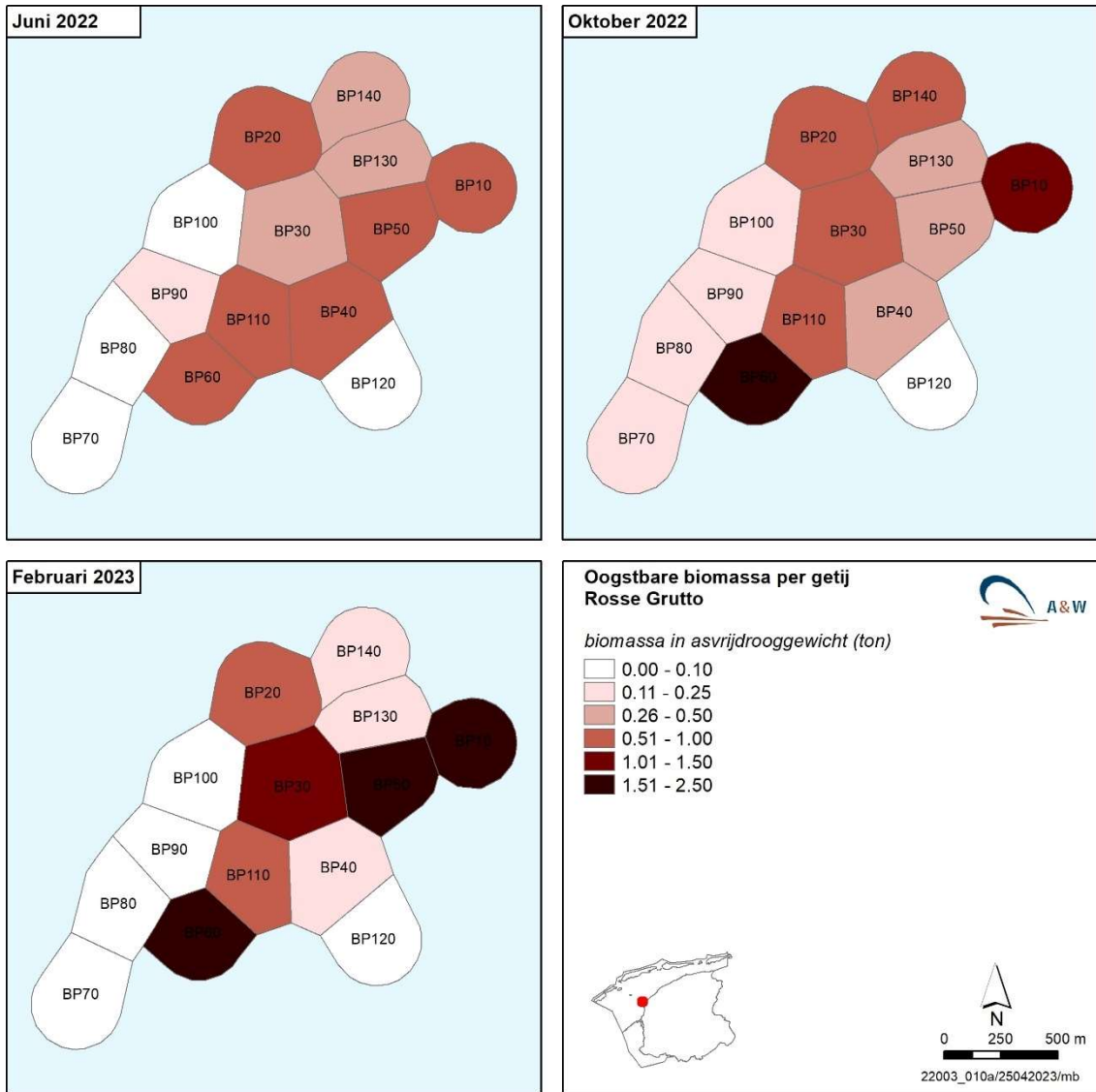
Figuur 3.18. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Kanoet per deelgebied van de Ballastplaat.



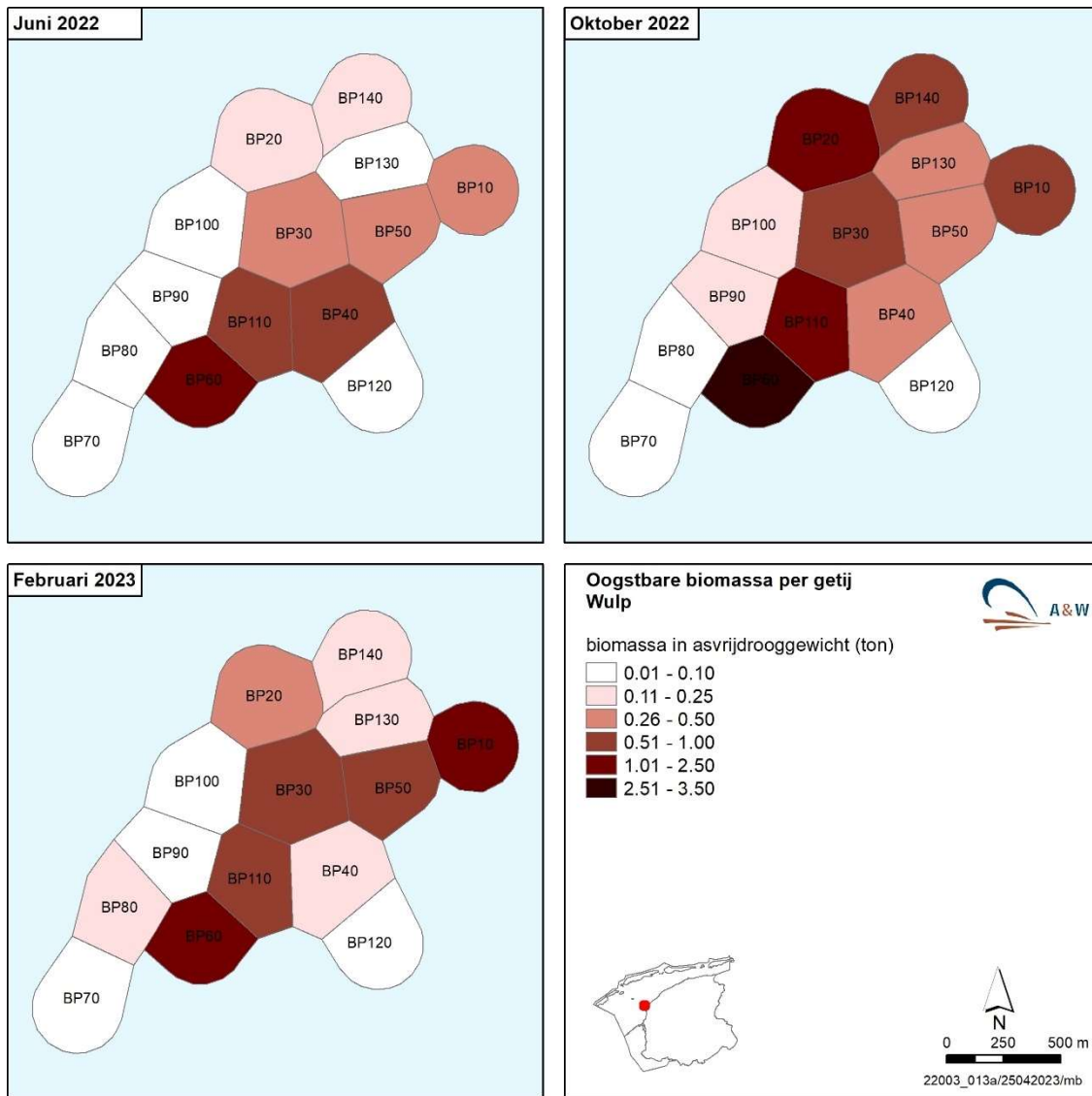
Figuur 3.19. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Bonte strandloper per deelgebied van de Ballastplaat.



Figuur 3.20. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Tureluur per deelgebied van de Ballastplaat.



Figuur 3.21. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Rosse grutto per deelgebied van de Ballastplaat.



Figuur 3.22. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Wulp per deelgebied van de Ballastplaat.



## 4 Discussie en vervolg

---

Het doel van dit onderzoek was om inzicht te verkrijgen in de draagkracht van de Ballastplaat voor de Scholekster, Kanoet, Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur, Wulp en Bergeend, in het kader van mogelijke bodemdaling door zoutwinning. Dit is gedaan middels een eerste benadering van het WadMap model. Hiervoor is de voedselbeschikbaarheid van de Ballastplaat, in de vorm van benthos, bemonsterd in het jaar 2022 op de bestaande spijkermetinglocaties. Met het resultaat van de bemonstering is voor de geselecteerde vogelsoorten de beschikbare prooidichtheid en -biomassa per vierkante meter doorgerekend naar de oogstbare biomassa per getij. Tevens is globaal gekeken naar de ruimtelijke verspreiding van het benthos in relatie tot de fysieke kenmerken van de Ballastplaat. In de volgende paragrafen worden de resultaten kort samengevat en de werkwijze bediscussieerd en wordt een doorkijk gegeven naar de mogelijkheden voor de geplande bemonsteringen in 2023.

### *Voedselbeschikbaarheid voor de vogel-doelsoorten.*

Het grootste deel van de potentiële prooibiomassa in asvrijdrooggewicht bemonsterd op de spijkerlocaties van de Ballastplaat bestond op alle drie de momenten van bemonstering uit Kokkels (95 g/m<sup>2</sup> in juni, 167 g/m<sup>2</sup> in oktober en 163 g/m<sup>2</sup> in februari) met daaropvolgend de Strandgaper (60 g/m<sup>2</sup> in juni, 86 g/m<sup>2</sup> in oktober) en het Nonnetje (35 g/m<sup>2</sup> in juni, 59 g/m<sup>2</sup> in oktober, 61 g/m<sup>2</sup> in februari). Het gebied van de spijkerlocaties is een variabel gebied; zo varieerde de droogvalduur van de spijkerpunten in 2022 tussen de 7,3-40,9% en het slibgehalte tussen de 12,2-28,8%. Zoals bekend hangt de verspreiding van macrofauna af van abiotische- en biotische factoren en de interactie hiertussen (e.g. Zwarts *et al.* 2011; Compton *et al.* 2013). Uit de resultaten van dit onderzoek bleek dat hogere biomassa's benthos zich voornamelijk bevonden op de spijkerlocaties met een optimum droogvalduur tussen 22-36%. Een uitschieter was de hoge biomassa bij een droogvalduur van 21,7%, wat kan worden verklaard door de meetlocatie BP60 waar het slibgehalte hoog is bij een korte droogvalduur, wat goede condities lijken te zijn voor scheldieren om te settelen en te groeien, mogelijk door minder stroming of aanwezigheid van natuurlijk substraat. Hogere biomassa's benthos bevonden zich ook op locaties met een optimum qua slibgehalte (ca. 14-21%).

Op basis van de selectie van prooi-soorten en foerageerbare grootteklassen is berekend dat het spijkerlocatie gebied van de Ballastplaat in potentie gemiddeld ca. 13, 23 en 18 gram AFDW/m<sup>2</sup> aan prooibiomassa voor de Scholekster herbergt in respectievelijk juni, oktober en februari. De hoogste biomassa is gevonden in oktober en februari op monsterlocatie BP60 en in juni op BP40. De Kokkel vormt hierbij de dominante prooi-soort. Een heel vergelijkbaar beeld is te zien bij de Bergeend. Voor de Kanoet is gemiddeld tussen 2,8 en 4,2 gram AFDW/m<sup>2</sup> aan prooidieren aanwezig door de tijd heen, waarbij het grootste aandeel wordt bepaald door het Nonnetje in februari op monsterlocatie BP50.

De beschikbare biomassa's over de Ballastplaat voor Bonte strandloper was gemiddeld 3,5 g AFDW/m<sup>2</sup> in juni, 2,2 g AFDW/m<sup>2</sup> in oktober en 1,6 g AFDW/m<sup>2</sup> in februari. Die voor de Tureluur was 4,1 g AFDW/m<sup>2</sup> in juni, 3,5 g AFDW/m<sup>2</sup> in oktober en 2,2 g AFDW/m<sup>2</sup> in februari. Voor allebei de vogelsoorten vormden de Zeeduizendpoot, de Kokkel en het Nonnetje de dominante prooi-soorten in alle drie de bemonsteringsmomenten, met daarnaast de Gewone garnaal als dominante prooi-soort vooral in juni. Voor de Rosse grutto was de gemiddelde beschikbare biomassa van de Ballastplaat 10,6 g AFDW/m<sup>2</sup> in juni, 17,7 g AFDW/m<sup>2</sup> in oktober en 16,6 g AFDW/m<sup>2</sup> in februari, waarvan de meeste biomassa uit sporadische voedselbronnen komt (=schelpdieren). De beschikbare biomassa's over de Ballastplaat voor de Wulp was gemiddeld

8,2 g AFDW/m<sup>2</sup> in juni, 18,3 g AFDW/m<sup>2</sup> in oktober en 14,4 g AFDW/m<sup>2</sup> in februari, waar de prooibiomassa met name door de Kokkel en de Strandgaper wordt bepaald.

De doorrekening van de aanwezige prooibiomassa met de gemiddelde droogvalduur per deelgebied uit 2022 heeft geresulteerd in een gemiddelde oogstbare biomassa AFDW per getij op de Ballastplaat van 0,51 ton in juni, 0,84 ton in oktober en 0,66 ton in februari voor de Bergeend; 0,51 ton in juni, 0,82 ton in oktober en 0,71 ton in februari voor de Scholekster; 0,18 ton in juni, 0,11 ton in oktober en 0,15 ton in februari voor de Kanoet; 0,14 ton in juni, 0,09 ton in oktober en 0,06 ton in februari voor de Bonte strandloper; 0,16 ton in juni, 0,14 ton in oktober en 0,09 ton in februari voor de Tureluur; 0,41 ton in juni, 0,65 ton in oktober en 0,62 ton in februari voor de Rosse grutto; 0,32 ton in juni, 0,64 ton in oktober en 0,51 ton in februari voor de Wulp (Tabel 4.1).

Tabel 4.1. Gemiddelde oogstbare biomassa AFDW per getij op de Ballastplaat in 2022/23 voor zeven vogelsoorten.

Bemonstering	Bergeend	Scholekster	Kanoet	Bonte strandloper	Tureluur	Rosse grutto	Wulp
Juni 2022	0,51	0,51	0,18	0,14	0,16	0,41	0,32
Oktober 2022	0,82	0,82	0,11	0,09	0,14	0,65	0,64
Februari 2023	0,71	0,71	0,15	0,06	0,09	0,62	0,51

#### Bemonstering en analyse

De schatting van de hoeveelheid beschikbaar voedsel voor een vogelsoort kan worden beïnvloed door verschillende factoren. Hierdoor zou in theorie een vertekend beeld gevormd kunnen worden van de uitkomsten. Eén van deze factoren betreft de bemonsteringsdiepte. De bereikbaarheid van voedsel in de bodem voor vogels is o.a. afhankelijk van de snavelengte van de betreffende soort, alsmede de ingraafdiepte van de prooi. In het SIBES programma wordt daarom de bovenste 4 cm van de bodemmonsters apart uitgezocht, om specifiek het voedsel voor soorten met een kortere snavel (zoals de Kanoet) te kunnen bepalen (Duijns *et al.* 2013). Echter, afhankelijk van de omstandigheden kunnen verschillende mobiele benthossoorten verticaal door de bodem migreren (e.g. Esselink & Zwarts 1989). Daarnaast bevinden de meeste voor vogels inslikbare schelpdieren zich relatief aan het oppervlak. Grotere exemplaren van bijv. de Strandgaper bevinden zich vaker dieper in de bodem, en zijn dan ook slechts beschikbaar voor enkele wadvogels, zoals wulpen die een snavel hebben die lang genoeg is (Zwarts & Wanink 1989). Daarnaast wordt voor de analyse rekening gehouden met de voor de vogelsoort inslikbare prooigrootte. Voor het huidige onderzoek is daarom gekozen het monster in zijn geheel uit te werken, zonder opsplitsing.

Voor de efficiëntie van het monitoringsprogramma is besloten de biomassa van het beschikbare voedsel voor vogels te schatten op basis van conversiefactoren in plaats van alle organismen te drogen, te wegen en te verassen, en daarom zowel tijd en kosten bespaart. Dit maakt echter dat de nauwkeurigheid van de prooibiomassa bepaling afhankelijk is van de gemeten lengtes en de uit literatuur beschikbare conversiewaardes. In de literatuur was er niet altijd voor alle prooi-soorten van vogels een duidelijke onder- en bovengrens van inslikbare prooi-soorten te vinden, waardoor alle grootteklassen in de berekening van prooibiomassa zijn meegenomen wat een mogelijke onderschatting zou kunnen normaliseren.

Verder is bekend dat de conditie van benthos in de loop van het seizoen kan veranderen (Zwarts 1991). Hierdoor kan de nauwkeurigheid van bepaalde conversiefactoren voor de omrekening van lengte naar asvrijdrooggewicht afhangen van de bemonsteringsperiode. In het huidige onderzoek is waar mogelijk rekening mee gehouden door de best beschikbare waarden voor elk seizoen toe te passen. Verschillen tussen de jaren zijn daarnaast echter klein (Zwarts 1988, 1991; Zwarts & Wanink 1993).

Al met al is de verwachting dat bij de bepaling van de voedselbeschikbaarheid de variatie in ruimte en tijd op kleine schaal groter is dan de mogelijke inschattingfout door bovengenoemde factoren. Daarom is dan ook besloten om niet één maar drie monsters per locatie te nemen en daarnaast door het seizoen heen te bemonsteren. Zodoende weegt het aantal en de frequentie van de bemonsteringen op tegen meer gedetailleerdere analyses. Wel zou het interessant kunnen zijn om deze mogelijke variatie en de factoren die daarop van invloed zijn nader te onderzoeken zodat in de toekomst zinvolle verbeteringen kunnen worden doorgevoerd.

#### *Benadering WadMap model*

Voor de huidige analyse is een eerste stap gezet om bekende proxies van het WadMap model (Rappoldt *et al.* 2019) te benaderen en daarmee een eerste inschatting te maken van het beschikbare voedsel per getij op de Ballastplaat voor de Scholekster, Kanoet en Bergeend. Eén van de belangrijke stappen voor het model is de berekening van de opnamesnelheid van proisoorten door vogels. Deze opnamesnelheid wordt berekend uit de gewichten en dichtheden van de prooien in het dieet met behulp van een model voor de functionele respons. Locaties waarbij de opnamesnelheid onder een bepaalde grenswaarde blijft, worden niet meegenomen in het model. Daarnaast wordt voor de berekening van de droogvalduur rekening gehouden met een bepaalde periode die voor een vogelsoort relevant is. In de huidige analyse zijn beide onderdelen van deze berekening nog buiten beschouwing gelaten. Om de draagkracht van de Ballastplaat in de toekomst nauwkeuriger te kunnen bepalen, zal voor de toekomstige bemonstering uitgezocht worden hoe de analyse beter ingepast en aangescherpt kan worden. Voor de analyse van de huidige bemonsteringen zou dit met terugwerkende kracht nog uitgevoerd kunnen worden waardoor tijdseries kunnen worden opgebouwd.

#### *Conclusies*

##### Benthos

- De aanwezigheid van Kokkel, Nonnetje en Zeeduizendpoot als benthos in de Ballastplaat is heel belangrijk omdat deze soorten een voedselbron vormen voor verschillende vogels;
- Bepaalde deelgebieden van de Ballastplaat zijn rijker aan biomassa dan andere. De westelijke en zuidwestelijke locaties zijn minder rijk.
- Er bestaat een optimum in droogvalduur tussen 22- 36% waar meer biomassa aanwezig is, met een uitschieter in bemonsteringslocatie BP60;
- Er bestaat een optimum in slibconcentraties tussen 14 en 21% waar meer biomassa aanwezig is, met een uitschieter in bemonsteringslocatie BP60;
- Locatie BP60 is een relatief diep punt met veel slib. Bij deze locatie lag er vroeger een mossel(zaad)bankje; nu zijn ook Kokkels, Nonnetjes en Strandgapers aanwezig. Waarschijnlijk is het een goede locatie voor het settelen van o.a. schelpdieren, mogelijk door minder stroming of aanwezigheid van natuurlijk substraat.
- De verspreiding van benthos komt overeen met de verspreiding uit de literatuur op basis van sedimentcondities en droogvalduur (Blomert 2022, Zwarts *et al.*, 2011). Ook het seizoenspatroon is volgens verwachting, waar in de nazomer de meest biomassa aanwezig is die dan over de winter afneemt.
- De huidige gehanteerde methode is geschikt om het verloop van benthos goed in kaart te brengen.

### Dieet Vogels

- Het meest beschikbare voedsel ligt op meetpunten met een droogvalduur in de range 22-36% en die slikker zijn (Zuidoost richting Noordoost, en Noordwest, punten BP10 t/m BP60 en BP110). Dat geldt vooral bij Bergeend en Scholekster;
- Kanoet, Bonte strandloper en Tureluur laten een meer gevarieerd beeld zien met ook aan benthos rijke gebieden op de iets hoger gelegen zandigere delen;
- Het dieet van de Rosse grutto bestaat voornamelijk uit wormen, echter de oogstbare biomassa per getij wordt beïnvloed door de aanwezigheid van de Kokkel, welke niet behoort tot het stapelvoedsel of aanvullende voedselbron, maar alleen sporadisch wordt benut;
- De biomassa van de Kokkels bepaalt het beeld voor vrijwel alle vogels;

De drie bemonsteringsmomenten laten zien dat er een seizoenspatroon met variatie is voor benthos/voedsel voor vogels, waarbij de biomassa het hoogste is in oktober. Dat lijkt een normaal beeld te zijn, waar een lange termijn monitoring verder de patronen en eventuele afwijkingen kan laten zien. De methode is relatief snel en praktisch en langere monitoring zal inzichten geven in mogelijke veranderingen in de voedselaanwezigheid.

De eerste metingen geven een goed inzicht in de huidige voedselbeschikbaarheid en -bereikbaarheid voor vogels op de zuidelijke Ballastplaat. De resultaten vormen een goede basis om de komende jaren te monitoren of de draagkracht als gevolg van bodemdaling door zoutwinning zal veranderen. Op dit moment is dat nog niet aan de orde. Dit is logisch aangezien de zeer beperkte diepe bodemdaling nog niet tot veranderingen aan het wadoppervlak heeft geleid.

### *Discussiepunten*

- In de huidige analyse is een overzicht gegeven van het complete dieet van de vogelsoorten, inclusief de sporadische voedselbronnen;
- De methodologie zou nog aangescherpt kunnen worden door een paar meetrondes wel te verrassen en zo nog nieuwe conversiefactoren te berekenen voor de regressie formule voor AFDW;
- Een extra parameter die in de analyse meegenomen zou kunnen worden is de opnamesnelheid en de drempelwaarde waarbij vogels verplaatsen naar een ander gebied. In dit geval zal extra rekenwerk met aannames benodigd zijn, wat de betrouwbaarheid mogelijk vermindert. Echter dit zou het proberen waard kunnen zijn.
- Interessant is om in een later stadium een vergelijking te maken met de voedselbeschikbaarheid aan benthos en veranderingen hierin op de Ballastplaat ten opzichte van andere delen in de Waddenzee. Onderzocht kan worden of dit kan worden bepaald met SIBES data en HVP-tellingen.
- Over verspreiding van vogels op de platen in de Waddenzee is weinig bekend op basis van echte veldmetingen aan foeragerende vogels op het wad. Om te weten wanneer de Ballastplaat niet meer of minder geschikt wordt, zou men willen weten of het nog loont voor vogels om er heen te gaan. Dat zou terug gezien kunnen worden in de aantallen foeragerende vogels die worden geteld, als ze van en naar Ballastplaat migreren (Kersten *et al.* 2021). Dat zijn vrije unieke metingen, die niet vaak gedaan worden vanwege de logistieke problemen.
- Veranderingen in de aantallen vogels kunnen duiden op veranderingen in de geschiktheid van de Ballastplaat, al kunnen veranderingen op HVP's ook meespelen, of dat gebieden elders rijker zijn geworden terwijl Ballastplaat niet per se veranderd is.

*Vervolg bemonstering 2023*

Op basis van bovenstaande punten wordt de bemonstering in 2023 (juni, september en december) uitgebreid door:

- De selectie van prooi-soorten uit te breiden voor het dieet van een extra vogelsoort van het monitoringsprogramma: de Zilverplevier.
- Het overzicht van conversiefactoren uit te breiden om de prooibiomassa's in het dieet van bovengenoemde soorten te kunnen bepalen en een nauwkeuriger seizoens-schatting te maken.
- Het versgewicht (inclusief schelp) van de schelpdieren te bepalen om een eventuele vergelijking te kunnen maken met de data van de monsterlocaties op Ballastplaat van de WOT-schelpdierensurvey.

## 5 Literatuur

---

- Blomert, A. M. (2002). De samenhang tussen bodemgesteldheid, droogligtijd en foerageerdichtheid van vogels binnen de intergetijdenzone. A&W rapport 330: 1-33 + appendices.
- Compton, T.J., Holthuijsen, S., Koolhaas, A., Dekinga, A., Ten Horn, J., Smith, J., Galama, Y., Brugge, M., Van der Wal, D., Van der Meer, J., Van der Veer, H.W., Piersma, T. (2013). Distinctly variable mudscapes: Distribution gradients of intertidal macrofauna across the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research*, 82: 103-116. Duijns *et al.* 2013;
- Ens B.J. (Ed.), Krol J., van der Meer J., Piening H., Wijsman J., Schekkerman H., Rappoldt K. (2015). Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Sovon-rapport 2015.15. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens B.J., Kersten M., Krol J., van der Meer J., Wijsman J., Schekkerman H. & Rappoldt K. (2016). Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2015. Sovon-rapport 2016/15. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens B.J., Troost K., van Winden E., Schekkerman H., Rappoldt K., van Kessel J. & Nienhuis J. (2021). Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2020. Sovon-rapport 2021/35. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Esselink, P. & Zwarts, L. (1989). Seasonal trend in burrow depth and tidal variation in feeding activity of *Nereis diversicolor*. *Marine Ecology Progress Series*, 56: 243-254.
- Fieten, N., J. Krol, E. van der Zee, R. Snoek. (2021). Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2021. A&W-rapport 21-010. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Fieten, N. (2022). Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels. Analyse pilot benthosbemonstering 2021. A&W-rapport 22-003, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Folmer, E.O., Ens, B.J. and E.M. van der Zee (2022). Analysis of high tide roost use and benthos availability for twelve shorebird species in the Dutch Wadden Sea. A&W-rapport 19-469, Sovon-rapport 2021/52.
- Kersten, M., Krol, J., Van der Kamp, J., Rappoldt, K. (2021). Aantallen en verspreiding van wadvogels op de Ballastplaat en omgeving; Verkenning van de mogelijkheden. Versie april 2023. EcoCurves rapport 31, EcoCurves BV, Haren. 43 p.
- Kleefstra R., Smit C., Kraan C., Aarts G., van Dijk J. & de Jong M. (2011). Het toegenomen belang van de Nederlandse Waddenzee voor ruiende Bergeenden. *Limosa*, 84, 145-154.
- Kleefstra R., Hornman M., Bregnballe T., Frikke J., Guenther K., Haelterlein B., Koerber P., Ludwig J. & Scheiffarth G. (2019). Trends of Migratory and Wintering Waterbirds in the Wadden Sea 1987/1988 - 2016/2017. pp. 1-68. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshafen
- Kraan C., Piersma T., Dekinga A. & Fey B. (2006). Bergeenden vinden Slijkgarnaaltjes en rust op nieuwe ruiplaats bij Harlingen. *Limosa*, 79, 19-24.
- Rappoldt, C., B.J. Ens en H. Schekkerman, (2019). Wadvogel habitat model Wadmap; Technische documentatie; EcoCurves rapport 30, EcoCurves, Haren. 112 blz.
- Zwarts (1988a). De bodemfauna van de Fries-Groningse waddenkust. *Flevobericht* 294, Lelystad: 195 p.
- Zwarts, L. & Wanink, J. (1989). Siphon size and burying depth in deposit- and suspension-feeding benthic bivalves. *Marine Biology* 100: 227-240.

- Zwarts, L. (1991). Seasonal variation in body weight of the bivalves *Macoma balthica*, *Scrobicularia plana*, *Mya arenaria* and *Cerastodema edule* in the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 28: 231-245
- Zwarts, L. & J.H. Wanink (1993). How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burying depth and behaviour of tidal-flat invertebrates. *Neth. J. Sea Res.* 31: 441-476.
- Zwarts, L. (2009). Voedsel voor wadvogels in de Oosterschelde: nazomer 2009. A&W rapport 1346: 1-79.
- Zwarts, L., A-M. Blomert, D. Bos, M. Sikkema (2011). Exploitation of intertidal flats in the Oosterschelde by estuarine birds, A&W rapport 1657. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

## Bijlage 1 Overzicht dieet vogelsoorten

Tabel B1.1. Overzicht prooi-soorten en beschikbare grootteklasses voor Bergeend, Kanoet, Scholekster, Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur en Wulp. Groen: stapelvoedsel en aanvullende voedselbronnen; licht blauw: sporadische voedselbronnen (Folmer et al 2022).

Prooi-soort			Vogelsoort						
Type	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Bergeend	Kanoet	Scholekster	Bonte strandloper	Rosse grutto	Tureluur	Wulp
Kreeftachtige	<i>Carcinus maenas</i>	Strandkrab		5-30		5-15	5-25	3-20	3-35
	<i>Corophium sp.</i>	Slijkgarnaal				0-20		3-Inf	0-100
	<i>Crangon crangon</i>	Gewone garnaal		2-30		5-30		3-30	0-25
	<i>Gammarus sp.</i>	Vlokreeftjes							0-100
Schelpdier	<i>Abra alba</i>	Witte dunschaal		9-16		5-12			
	<i>Abra tenuis</i>	Tere dunschaal		9-16		5-12			
	<i>Cerastoderma edule</i>	Kokkel		5-12	10-Inf	5-12		3-15	
	<i>Ensis directus</i>	Amerikaanse zwaardschede			10-Inf				
	<i>Hydrobia/Peringia ulvae</i>	Wadslakje						1-Inf	
	<i>Littorina littorea</i>	Alikruikje							10-100
	<i>Macoma balthica</i>	Nonnetje		9-16	10-Inf	5-12	10-30	3-15	5-15
	<i>Mya arenaria</i>	Strandgaper		7-17	10-Inf				30-60
	<i>Mytilus edulis</i>	Mossel		5-20	12-Inf				
	<i>Scrobicularia plana</i>	Platte slijkgaper		7-14	10-Inf	5-12			5-15
	<i>Tellina tenuis</i>	Tere platschelp							
Worm	<i>Alitta succinea</i>	Ambergele zeeduizendpoot							
	<i>Arenicola marina</i>	Wadpier							
	<i>Capitella capitata</i>	Slangpier							
	<i>Nereis diversicolor</i>	Veelkleurige zeeduizendpoot							
	<i>Heteromastus filiformis</i>	Rode draadworm							
	<i>Lanice conchilega</i>	Schelpkokerworm							
	<i>Marenzelleria viridis</i>	Gewone groenworm							
	<i>Nephtys hombergii</i>	Zandzager							
	<i>Pygospio elegans</i>	Zandpijp							
	<i>Scoloplos armiger</i>	Wapenworm							



## Bijlage 2 Benthosdichtheid en biomassa AFDW Ballastplaat

Tabel B2.1. Totale dichtheid (aantal per m<sup>2</sup>) en biomassa (g AFDW/m<sup>2</sup>) van benthossoorten over alle bemonsterde spijkerlocaties van de Ballastplaat tijdens de bemonsteringen in juni en oktober 2022 en februari 2023.

Type	NL naam	Soort	Dichtheid (N/m <sup>2</sup> )			Biomassa (g AFDW/m <sup>2</sup> )		
			Jun	Okt	Feb	Jun	Okt	Feb
Schelpdier	Tere dunschaal	<i>Abra tenuis</i>	0	42,44	0	-	-	-
	Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	5347	3310	3098	93,15	167,2	163,7
	Scheermes	<i>Ensis</i> -soorten	0	42,44	0	-	-	-
	Wadslakje	<i>Hydrobia/Peringia ulvae</i>	1061	13793	42,44	3,46	0	0
	Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	1230	1443	1740	35,44	59,11	61,86
	Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	679	806,4	169,76	60,44	86,12	18,94
	Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	84,88	0	0	0,82	0	0
	Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	42,44	84,88	0	5,08	7,57	0
	Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	0	127,3	0	-	-	-
Kreeftachtige	Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	0	42,44	0	0	4,75	0
	Slijkgarnaal	<i>Corophium volutator</i>	42,44	0	0	0,5	0	0
	Gewone garnaal	<i>Crangon crangon</i>	381,97	127,3	0	13,5	6,3	0
Worm	Wadpier	<i>Arenicola marina</i>	42,44	127,3	127,3	0	2,3	0,94
	Rode draadworm/Slangpier	<i>Heteromastus/Capitella</i>	17061	8742	10567	-	-	-
	Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	1443	7348	4116	0	0,19	0
	Gewone groenworm	<i>Marenzelleria viridis</i>	0	84,88	0	-	-	-
	Veelkleurige zeeduizendpoot	<i>Nereis sp.</i>	1824	1188	1358	15,32	7,12	8,58
	Zandpijp	<i>Pygospio elegans</i>	43290	21899	8488	-	-	-
	Wapenworm	<i>Scoloplos armiger</i>	0	84,88	0	0	0,09	0

Tabel B2.2. Benthosdichtheid (aantal per m<sup>2</sup>) per monsterlocatie en gemiddeld op de Ballastplaat, bemonsterd in juni 2022.

Type	Soort	BP10	BP20	BP30	BP40	BP50	BP60	BP70	BP80	BP90	BP100	BP110	BP120	BP130	BP140	Gem.
Schelpdier	<i>Abra tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,4	0	0
	<i>Cerastoderma edule</i>	382	933,7	339,5	127,3	127,3	2122,1	127,3	0	127,3	84,9	806,4	0	0	169,8	382
	Ensis-soorten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Hydrobia/Peringia ulvae</i>	0	594,2	0	0	42,4	0	0	0	0	42,4	0	0	42,4	399	75,8
	<i>Macoma balthica</i>	212,2	339,5	169,8	84,9	84,9	127,3	0	0	0	42,4	84,9	0	84,9	0	87,9
	<i>Mya arenaria</i>	0	127,3	0	297,1	0	42,4	169,8	0	0	42,4	0	0	0	0	48,5
	<i>Mytilus edulis</i>	0	84,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,1
	<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,4	0	3
	<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kreeftachtige	<i>Carcinus maenas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Crangon crangon</i>	0	0	0	127,3	42,4	0	0	0	42,4	0	42,4	0	0	127,3	27,3
	<i>Corophium volutator</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,4	3
Worm	<i>Arenicola marina</i>	0	0	0	0	0	42,4	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	<i>Heteromastus/Capitella</i>	339	467	467	1358	679	2546	1570	3989	933	1273	1188	1273	594	382	1218
	<i>Lanice conchilega</i>	42,4	169,8	42,4	127,3	0	424,4	297,1	84,9	127,3	84,9	42,4	0	0	0	103
	<i>Marenzelleria viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Nereis sp.</i>	84,9	594,2	212,2	127,3	42,4	169,8	42,4	169,8	42,4	0	42,4	0	0	297,1	130,4
	<i>Pygospio elegans</i>	2122	5941	3395	3395	1697	4244	424,4	0	3395	12732	3395	0	2546	0	3092
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totaal</b>		<b>3183</b>	<b>9252</b>	<b>4626</b>	<b>5644</b>	<b>2716</b>	<b>9719</b>	<b>2631</b>	<b>4244</b>	<b>4668</b>	<b>14302</b>	<b>5602</b>	<b>1273</b>	<b>3310</b>	<b>1358</b>	

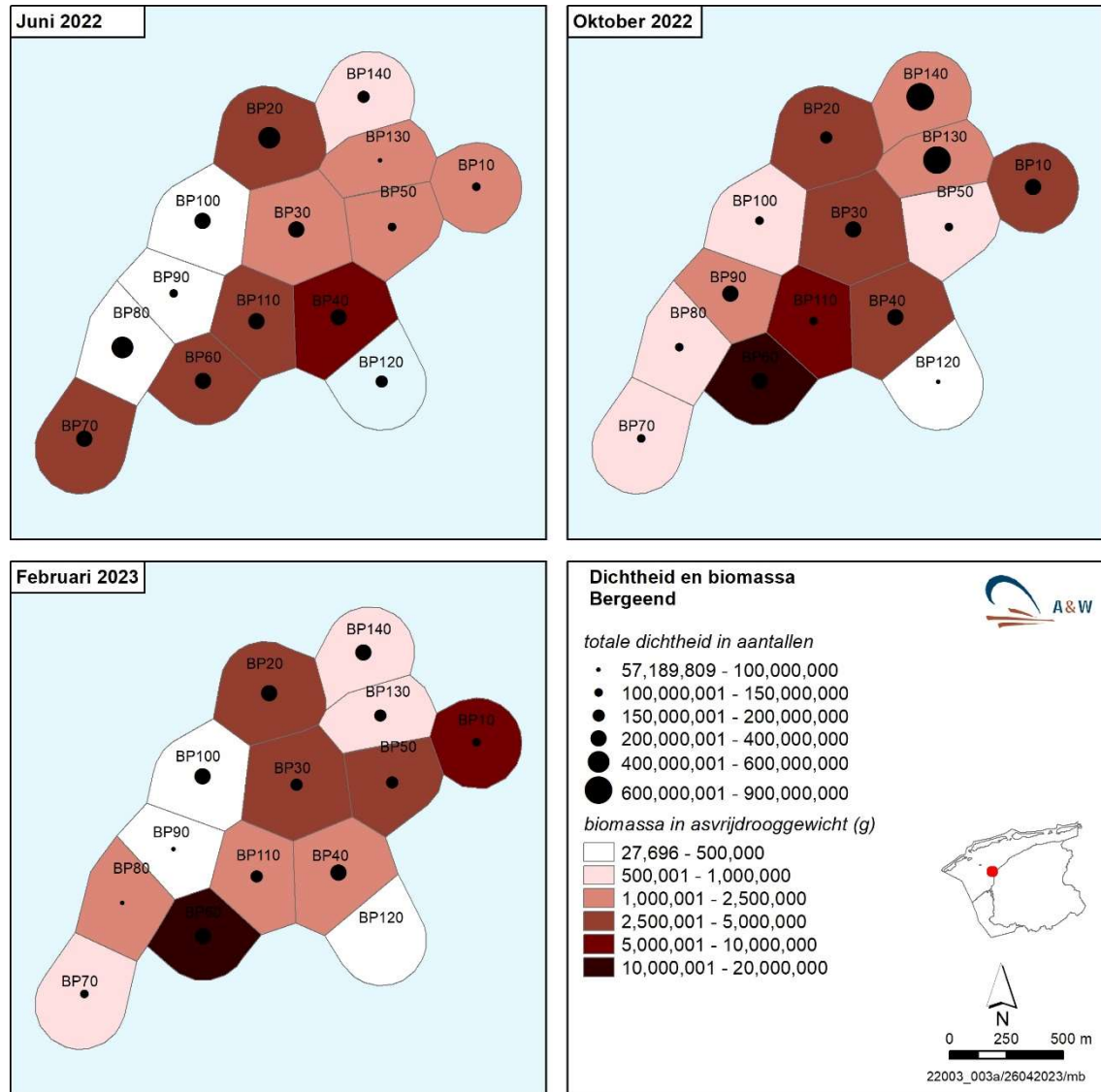
Tabel B2.3. Benthosdichtheid (aantal per m<sup>2</sup>) per monsterlocatie en gemiddeld op de Ballastplaat bemonsterd in oktober 2022.

Type	Soort	BP10	BP20	BP30	BP40	BP50	BP60	BP70	BP80	BP90	BP100	BP110	BP120	BP130	BP140	Gem.
Schelpdier	<i>Abra tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,4	0	0
	<i>Cerastoderma edule</i>	509	297,1	169,8	42,4	42,4	1612	0	0	42,4	42,4	254,6	0	169,8	127,3	236,5
	Ensis-soorten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,4	0	0	0	0	3
	<i>Hydrobia/P. ulvae</i>	1103	509,3	254,6	0	127,3	0	0	0	0	254,6	0	0	5432	6111	985,2
	<i>Macoma balthica</i>	170	127,3	127,3	169,8	169,8	212,2	84,9	84,9	84,9	42,4	42,4	0	84,9	42,4	103,1
	<i>Mya arenaria</i>	0	42,4	0	127,3	0	297,1	0	0	0	0	212,2	0	42,4	84,9	57,6
	<i>Mytilus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Scrobicularia plana</i>	42,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,4	6,1
	<i>Spisula subtruncata</i>	42,4	0	0	0	42,4	0	0	0	0	0	0	0	42,4	0	9,1
Kreeftachtige	<i>Carcinus maenas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	42,4	0	0	0	0	0	3
	<i>Crangon crangon</i>	0	0	0	0	0	0	42,4	0	0	0	0	0	0	84,9	9,1
	<i>Corophium volutator</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Worm	<i>Arenicola marina</i>	0	0	0	0	0	0	0	42,4	0	0	42,4	42,4	0	0	9,1
	<i>Heteromastus/Capitella</i>	467	127,3	466,9	1570,3	297,1	933,7	551,7	721,5	1782	466,9	254,6	382,0	551,7	169,8	624,5
	<i>Lanice conchilega</i>	637	976,1	1145,9	466,9		1740,1	254,6	509,3	424,4	933,7	297,1	0	0	0	527,5
	<i>Marenzelleria viridis</i>	0	0	84,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,1
	<i>Nereis sp.</i>	0	42,4	169,8	42,4	127,3	84,9	0	42,4	42,4	42,4	127,3	42,4	382,0	42,4	84,9
	<i>Pygospio elegans</i>	594	1145,9	2716,2	806,4	933,7	339,5	636,6	763,9	2207	2037,2	1146	0	7809,2	763,9	1564
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	0	42,4	0	42,4	0	0	0	0	0	0	0	6,1
<b>Totaal</b>		<b>8403</b>	<b>15576</b>	<b>11714</b>	<b>10568</b>	<b>6196</b>	<b>10865</b>	<b>5517</b>	<b>7767</b>	<b>11035</b>	<b>21263</b>	<b>10186</b>	<b>2037</b>	<b>19778</b>	<b>13878</b>	

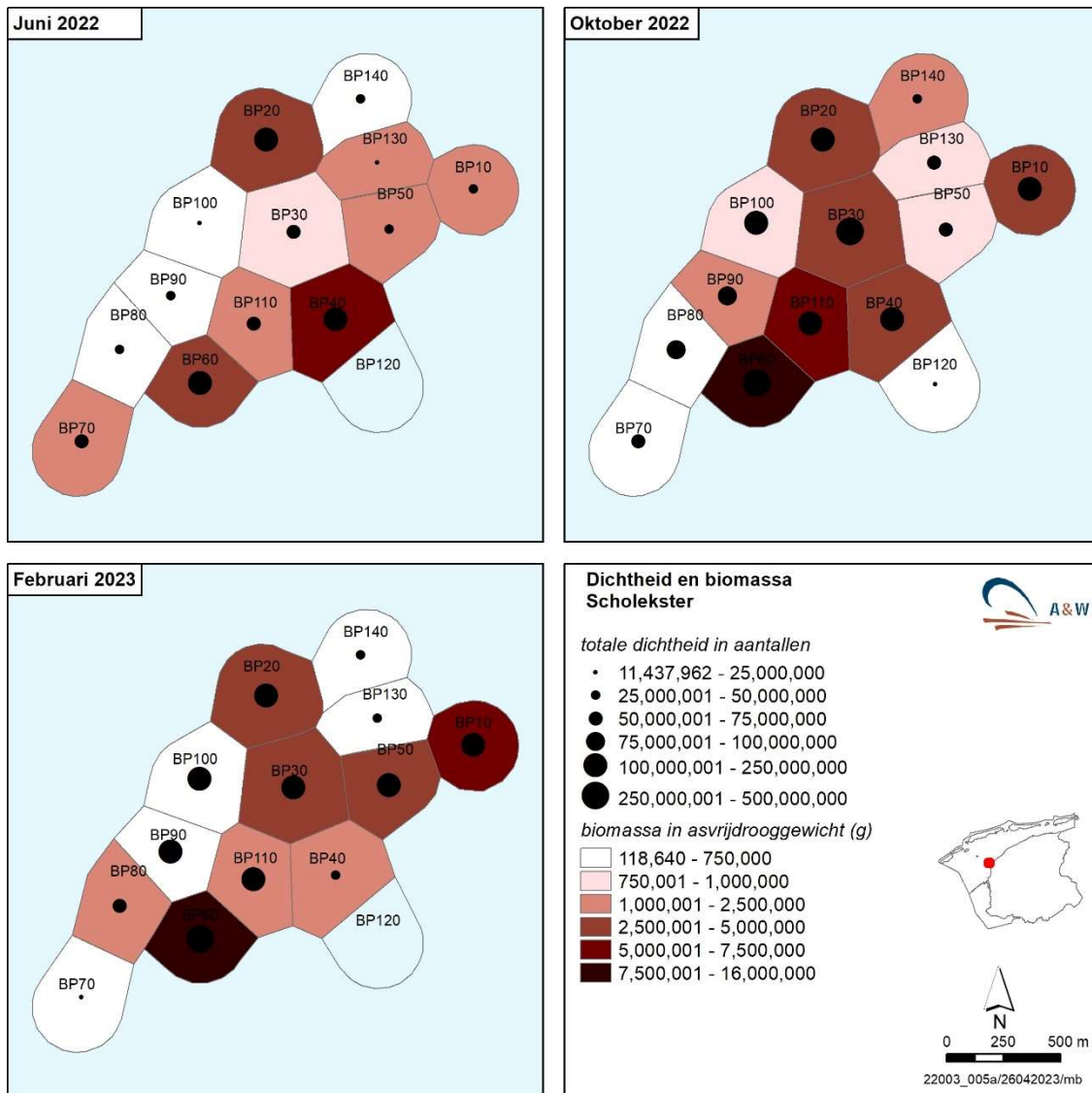
Tabel B2.4. Benthosdichtheid (aantal per m<sup>2</sup>) per monsterlocatie en gemiddeld op de Ballastplaat bemonsterd in februari 2023.

Type	Soort	BP10	BP20	BP30	BP40	BP50	BP60	BP70	BP80	BP90	BP100	BP110	BP120	BP130	BP140	Gem.
	<i>Abra tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Cerastoderma edule</i>	551	169,8	169,8	42,4	297,1	1485	0	0	42,4	0	254,6	0	42,4	42,4	221
	Ensis-soorten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Hydrobia/P. ulvae</i>	42,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Schelpdier	<i>Macoma balthica</i>	297,1	127,3	84,9	0	594,2	127,3	84,9	42,4	0	42,4	127,3	42,4	84,9	84,9	124,3
	<i>Mya arenaria</i>	42,4	0	0	42,4	0	42,4	0	42,4	0	0	0	0	0	0	12,1
	<i>Mytilus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Carcinus maenas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kreeftachtige	<i>Crangon crangon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Corophium volutator</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Arenicola marina</i>	0	0	42,4	0	42,4	0	0	0	42,4	0	0	0	0	0	9,1
	<i>Heteromastus/Capitella</i>	42,4	848,8	594,2	1230,8	254,6	466,9	509,3	509,3	551,7	1655	976,1	212,2	1443	1273	754,8
	<i>Lanice conchilega</i>	254,6	297,1	169,8	169,8	169,8	466,9	0	297,1	763,9	806,4	551,7	0	84,9	84,9	294,1
	<i>Marenzelleria viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Nereis sp,</i>	212,2	297,1	84,9	42,4	127,3	127,3	42,4	42,4	42,4	297,1	84,9		42,4	212,2	97
	<i>Pygospio elegans</i>	212,2	1315	806,4	169,8	212,2		636,6	424,4	297,1	594,2	212,2	42,4	212,2	3352	606,3
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totaal</b>		<b>1655</b>	<b>3055</b>	<b>1952</b>	<b>1697</b>	<b>1697</b>	<b>2716</b>	<b>1273</b>	<b>1358</b>	<b>1740</b>	<b>3098</b>	<b>2206</b>	<b>297.1</b>	<b>1909</b>	<b>5050</b>	

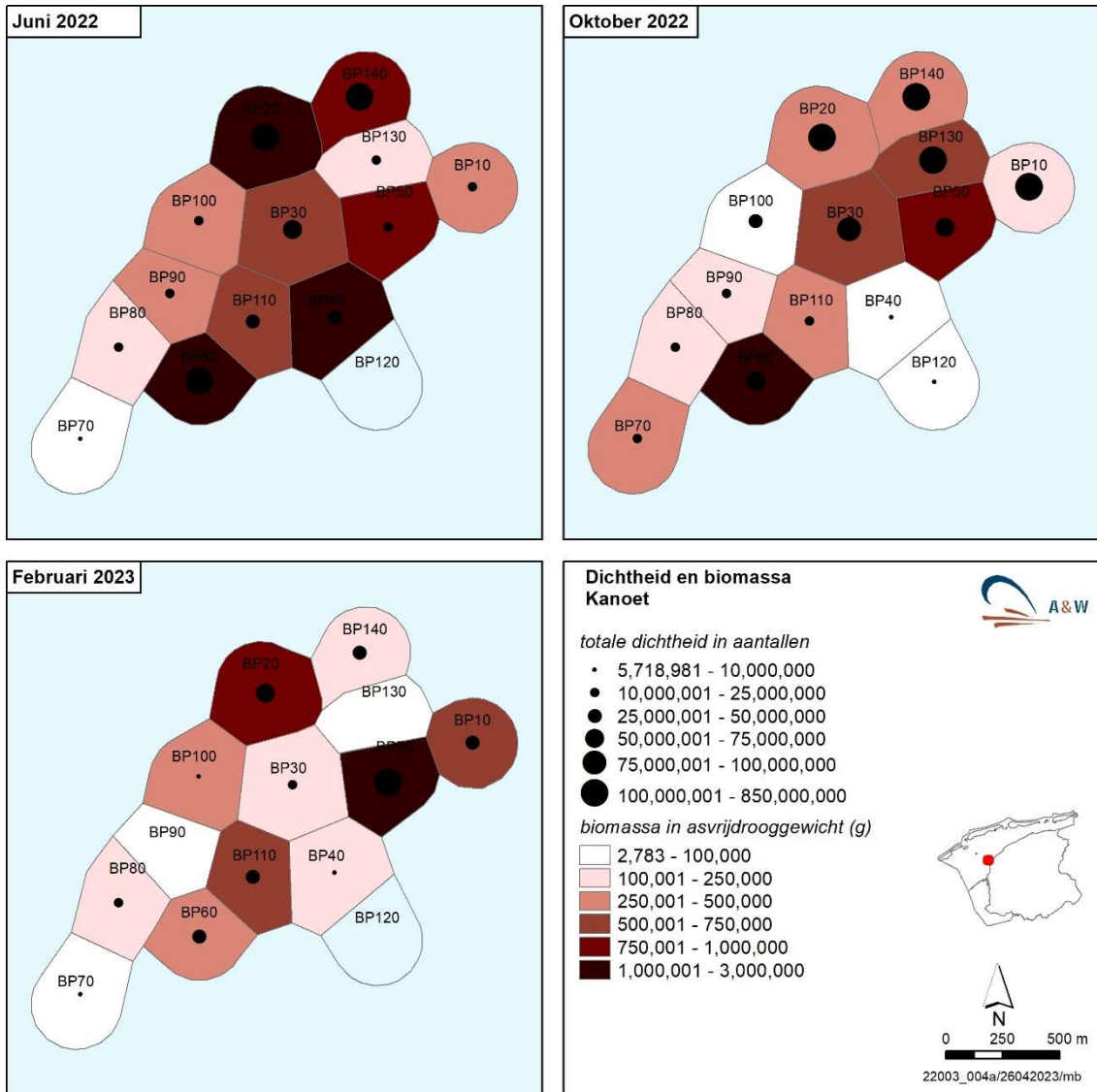
### Bijlage 3 Ruimtelijke verspreiding prooienbiomassa



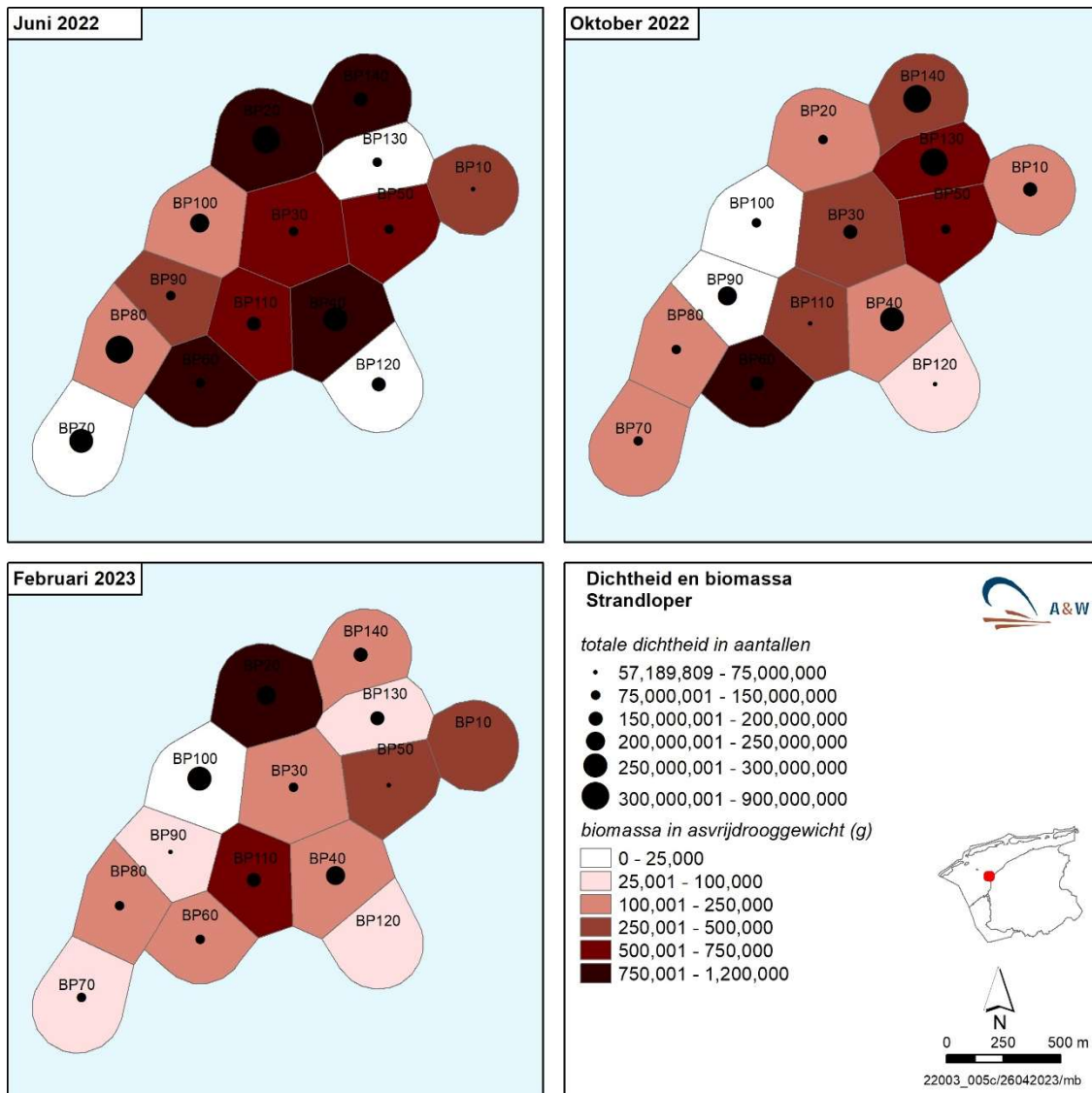
Figuur B3.1. Prooidichtheid (aantallen) en -biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Bergeend op de Ballastplaat.



Figuur B3.2. Prooidichtheid (aantallen) en -biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Scholekster op de Ballastplaat.

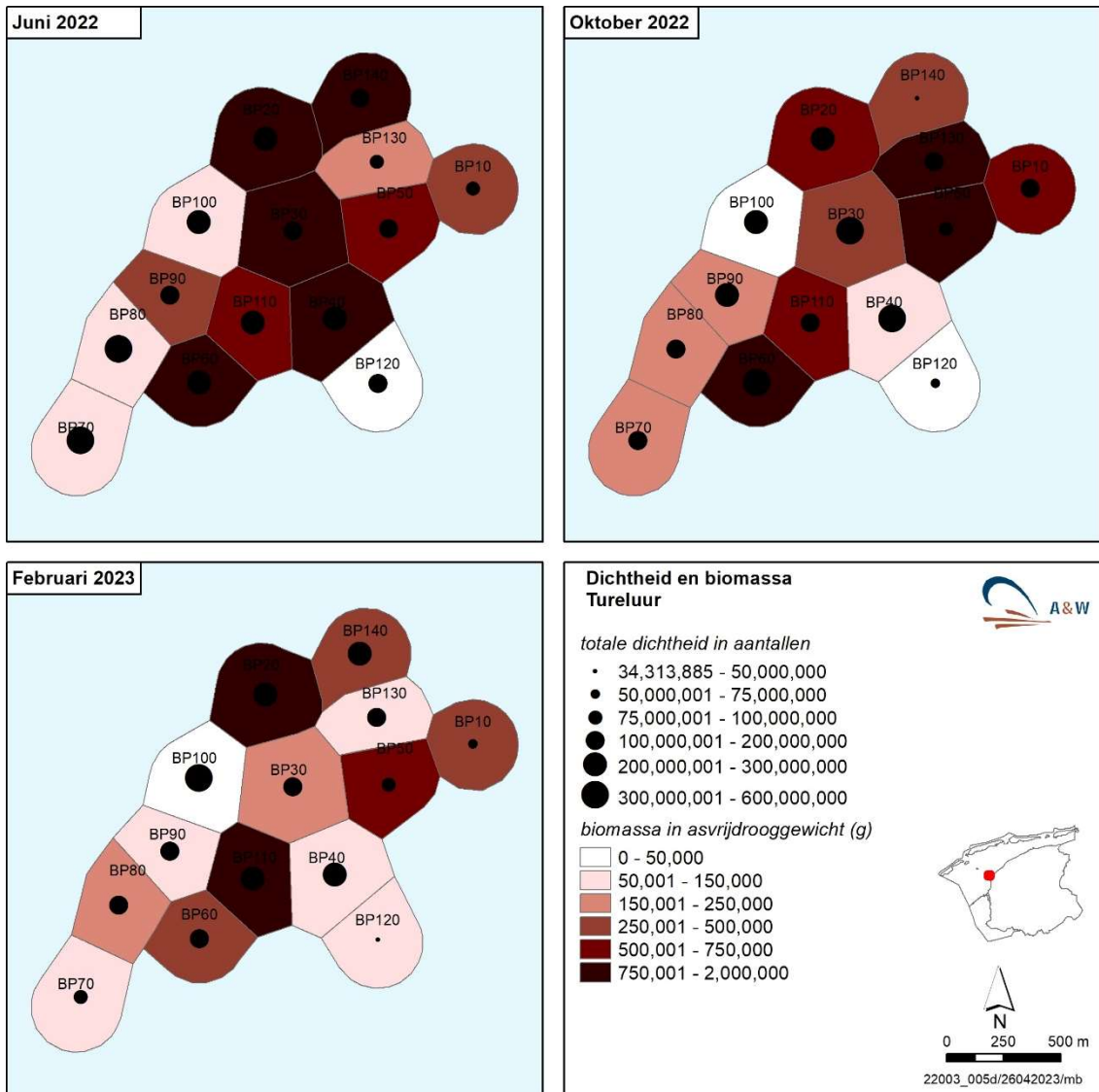


Figuur B3.3. Prooidichtheid (aantallen) en -biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Kanoet op de Ballastplaat.

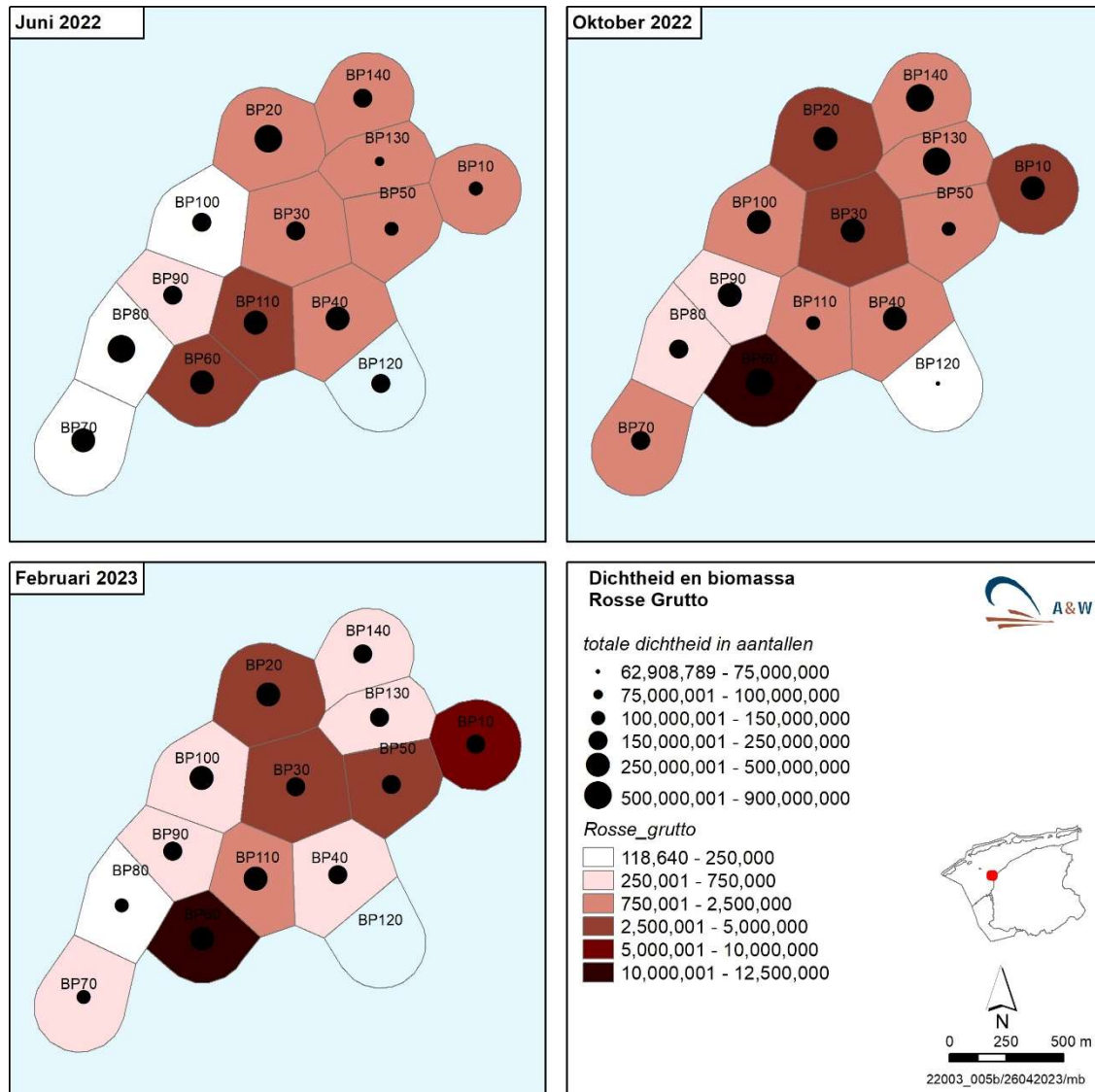


Figuur B3.4. Prooidichtheid (aantallen) en -biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Bonte strandloper op de Ballastplaat.

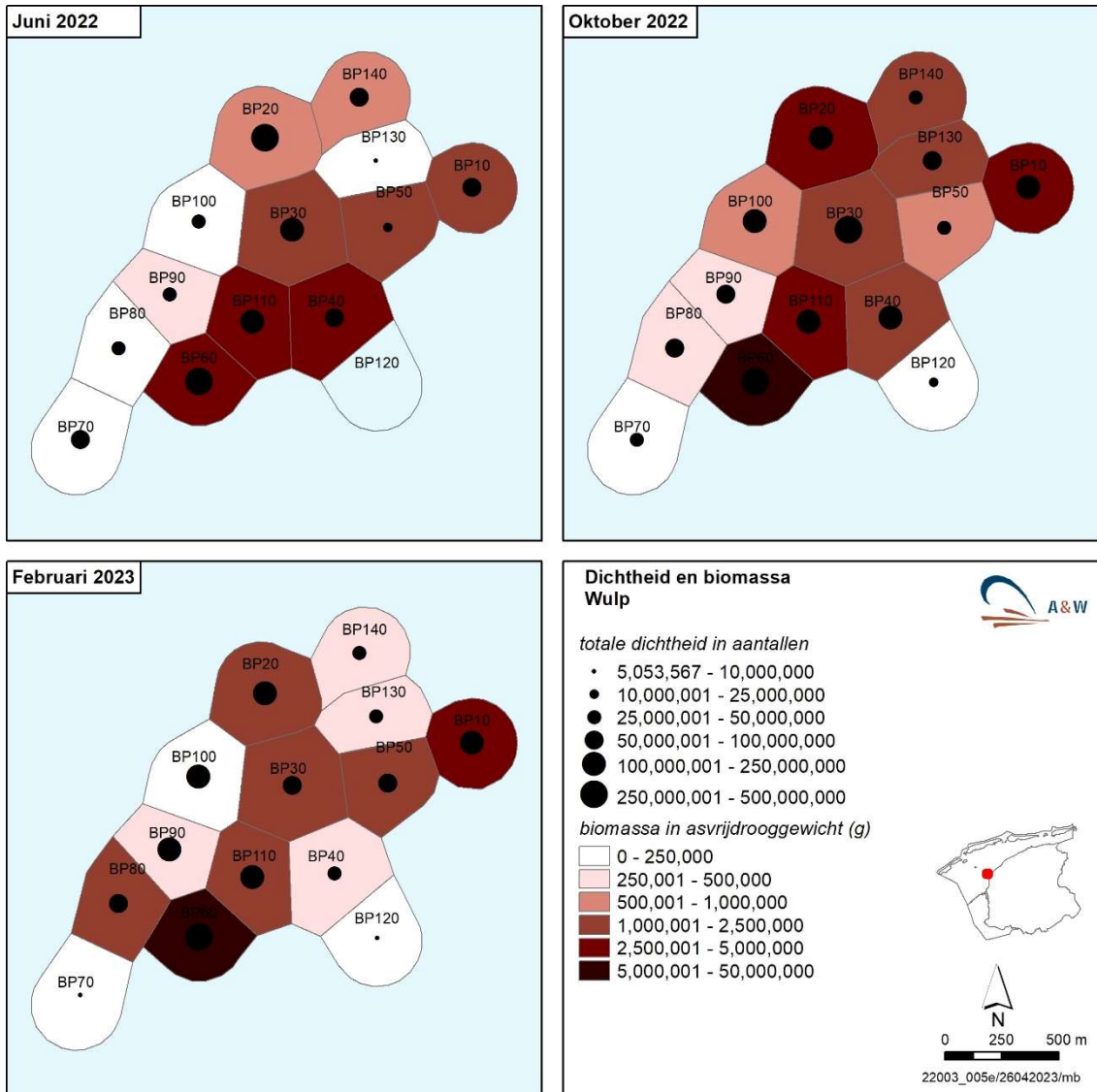




Figuur B3.5. Prooidichtheid (aantallen) en -biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Tureluur op de Ballastplaat.



Figuur B3.6. Prooidichtheid (aantallen) en -biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Rosse grutto op de Ballastplaat.



Figuur B3.7. Prooidichtheid (aantallen) en -biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Wulp op de Ballastplaat.





**Adres**

Suderwei 2  
9269 TZ Feanwâlden  
Telefoon 0511 47 47 64  
[info@altwym.nl](mailto:info@altwym.nl)

[www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)

**Adres Amsterdam**

Gebouw Matrix II,  
Science Park 400/K1.05  
1098 XH Amsterdam