

Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels

Benthosbemonstering 2023

A&W-rapport 23-109



in opdracht van

Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels

Benthosbemonstering 2023

A&W-rapport 23-109

E.F. Kappers

Foto Voorplaat

De Ballastplaat, foto: E.F. Kappers (A&W)

E.F. Kappers¹, 2024

Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels. Benthosbemonstering 2023. A&W-rapport 23-109. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Opdrachtgevers**Frisia Zout B.V.**

Lange Lijnbaan 15
8864 NW Harlingen
0517 492499

Uitvoerder

¹Altenburg & Wymenga
ecologisch onderzoek bv
Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl
www.altwym.nl

²WaterProof BV.
Ijsselmeerdijk 2
8221 RC, Lelystad
Tel: +31 (0)6 124 00 128
Info@waterproofbv.nl
www.waterproofbv.nl

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

Projectnummer
23-109

Projectleider
E.F. Kappers

Status
Definitief

Autorisatie
E. van der Zee

Paraaf



Datum
7 mei 2024

Kwaliteitscontrole
E. van der Zee

Paraaf



7 mei 2024

Inhoud

1. Inleiding	1
1.1 Aanleiding en achtergrond	1
1.2 Doel en vraagstelling	2
2. Methode	3
2.1 Bemonsteringslocaties	3
2.2 Benthosbemonstering	5
2.3 Dieet en prooi-soort selectie	6
2.4 Dataverwerking en analyse	8
3. Resultaten	12
3.1 Ruimtelijke kenmerken Ballastplaat	12
3.2 Benthos-samenstelling, dichtheid, biomassa en lengte	14
3.3 Beschikbare prooi-biomassa per vogelsoort	26
4. Discussie en conclusies	43
5. Literatuur	47
<i>Bijlage 1 Overzicht dieet vogelsoorten</i>	<i>50</i>
<i>Bijlage 2 Benthosdichtheid en biomassa AFDW Ballastplaat</i>	<i>51</i>

Dankwoord

Michelle Marijt en Flemming Versloot (A&W) voor het organiseren en het uitvoeren van het veldwerk en het uitwerken van de monsters; Anne Wolma, Ilse Bijlsma, Japke van Assen, Jasper Timmer, Jelle Loonstra, en Martijn Wedzinga (A&W) voor het assisteren bij de bemonsteringen; Johan Krol, Lyce Saathof en Joppe Lodewijks (Natuurcentrum Amelander Musea) en Marijke Olivierse (Waterproof) voor een prettige samenwerking bij het inplannen van de vaardagen; schippers Daan Nieuwendijk en Jack O'Callaghan (Waterproof) voor het veilig varen van de teams naar de Ballastplaat; Marijke Bekkema (A&W) voor het maken van de GIS kaarten, Kees Rappoldt (EcoCurves) voor het berekenen van de droogvalduur; Michelle Marijt (A&W), Jeroen Janssen (Frisia Zout) en Jelmer Cleveringa (Arcadis) voor feedback op een eerdere versie van de resultaten en van dit rapport.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en achtergrond

Frisia Zout B.V. (dochteronderneming van European Salt Company) te Harlingen heeft in 2014 toestemming gekregen om zout te winnen diep onder de Waddenzee. Vanaf de productielocatie van Frisia Zout B.V. in Harlingen wordt sinds 2020 zout gewonnen op ongeveer drie kilometer diepte in het wingebied Havenmond in de Waddenzee onder de Ballastplaat, drie kilometer uit de kust van Harlingen. Bij deze productie ontstaan holle ruimtes (cavernes) die na winning gevuld zijn met zout water. De zoutwinning heeft 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 instandhoudings-doel geldt voor het Natura 2000-gebied Waddenzee. Het gaat hier onder andere om Scholekster, Bonte strandloper, Drieteenstrandloper, Zilverplevier, Kanoet, Rosse grutto, Wulp en Tureluur (Duijns *et al.* 2013; Kersten *et al.* 2021). Deze vogels zoeken hun voedsel (wormen en schelpdieren) op droogvallende platen. Tevens is de Ballastplaat van toenemend belang voor ruiende Bergeenden, die mede aangetrokken worden door de aanwezigheid van grote dichtheden Slijkgarnalen (*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 hebben op het gebied, waaronder een afname in areaal van droogvallende platen, een kortere droogvalduur en veranderingen in de sediment-samenstelling. 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. Dit monitoringsprogramma biedt de mogelijkheid om te werken volgens het hand-aan-de-kraan-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 worden sinds 2018 spijkermetingen en sediment-bemonsteringen uitgevoerd op de Ballastplaat om respectievelijk veranderingen in oppervlakkige sedimentatie/erosie (Krol *et al.*, 2024; Kappers *et al.*, 2023a; van der Zee *et al.*, 2021) en de sedimentsamenstelling te monitoren (Marijt & Kappers, 2024; Kappers *et al.*, 2023b; van der Zee *et al.*, 2018; 2020).

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.

De focussoorten voor het monitoringsprogramma zijn Scholekster, Kanoet, Bonte strandloper, Tureluur, Rosse grutto, Wulp en Zilverplevier. De keuze voor deze soorten is gebaseerd op de aantallen, verbinding met hoogwatervluchtplaatsen (HVP's) en locatie-specifieke trends (vastgesteld op de Bijeenkomst Groene Wetenschap 2021). Op 10 mei, 5 en 6 september 2023 zijn voor de monitoring, onder leiding van Stichting Ameland Museum, een aantal tellingen uitgevoerd om de vliegbewegingen, verspreiding en de aantallen van wadvogels rond de Ballastplaat in kaart te brengen. De resultaten hiervan zijn gerapporteerd in Kersten *et al.* (2021).

Op het droogvallende wad van de Waddenzee vinden momenteel twee benthosbemonsteringsprogramma's plaats: de WOT (wettelijke onderzoekstaken) schelpdieren-survey 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 gericht op schelpdieren (vooral Mossel, Kokkel en Nonnetje), wat geen representatief beeld vormt voor het dieet van de relevante wadvogels, 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 aanvullend het benthos ook in andere momenten van het jaar in het invloedgebied van de Ballastplaat te onderzoeken zodat een completer inzicht in het voedselaanbod voor de relevante vogelsoorten wordt verkregen. Om de voedselbeschikbaarheid in de vorm van benthos op de Ballastplaat voor wadvogels in beeld te brengen, is ervoor gekozen om te bemonsteren op de locaties binnen Ballastplaat Zuid waar ook spijkermetingen worden gedaan en sediment wordt bemonsterd. Op deze manier kan een relatie gelegd worden tussen de verspreiding van het benthos en veranderingen in de hoogteligging (en droogvalduur) en de sedimentsamenstelling.

A&W voert sinds 2021 benthosbemonsteringen uit op de Ballastplaat om veranderingen in de draagkracht van de plaat voor vogels te monitoren (Fieten 2021, Kappers *et al.* 2023c). In de huidige rapportage zijn de resultaten van het monitoringsjaar 2023 uitgewerkt.

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) en in het eerste monitoringsjaar werd dat verder uitgebreid naar Bonte strandloper, Rosse grutto, Wulp en Tureluur (Kappers *et al.* 2023c). In het onderzoek van het tweede monitoringsjaar werd ook de Zilverplevier toegevoegd.

De volgende onderzoeksvragen staan hierbij centraal:

- Wat is de beschikbare hoeveelheid voedsel (biomassa) op basis van beschikbare benthosdata en het dieet van doelsoorten?
- 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

In dit hoofdstuk worden de locaties en methodiek van de benthosbemonstering beschreven. Vervolgens wordt toegelicht welke uitgangspunten zijn gebruikt om tot een draagkrachtanalyse te komen voor de doelsoorten (vogelsoorten).

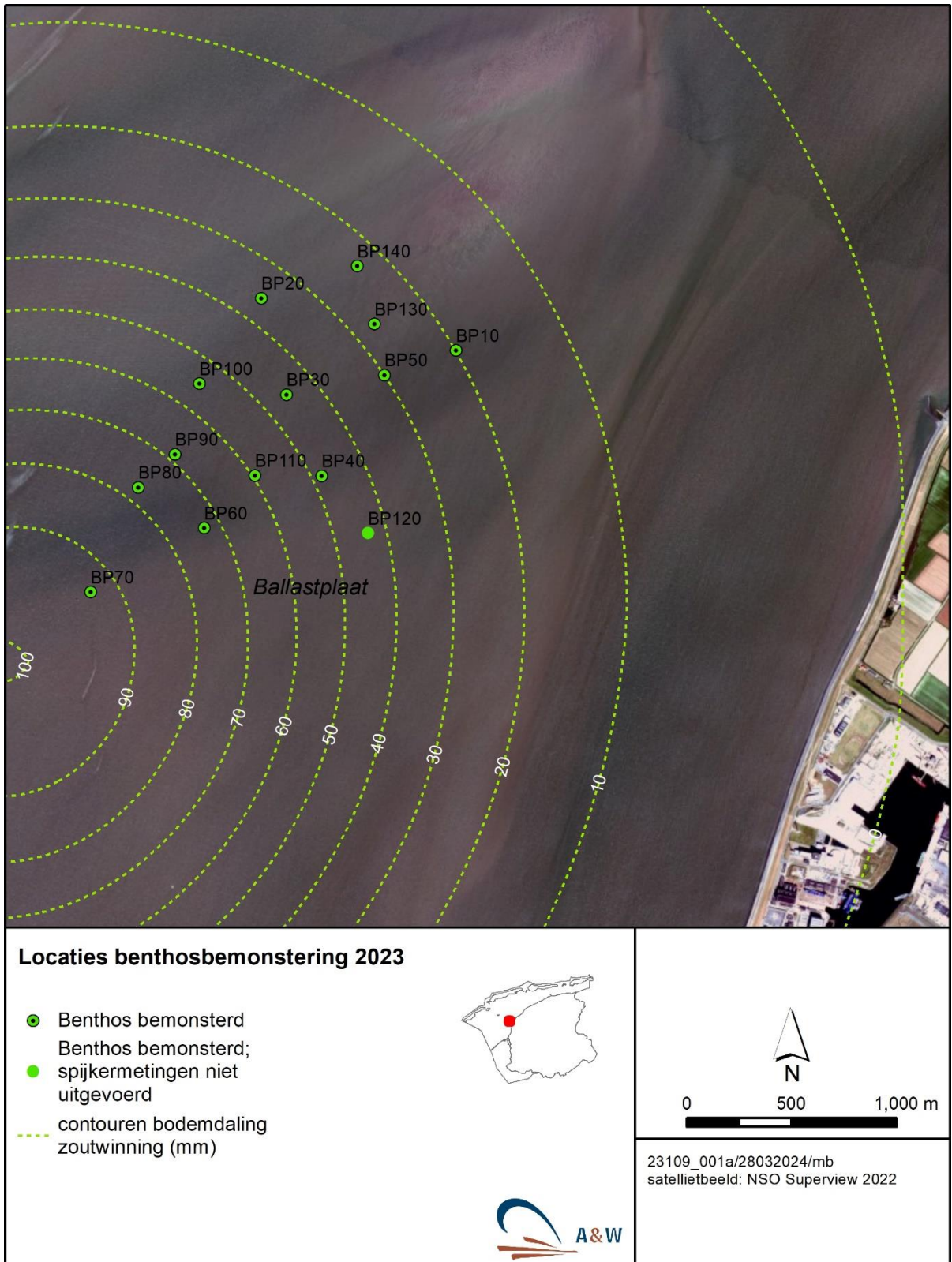
2.1 Bemonsteringslocaties

In juni, oktober en december 2023 is een ronde benthosbemonstering uitgevoerd. Oorspronkelijk was het plan om de drie bemonsteringen in 2023 in de maanden juni, september en december uit te voeren. Echter, door slechte weersomstandigheden is de bemonstering van september verschoven naar oktober. De bemonstering van december is voor 5 van de 14 punten niet mogelijk geweest vanwege materiaal falen en is daarom in januari 2024 volledig herhaald.

De bemonsteringen van juni en december vonden gelijktijdig met de spijkermetingen plaats. Tijdens de bemonsteringrondes van juni, oktober en januari zijn 14 punten bemonsterd, terwijl in december 9 punten bemonsterd konden worden (tabel 2.1 en figuur 2.1).

Tabel 2.1. Overzicht met de periode en datum van de uitgevoerde bemonsterde punten.

Bemonsteringsronde	Datum	Bemonsteringslocatie	Aantal locaties
Ronde 1: Juni	13-6-2023	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP70, BP80, BP90, BP100, BP110, BP120, BP130, BP140	14
Ronde 2: Oktober	26-10-2023	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP70, BP80, BP90, BP100, BP110, BP120, BP130, BP140	14
Ronde 3a: December	12-12-2023	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP100, BP120, BP130, BP140	9
Ronde 3b: Januari	25-1-2024	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP70, BP80, BP90, BP100, BP110, BP120, BP130, BP140	14



Figuur 2.1. Locaties van de benthosbemonstering in juni, oktober, december 2023 en januari 2024 in relatie tot de uitgevoerde spijkermetingen en de contouren van de bodemdaling door de zoutwinning bij de Ballastplaat.

2.2 Benthosbemonstering

De benthosbemonsteringen vonden in twee van de vier gevallen gelijktijdig plaats met de spijkermetingen, waarbij de locaties lopend over de Ballastplaat tijdens laag water werden bemonsterd. Hiervoor was een getij nodig met een laagwaterstand van tenminste -100 cm NAP en goede weersomstandigheden. In 2023 werd de laagwaterstand, als gevolg van slecht weer, voor de maand september uitgesteld naar oktober. De Ballastplaat werd vanaf de haven van Harlingen per boot (RIB) bereikt. Er werd in het Kimstergat aangeland ter hoogte van spijkerlocatie BP10 (figuur 2.1). Daarna moest nog ongeveer 500 m door ondiep water gewaad worden tot de eerste meetlocatie.

Methodiek bemonstering

In 2023 is dezelfde methodiek gebruikt die voor de metingen in 2022 was verfijnd en vastgelegd (Kappers *et al.* 2023c). De benthosbemonsteringen werden met vier personen uitgevoerd, waarbij met behulp van een pvc steekbuis (Ø 10 cm, oppervlakte 0,0079 m², diepte ca. 20 cm), welke vacuüm getrokken kan worden, per bemonsteringslocatie drie bodemonsters werden genomen. De monsters werden in het veld met omgevingswater uitgezeefd (1 mm zeef) en samengenomen tot één monster (figuur 2.2).

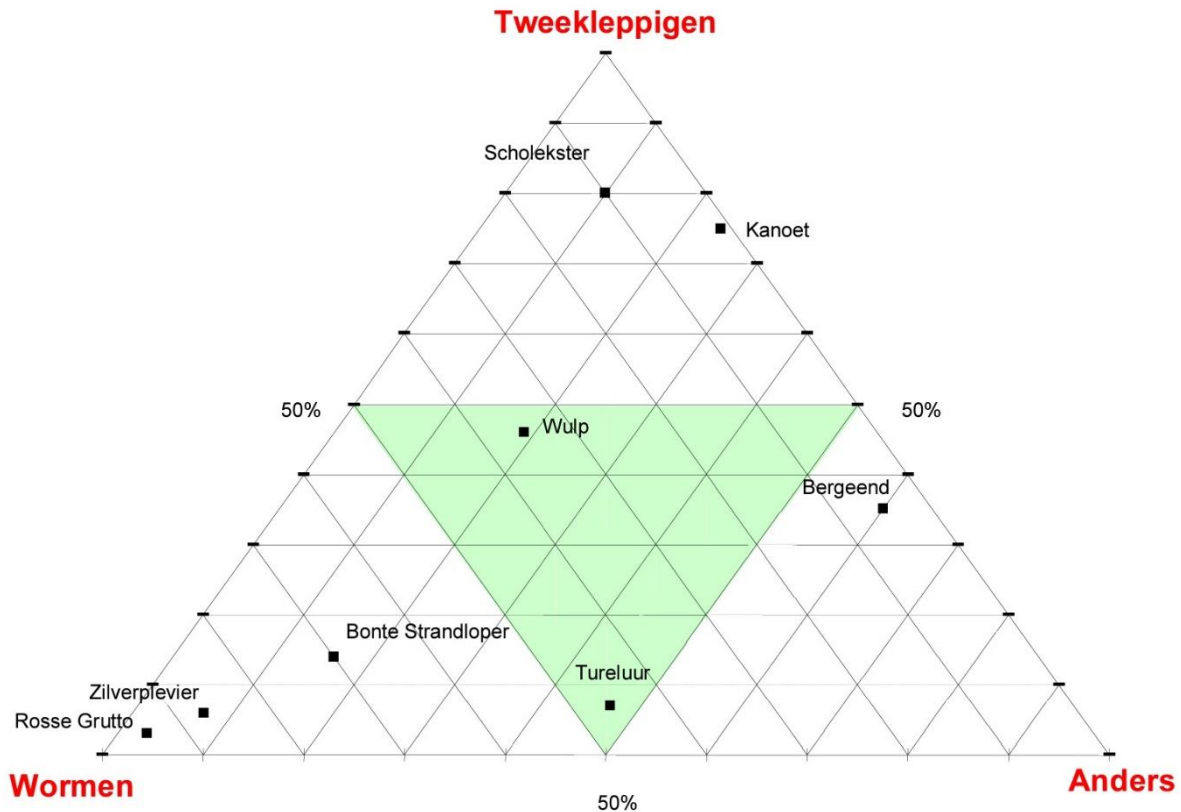
De monsters werden met zeewater uitgespoeld en in gelabelde potjes opgeslagen (figuur 2.2). Op dezelfde dag werden de monsters in de potjes met alcohol bewaard en in de koelkast gezet. Binnen 72 uur na het verzamelen werden de monsters verwerkt en geanalyseerd middels een binoculair. De grootte van de dieren werd bepaald door het meten van de maximale lengte (mm) bij schelpdieren, wormen en kreeftachtigen en door het meten van de maximale breedte (mm) bij schelpdieren. Bij schelpdieren groter dan 5 mm in lengte werd ook het natgewicht (g) gemeten. Alleen volle schelpen werden geteld en gemeten, lege of enkele schelpen werden niet in de analyse meegenomen. 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 het beoordelen van de draagkracht van de Ballastplaat op basis van voedselbeschikbaarheid, wordt gekeken naar 8 vogelsoorten: de Scholekster (*Haematopus ostralegus*), de Kanoet (*Calidris canutus*), de Bergeend (*Tadorna tadorna*), de Bonte strandloper (*Calidris alpina*), de Rosse grutto (*Limosa lapponica*), de Tureluur (*Tringa totanus*), de Wulp (*Numenius arquata*) en de Zilverplevier (*Pluvialis squatarola*). Figuur 2.3 geeft een visuele samenvatting van het dieet van de bovengenoemde vogelsoorten.



Figuur 2.3. Het dieet van de acht vogelsoorten bodemdiereters samengevat. Het dieet van iedere soort is weergegeven door één punt in dit vlak. De afstand tot elk van de hoekpunten geeft het relatieve belang van tweekleppige schelpdieren (boven), wormen (linksonder) en andere prooien in het dieet aan: hoe kleiner deze afstand, dus hoe dichter het punt bij een hoekpunt ligt, hoe groter het relatieve belang van de daar aangegeven prooigroep. Figuur aangepast uit Leopold et al. (2004).

Scholekster

De Scholekster heeft een snavel die het de vogels mogelijk maakt grotere Mosselen (*Mytilus edulis*) en Kokkels (*Cerastoderma edule*) open te krijgen en het schelpdier vlees op te eten (Hulscher, 1996). Dat kunnen andere wadvogelsoorten niet en het stelt Scholeksters in staat om in grote aantallen te overwinteren in het Waddengebied. Het vrijwel ontbreken van mosselbanken in de Waddenzee gedurende de jaren negentig heeft tot gevolg gehad dat de Scholeksters veel sterker dan voorheen afhankelijk zijn geworden van Kokkels en in sommige deelgebieden ook van Nonnetjes (*Macoma baltica*). Lokaal worden ook de wat kleinere Strandgapers (*Mya arenaria*) en Platte slijkgapers (*Scrobicularia plana*) gegeten. Bovendien zitten Strandgapers, Slijkgapers en Nonnetjes 's winters dieper in de bodem (Zwarts & Wanink, 1993) waardoor de feitelijke beschikbaarheid van de prooien veel geringer is dan die van Mosselen en Kokkels. Onderzoeken in Engeland, in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer hebben laten zien dat Scholeksters inmiddels de Filipijnse tapijtschelp (*Venerupis philippinarum*) met succes weten te exploiteren (Caldow et al., 2007, van Donk et al., 2023). Of deze

nieuwe soort meegenomen kan worden als aanvullende voedselbron in de voedselreservering voor Scholeksters in de Nederlandse Waddenzee is nog onbekend.

Kanoet

De Kanoet is in de overwinteringsperiode (september t/m januari) sterk afhankelijk van Nonnetjes en daarnaast Kokkels in de wadbodem. Wadslakjes en andere kleine, harde prooien als plantenzaden, vormen soms alternatieve prooien. Wormen ontbreken vrijwel geheel als prooi voor deze soort, wat de Kanoet uniek maakt onder de hier onderzochte soorten wadvogels. Kreeftachtigen ontbreken vrijwel in het dieet; deze worden slechts in geringe mate, maar wel in meerdere studies gevonden (Folmer *et al.* 2022).

Bergeend

De toename van ruiende Bergeenden (in augustus) langs de Friese kust valt samen met een toename van de Slijkgarnaal (*Corophium sp.*) wat een belangrijke prooi soort is voor deze vogel (Kraan *et al.*, 2006; Kleefstra *et al.*, 2011). Ook na de ruiperiode (september t/m januari) zijn de slikkige delen van het gebied van belang voor de Bergeend, waar die daar de voorradige kleine prooien eet.

Bonte strandloper

De Bonte strandloper heeft een gevarieerd dieet, voornamelijk bestaande uit wormen (met name Veelkleurige zeeduizendpoten *Nereis sp.*), maar hij eet ook kleine schelpdieren, slakken, kreeftachtigen en insecten wanneer deze beschikbaar zijn. Onder de 'wormeneters' is de Bonte strandloper waarschijnlijk de meest veelzijdige.

Rosse grutto

Voor de Rosse grutto zijn met name de Wadpier (*Arenicola marina*) en de Veelkleurige zeeduizendpoot van belang, aangevuld met schelpdieren (vooral Nonnetjes), krabben en garnalen. Ook voor de Tureluur is de Veelkleurige zeeduizendpoot een belangrijke prooi soort, maar ook het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*), de Slijkgarnaal en de Zandzager (*Nephtys hombergii*) vormen stapelvoedsel in het dieet van de Tureluur (Folmer *et al.*, 2022).

Wulp

De Wulp heeft een zeer divers dieet, op het wad vooral bestaande uit veel verschillende tweekleppige schelpdieren (stapelvoedsel Strandgapers) en grote wormen zoals Veelkleurige zeeduizendpoten en Wadpieren (Leopold *et al.* 2024). Daarnaast eten Wulpen in mindere mate ook andere prooien zoals bijvoorbeeld krabben en garnalen. Wulpen zijn groot; kleine wormen of Wadslakjes zijn voor hen onbelangrijk.

Zilverplevier

De Zilverplevier jaagt voornamelijk op wormen. Vooral Zeeduizendpoten vormen de belangrijkste prooi, hoewel in sommige studies ook kleine wormen als voedsel worden genoemd (Folmer *et al.* 2022). Kreeftachtigen zijn over het algemeen niet belangrijk als prooi, behalve in enkele uitzonderlijke gevallen waarin kleine krabben en *Corophium* als belangrijk werden beschouwd (zie Folmer *et al.*, 2022).

Wadvogel overzicht

Prooi soorten die potentieel voedsel zijn voor de Bergeend, Scholekster, Kanoet, Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur, Wulp en Zilverplevier zijn voor de analyse geselecteerd op basis van Folmer *et al.* (2022) (zie tabel B1.1 in Bijlage 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: Prooisorten die wel eens in het dieet worden vastgesteld, maar nooit het hoofdvoedsel vormen.

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

Het onderzoek van Folmer *et al.* (2022) heeft zich gebaseerd op het dieet van wadvogels in de Waddenzee en vergelijkbare gebieden. Ondanks bekend is dat de populaties bodemdieren een grote spatiotemporele variatie kunnen vertonen (Beukema & Dekker, 2020), en kustvogels op deze variabiliteit kunnen reageren, is verder in Folmer *et al.* (2022) en in dit onderzoek het dieetspectrum niet gecorrigeerd voor seizoensveranderingen.

De temporele variabiliteit omvat zowel jaarlijkse variatie als seizoensvariatie, als gevolg van veranderingen in de ingraafdiepte, prooiactiviteit, broedval, groei of verlies van lichaams-conditie van de wadvogel, en migratie van en naar het wad door deze vogels (Zwarts & Wanink, 1993).

Welke prooi een wadvogel kan oogsten, kan ook afhankelijk zijn van de sedimentsamenstelling. Bodemdieren komen in verschillende substraten voor, maar hun niche is zeer breed (Folmer *et al.*, 2017). Soms is de foerageerniche van wadvogels qua sediment minder breed dan die van hun prooi. Zo geven Rosse grutto's bijvoorbeeld de voorkeur aan zandige wadplaten, Kanoeten aan wadden met een middelmatige samenstelling en zijn Scholeksters op vrijwel elk type sediment te vinden.

2.4 Dataverwerking en analyse

Biomassa bepaling

De biomassa van de bodemdieren wordt berekend door middel van het gebruik van conversiefactoren van lengte naar asvrijdrooggewicht (AFDW). Dit gebeurt aan de hand van dubbel-log-regressielijnen. 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 functie is gegeven als $AFDW = \exp(\ln((b) \cdot Lengte + a))$. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de voor de bemonsterde prooisorten gehanteerde coëfficiënten a en b . Waar mogelijk is gebruik gemaakt van regressie coëfficiënten voor de maand van bemonstering (voor soorten *Cerastoderma edule*, *Macoma balthica* en *Mya arenaria*). De biomassa's zijn doorgerekend naar biomassa in gram asvrijdrooggewicht per m². Afzonderlijke regressies waren niet beschikbaar voor de kleine wormsoorten. Een gecombineerde regressie werd gebruikt voor *Scoloplos*. Voor een aantal prooisorten uit de benthosmonsters van 2023 (schelpdieren *Spisula solida* en *Mactra corallina* en wormsoorten *Marenzelleria viridis* en *Glycera sp.*) waren geen coëfficiënten gevonden in de literatuur voor de berekening van AFDW (maar alleen voor nat gewicht). Deze soorten zijn daarom niet doorgerekend naar biomassa AFDW. Daarnaast werden *Pygospio elegans* en *Heteromastus/Capitella* geteld maar niet gemeten. Prooisorten 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 de beoordeelde wadvogels en komt alleen voor als sporadische voedselbron bij Rosse grutto's.

Tabel 2.2. Coëfficiënten (*a* en *b* zijn respectievelijk het snijpunt en de helling) die gebruikt zijn in de formule $AFDW = \exp(\ln(b \cdot L + a))$ per proisoort (en wanneer mogelijk per maand) die in 2023 werden bemonsterd. De functie beschrijft de relatie tussen lengte (*L*) (mm voor schelpdieren, cm voor wormen) en asvrijdrooggewicht (mg AFDW). Voor Kokkel, Nonnetje, Strandgaper werden de coëfficiënten voor de maand van benthos-verzameling geselecteerd, voor de andere soorten werd een gemiddelde door alle seizoenen gebruikt.

Type	Proisoort	Maand	Coëfficiënten		Bron
			<i>a</i>	<i>b</i>	
Schelpdier	<i>Cerastoderma edule</i>	Juni	-4,004	2,969	Zwarts 1991
		Oktober	-4,276	3,259	Zwarts 1991
		Januari	-4,747	3,014	Zwarts 1991
	<i>Macoma balthica</i>	Juni	-4,667	3,120	Zwarts 1991
		Oktober	-4,373	2,914	Zwarts 1991
		Januari	-3,984	2,702	Zwarts 1991
	<i>Mya arenaria</i>	Juni	-5,358	3,11	Zwarts 1991
		Oktober	-5,988	3,258	Zwarts 1991
		Januari	-6,610	3,351	Zwarts 1991
		<i>Hydrobia/Peringia ulvae</i>	-5,497	3,500	Zwarts 2011
		<i>Spisula subtruncata</i>	0,002	3,840	Gaspar <i>et al.</i> 2001*
	<i>Venerupis philippinarum</i>	$3,6 \cdot 10^{-6}$	3,300	Hasegawa & Higano 2010*	
	Worm	<i>Arenicola marina</i>	1,198	2,334	Zwarts & Wanink 1993
		<i>Nereis sp.</i>	-0,900	2,208	Zwarts & Wanink 1993
<i>Scoloplos armiger</i>		-2,000	2,300	Zwarts 2011	
Kreeftachtige	<i>Carcinus maenas</i>	-2,925	2,871	Zwarts & Wanink 1993	
	<i>Crangon crangon</i>	-6,591	2,946	Zwarts 1988	

*De gebruikte formule was $AFDW = a(L)^b$. De coëfficiënten zijn gebaseerd op data die niet in de Waddenzee zijn verzameld.

Analysestappen voedsel per getij

De hoeveelheid beschikbaar voedsel per vogelsoort (biomassa asvrijdrooggewicht) per getij, is bepaald middels de formule uit het WadMap model (Rappoldt *et al.* 2019). Hierin zijn de volgende proxies gebruikt:

$$\text{Biomassa_oogstbaar_droog} = \sum_{i=1}^n B_i \times S_i \times E_i$$

Waar:

B_i = De totale biomassa (in gram asvrijdrooggewicht per m²) van de benthossoorten in bemonsteringspunt *i* voor zover die deel uitmaken van het dieet van de beschouwde vogelsoort.

S_i = 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.

E_i = De gemiddelde droogvalduur ('exposure time') voor het bemonsteringspunt *i*, berekend met de waterstanden tijdens een periode van drie maanden rond de datum van bemonstering van de benthos in het jaar van de monitoring. Een droogvalduur is een proportie van de tijd binnen een dag en is dus een getal tussen de 0 en 1 (NB. in de figuren weergegeven als percentage).

De uitkomst van de formule 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 Zuid

In deze stap is een ruimtelijke opdeling gemaakt van de Ballastplaat Zuid in deelgebieden aan de hand van de locaties van de bemonsteringen. De grenzen liggen hierbij op dezelfde afstand tussen de locaties, of voor de buitenste punten, op 200 m afstand van de locaties. Het oppervlak in m² 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 m² per locatie 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 locatie bepaald op basis van de DGPS hoogtes gemeten bij de spijkermetingen (zie Krol *et al.* 2024).

4. Bepalen gemiddelde droogvalduur

De gemiddelde droogvalduur per periode van drie maanden rond de datum van bemonstering per deelgebied is bepaald middels de *Intertides tool* (Rappoldt *et al.* 2019) door de gemiddelde hoogtes per deelgebied te combineren met de waterstanden van Harlingen. Deze bepaling geeft duidelijk inzicht in de rol van hoogteveranderingen versus de rol van waterstandsverschillen in de droogvalduurpercentages.

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 periode van bemonstering) per soort in ton asvrijdrooggewicht¹.

De analyse en visualisatie van de data is uitgevoerd in het programma RStudio (versie 2023.09.1, Posit team 2023). De ruimtelijke visualisatie is uitgevoerd middels het programma ArcGIS (Geografisch Informatiesysteem).

¹ Voor de bepaling van de hoeveelheid beschikbaar voedsel voor wadvogels is voor deze analyse nog geen rekening gehouden met de kritische periodes voor de geselecteerde vogelsoorten.

3. Resultaten

3.1 Ruimtelijke kenmerken Ballastplaat

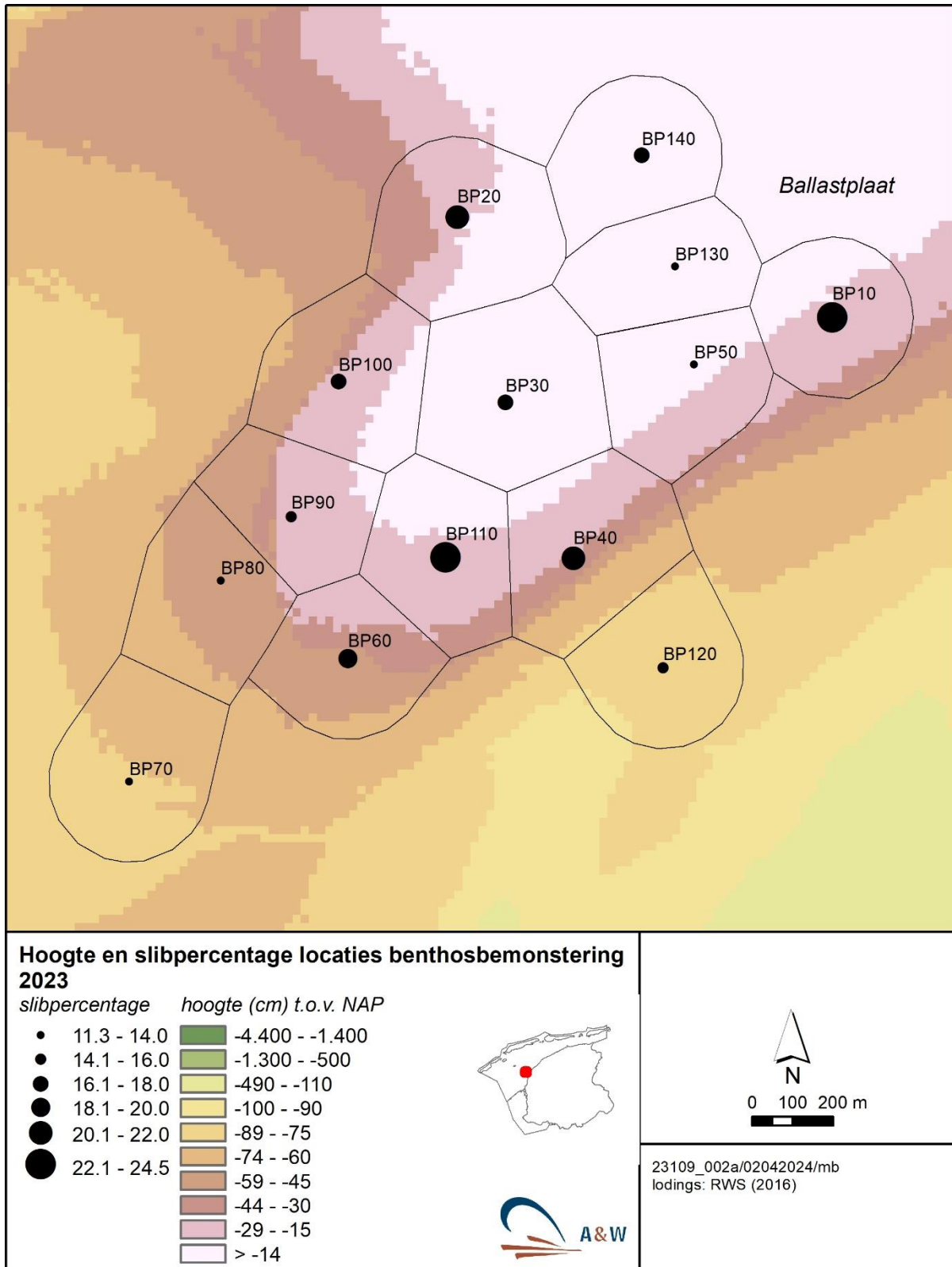
Tabel 3.1 geeft de kenmerken van de meetstations in 2023 weer: de oppervlakte per deelgebied, de hoogteligging (op basis van het gemiddelde NAP van de in de periode juni-december 2023 uitgevoerde spijkermetingen), het slibgehalte per locatie (gemeten in juni 2023), en de gemiddelde droogvalduur per periode van 3 maanden rondom de datum van bemonstering. In figuur 3.1 is de opdeling in deelgebieden en de bijbehorende slibpercentage per monsterlocatie 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 BP10, BP110, BP40, BP20, BP60. Het sediment op punten BP130, BP80 en BP70 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 in 2023. Weergegeven zijn de meetstations met bijbehorende hoogteligging (in cm t.o.v. NAP, gemiddeld uit de spijkermetingen bij de bemonsteringen van 2023, Krol et al. 2024), de berekende deelgebied oppervlakte (m²), slibpercentages (volume % <63 µm in juni 2023, Marijt & Kappers 2024), en de gemiddelde droogvalduur (% van de dag) per periode van bemonstering (zie par. 2.4 voor berekening).

Meetstations	Oppervlakte	Hoogteligging	Slibpercentage	Droogvalduur (% van de dag)		
				Jun 2023	Okt 2023	Jan 2024
BP10	123.819	-34,01	24,45	32,3	21,4	21,7
BP20	169.103	-35,46	20,2	31,8	20,7	20,7
BP30	183.904	-20,79	16,4	37,1	27,0	27,2
BP40	161.631	-46,48	20,45	27,0	16,5	16,9
BP50	133.312	-16,76	13,65	38,7	28,7	28,2
BP60	127.097	-44,22	18,6	27,6	17,4	18,1
BP70	159.110	-72,01	11,25	16,5	7,7	9,1
BP80	138.783	-56,51	11,5	22,7	12,8	13,7
BP90	119.304	-45,83	15,8	27,2	16,7	17,3
BP100	153.631	-43,48	17,05	28,1	17,7	18,5
BP110	136.900	-34,98	22,45	31,7	21,0	20,6
BP120	134.751	-86,30*	15,2	11,4	4,1	5,5
BP130	119.072	-2,76	11,95	44,5	34,7	34,5
BP140	128.850	-7,70	17,2	43,3	32,0	31,5

*De hoogteligging van BP120 was voor het laatste in september 2018 ingemeten (Krol et al. 2024).



Figuur 3.1. Opdeling van de Ballastplaat in deelgebied per monsterlocatie. Weergegeven is de hoogteligging van de deelgebieden (cm t.o.v. NAP, bron RWS 2016) en de gemeten gemiddelde slibpercentages (volume % < 63 µm) per locatie in 2023.

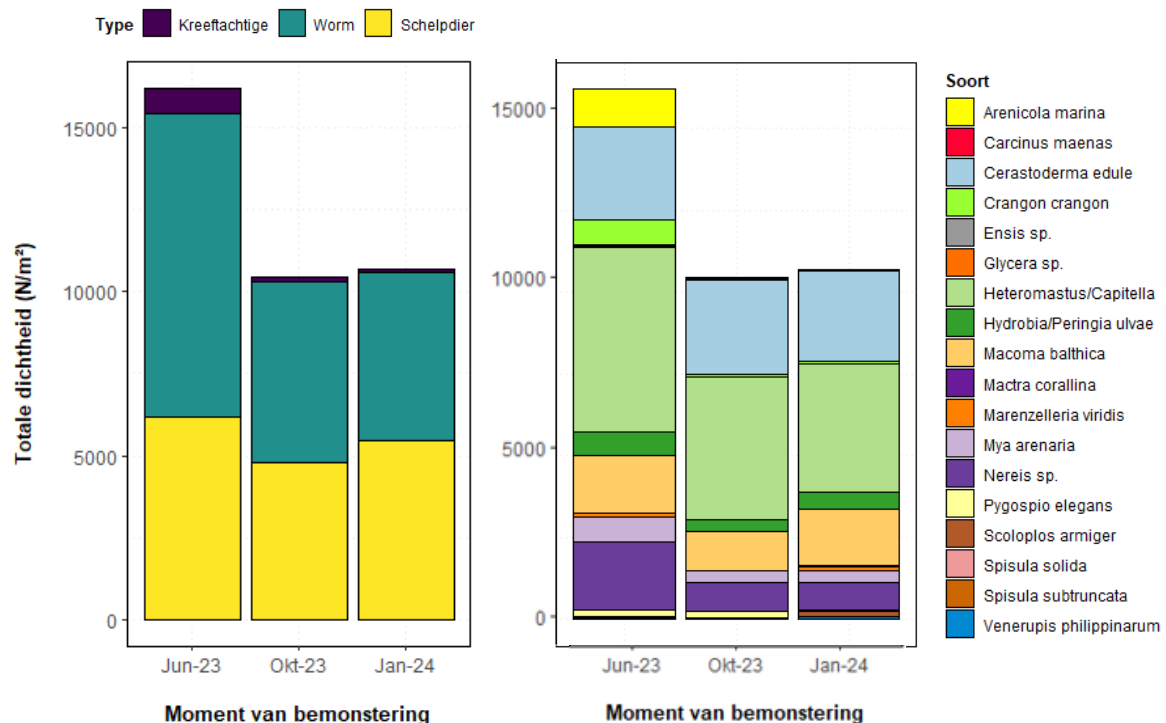
3.2 Benthossamenstelling, dichtheid, biomassa en lengte

Benthossamenstelling en dichtheid

In de drie bemonsteringen van 2023 en een van januari 2024 zijn gezamenlijk 19 verschillende soorten benthos aangetroffen. Er waren 4 nieuwe soorten in de monsters aangetroffen die niet in het vorig monitoringsjaar (zie Kappers *et al.* 2023c) werden waargenomen: een Borstelworm worm (*Glycera sp.*), de Grote strandschelp (*Mactra corallina*), de Stevige strandschelp (*Spisula solida*) en de Filipijnse tapijtschelp (*Venerupis philippinarum*). Deze laatste is enkele tientallen jaren geleden in Frankrijk, Engeland, Italië en Spanje geïntroduceerd voor schelpdierkweek en heeft zich midden jaren 2000 ook in Nederland gevestigd (Faasse & Ligthart 2008). De soort gedraagt zich als een invasieve exoot en is in de Nederlandse Waddenzee snel in aantal en biomassa toegenomen (Troost *et al.* 2021, 2023). Ten opzichte van 2022 waren 3 soorten in de monsters van het monitoringsjaar 2023 niet aangetroffen: de Tere dunschaal (*Abra tenuis*), de Slijkgarnaal (*Corophium volutator*) en de Mossel (*Mytilus edulis*).

Figuren 3.2 en 3.3 geven de samenstelling en dichtheid in aantal per m² van de aangetroffen benthossoorten weer in de drie complete bemonsteringmomenten (zie par. 2.1).

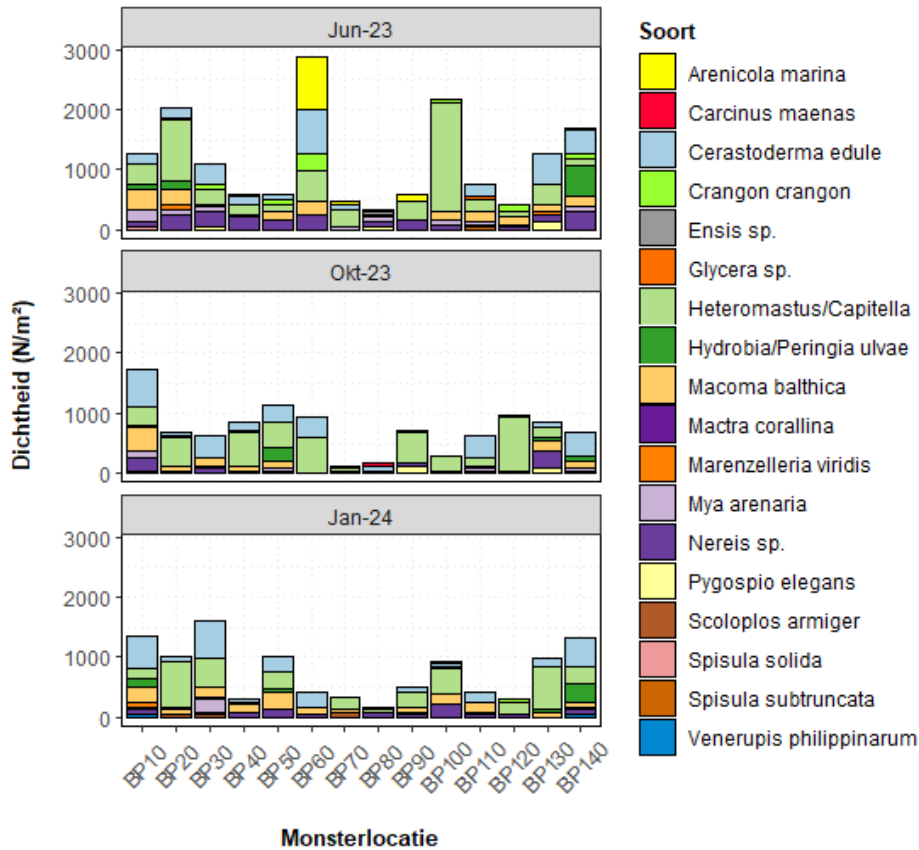
De hoogste dichtheden van benthos werden in juni geregistreerd, gevolgd door oktober en januari (figuur 3.2, linker paneel). De vier meest voorkomende soorten waren: onder de schelpdieren de Kokkel (*Cerastoderma edule*) en het Nonnetje (*Macoma balthica*); onder de wormen de Rode draadworm en/of Slangpier (*Heteromastus filiformus/Capitella capitata*) en de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (figuur 3.2, rechter paneel en tabel B2.1 in Bijlage 2).



Figuur 3.2. Totale dichtheid (aantal per m²) van benthostypen (links) en -soorten (rechts) over de 14 bemonsterde locaties van de Ballastplaat Zuid in juni 2023, oktober 2023, en januari 2024.

De hoogste dichtheden (aantal per m²) werden gevonden op monsterlocaties BP60, BP100, BP20, BP140, BP130, BP10, afhankelijk van het moment van bemonstering (figuur 3.3). Hier waren vooral de aantallen van Wadpiëren (*A. marina*) en Slangpiëren bij BP60 en BP100 heel hoog vergeleken met de andere twee momenten van bemonstering.

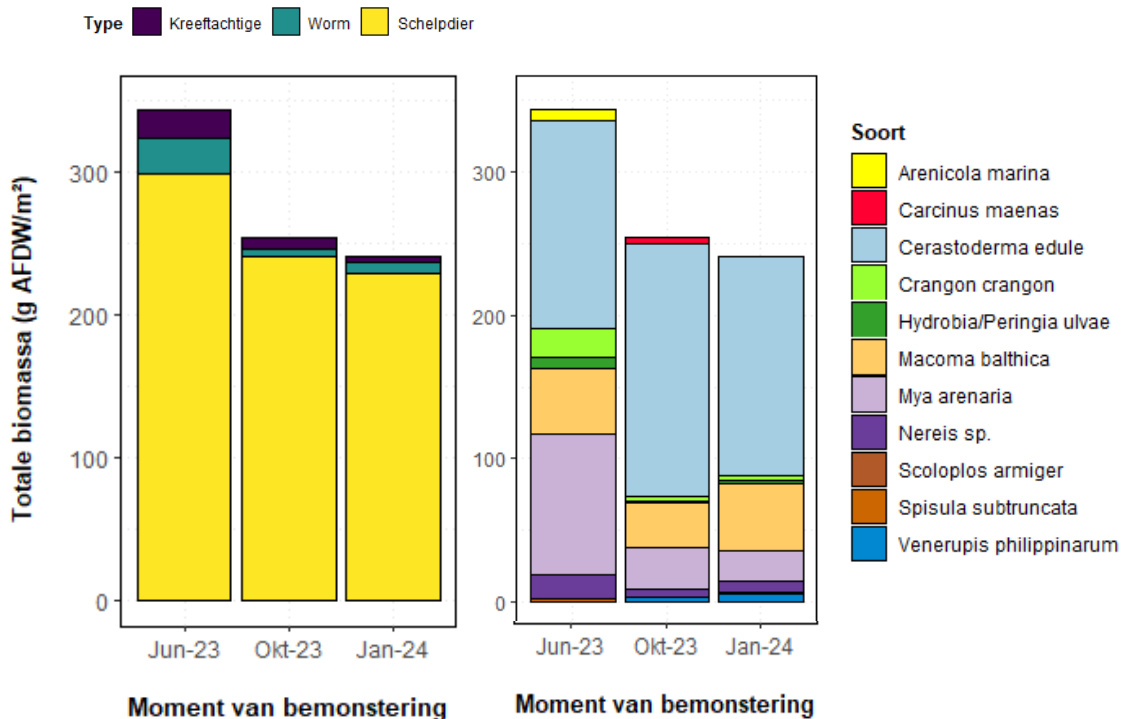
Figuur 3.3. Samenstelling en totale benthosdichtheid (aantal per m²) per monsterlocatie per moment van bemonstering.



Biomassa van benthos

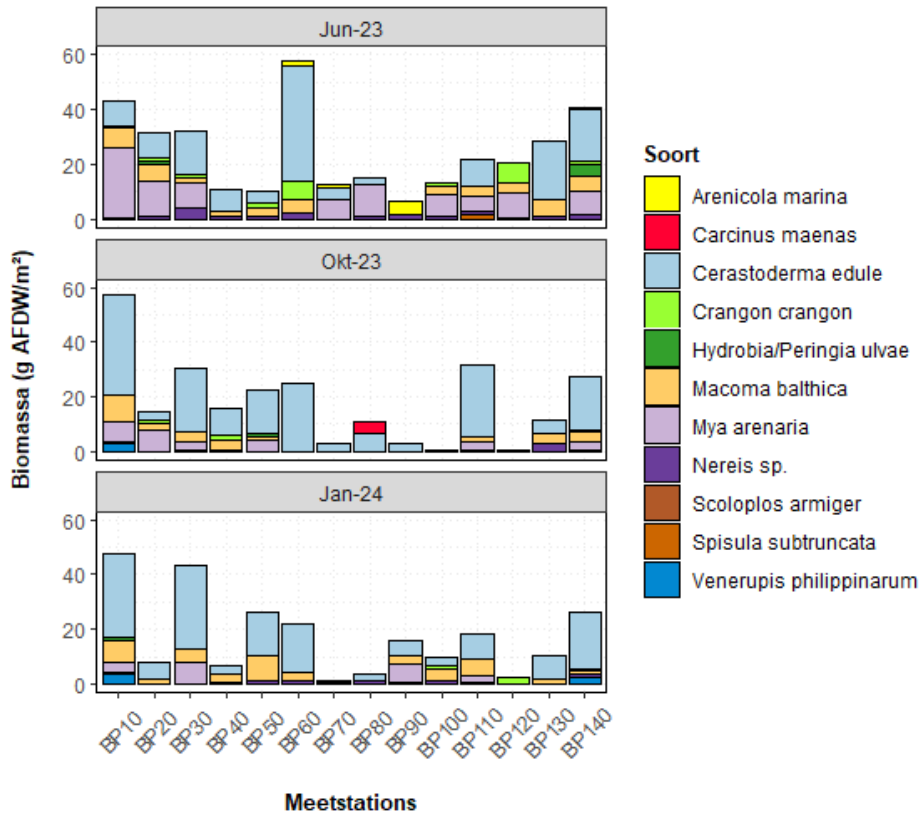
Van 11 van de 18 soorten die in juni, oktober 2023 en januari 2024 zijn aangetroffen is naast de dichtheid ook de biomassa bepaald. Figuren 3.4 en 3.5 geven de biomassa in gram asvrijdrooggewicht (AFDW) per m² van de benthossoorten weer.

De totale biomassa werd voornamelijk door de schelpdieren bepaald (figuur 3.4, linker paneel), waaronder de Kokkel (*C. edule*) die in alle drie de momenten van bemonstering de hoogste biomassa vertoonde (145 g/m² in juni, 176 g/m² in oktober en 153 g/m² in januari, figuur 3.4 en tabel B2.1 in Bijlage 2). Daaropvolgend was de biomassa van het Nonnetje (*M. balthica*) (46 g/m² in juni, 31 g/m² in oktober en 47 g/m² in januari) en Strandgaper (*M. arenaria*) (98 g/m² in juni, 28 g/m² in oktober en 20 g/m² in januari) (figuur 3.4 en tabel B2.1).



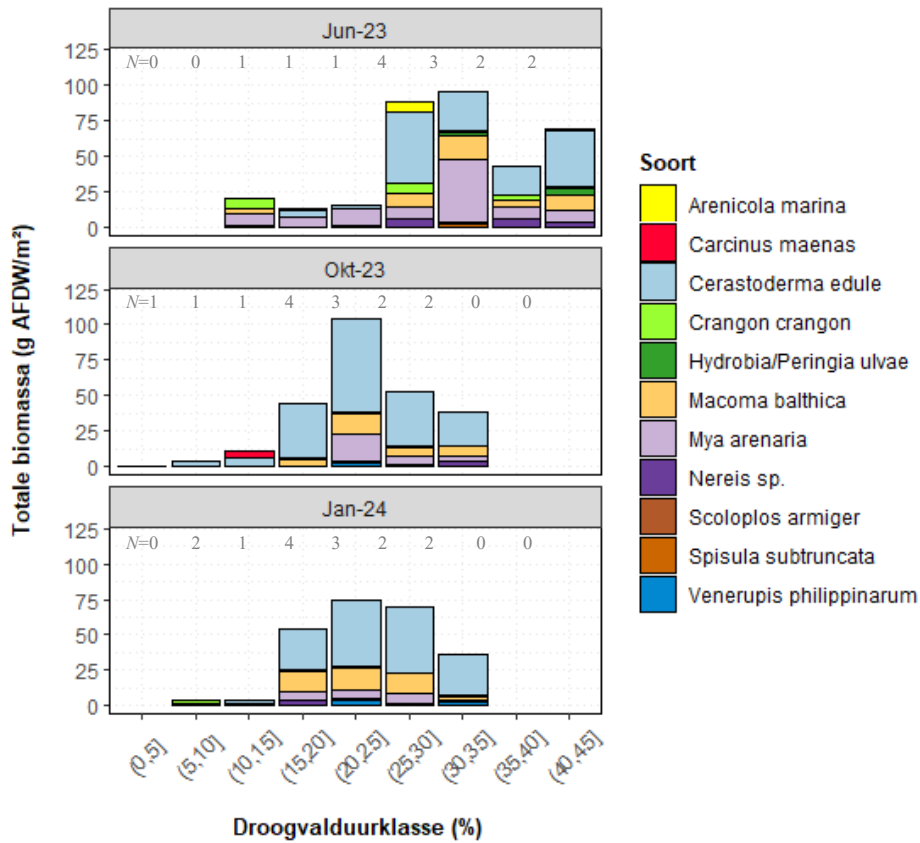
Figuur 3.4. Totale biomassa (g AFDW/m²) van benthossoorten over alle bemonsterde meetstations van de Ballastplaat Zuid in juni 2023, oktober 2023 en januari 2024 (zie ook Tabel B2.1).

De drie bovengenoemde soorten met de hoogste biomassa werden vooral veel op punt BP60 en BP10 gevonden, meestal in de bemonsteringen van juni en oktober (figuur 3.5). Op de meetstations BP70, BP80, BP90, BP100 en BP120 werden de laagste biomassa's aangetroffen (figuur 3.5).



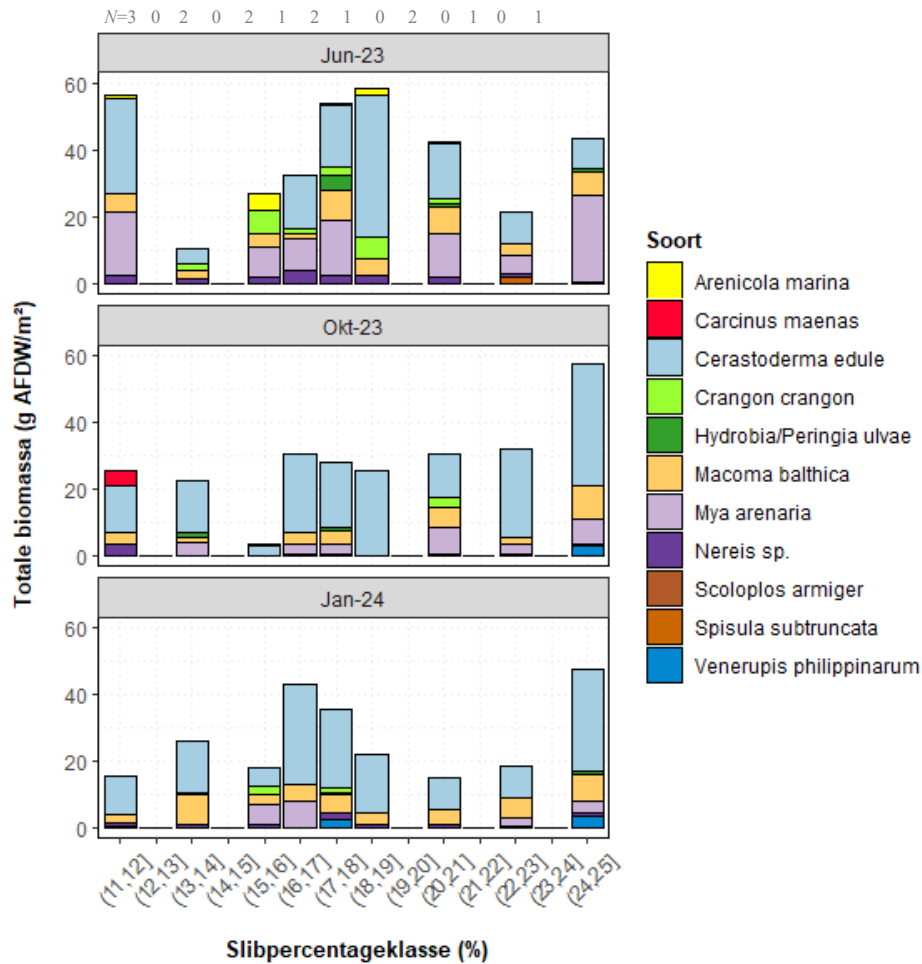
Figuur 3.5. Totale biomassa (g AFDW/m²) van benthossoorten per meetstations in juni 2023, oktober 2023 en januari 2024.

Wanneer de biomassa wordt uitgezet tegen de droogvalduur zien we in het najaar en in de winter een optimum bij locaties met een droogvalduur van 15-35% (figuur 3.6). In de zomer zien we juist een hogere biomassa op locaties met een droogvalduur tussen 25-45%.



Figuur 3.6. Benthosbiomassa (g AFDW/m²) en samenstelling als functie van de gemiddelde droogvalduur (% van de dag, in klassen van 5). N geeft de steekproef weer van de meetstations per droogvalduurklasse.

Bij de verspreiding van biomassa uitgezet tegen het slibgehalte is een fluctuerend patroon te zien. In de maand juni is de biomassa hoger bij een range van slibgehalte van 17-19% (figuur 3.7). In oktober en januari is de biomassa het hoogst bij een slibgehalte van 24-25%, gevolgd door een slibgehalte van 15-16% (figuur 3.7).

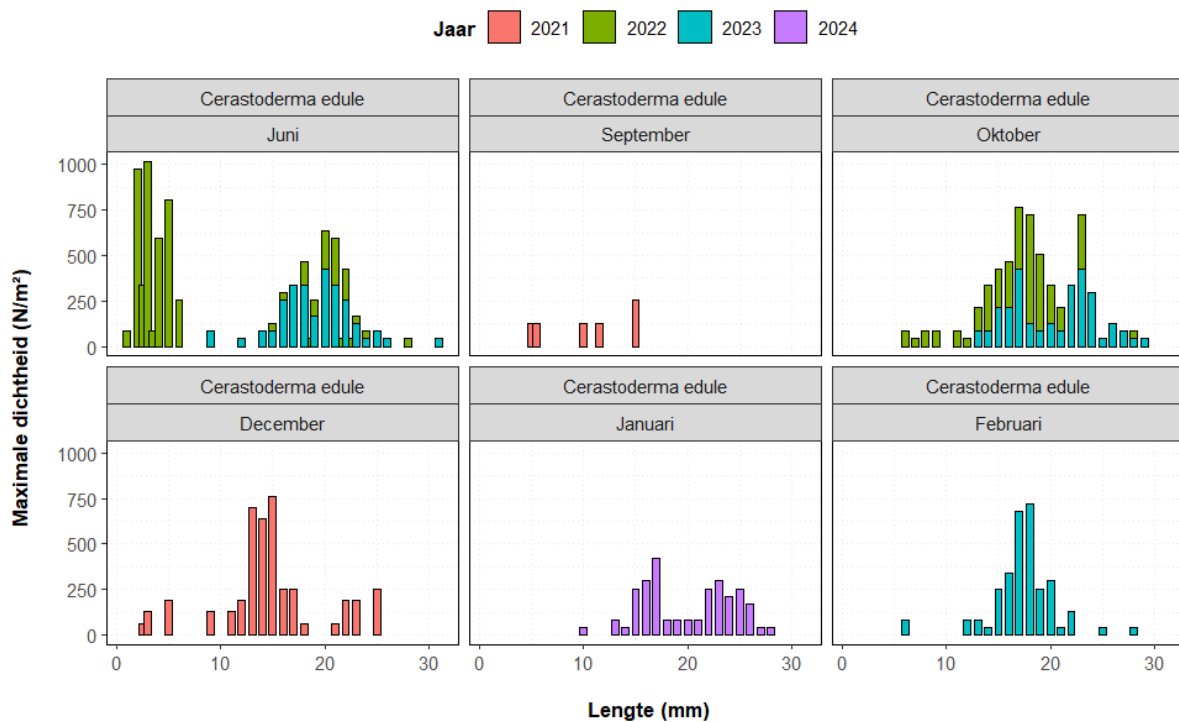


Figuur 3.7. Samenstelling en benthosbiomassa (g AFDW/m²) per monsterlocatie als functie van het slibgehalte (volume % <math><63 \mu\text{m}</math>). NB. Het slibgehalte was uit sedimentmonsters van juni 2023 geanalyseerd (zie par. 2.1 en Marijt & Kappers 2024). N geeft de steekproef weer van de meetstations per slibpercentageklasse.

Lengteverdeling van benthos

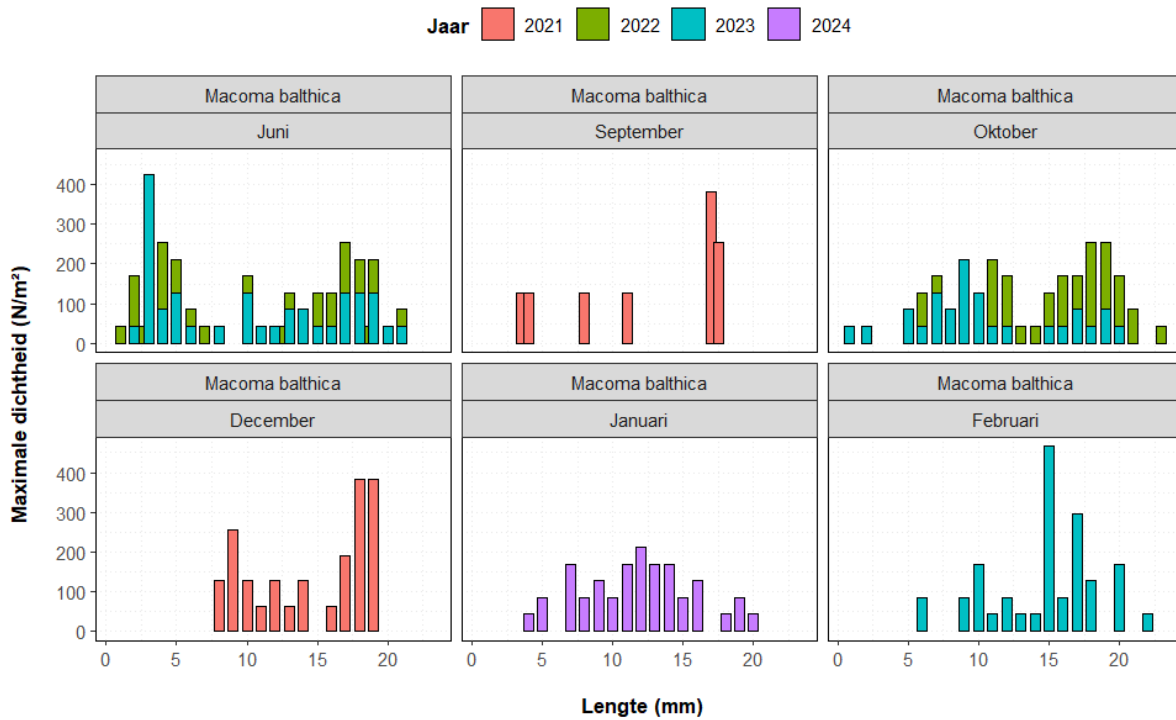
Voor enkele soorten die in de monitoringsjaren regelmatig werden bemonsterd hebben we naar de verspreiding van de lengtes gekeken in de verschillende momenten van het jaar. Dat zijn de Kokkel, het Nonnetje, de Strandgaper en het Wadslakje onder de schelpdieren en de Gewone garnaal onder de kreeftachtigen.

De Kokkels hadden in juni 2023 een gemiddelde lengte van 19,5 mm (± 6 mm SD; range 9-31 mm), in oktober 2023 van 21 mm (± 5 mm SD; range 13-29 mm) en in januari 2024 van 19,9 mm (± 5 mm SD; range 10-28 mm). In oktober 2023 was er sprake van een bimodale verdeling van de lengtes, die ook in oktober 2022 terug te zien is (figuur 3.8). In juni 2022 was er een duidelijke bimodale verdeling met Kokkels van kleinere lengtes, die niet terug te zien is in de verdeling van lengtes in juni 2023 (figuur 3.8).



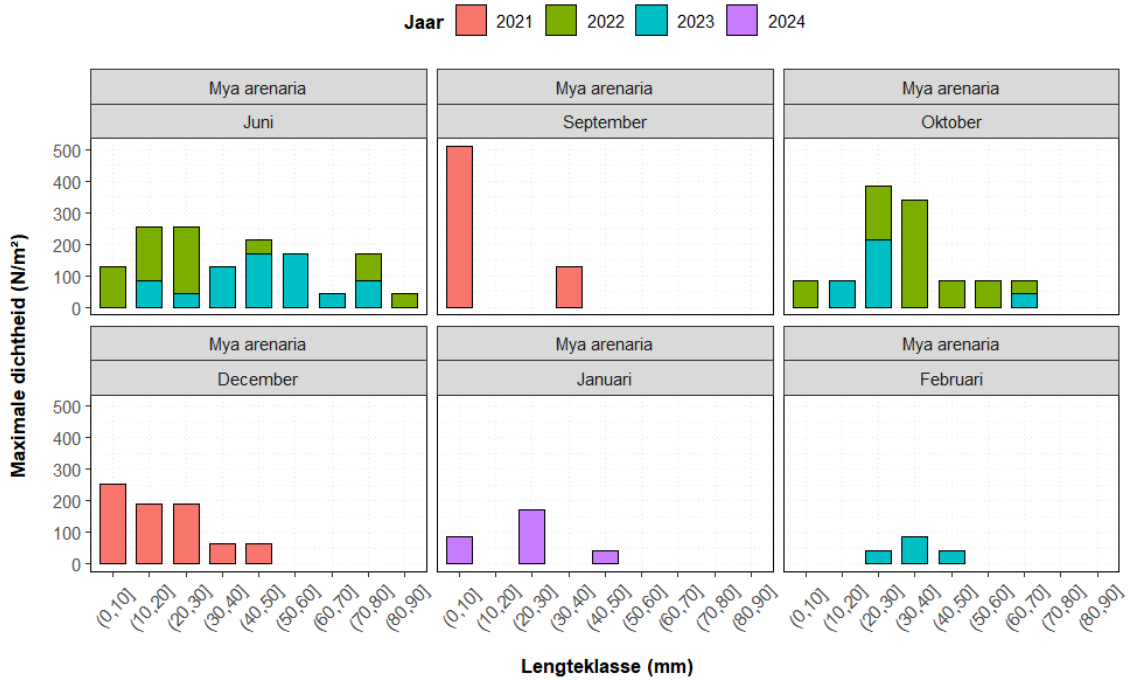
Figuur 3.8. Verdeling van lengte (in mm) voor de Kokkel (*C. edule*) in verschillende maanden en jaren van bemonstering.

De Nonnetjes hadden in juni 2023 een gemiddelde lengte van 11,9 mm (± 6 mm SD; range 2-21 mm), in oktober 2023 van 11 mm (± 6 mm SD; range 1-20 mm) en in januari 2024 van 12,1 mm (± 5 mm SD; range 4-20 mm). In juni en oktober 2023 was er sprake van een bimodale verdeling van de lengtes, die ook in dezelfde maanden van 2022 terug te zien is (figuur 3.9).



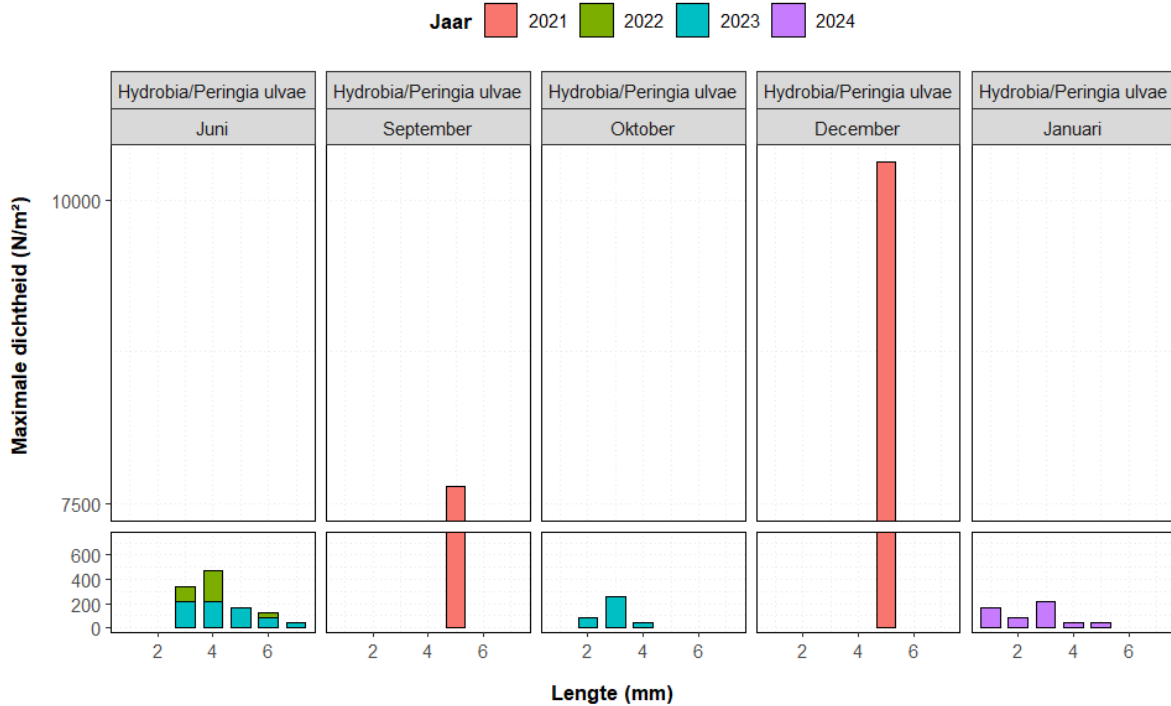
Figuur 3.9. Verdeling van lengte (in mm) voor het Nonnetje (*M. balthica*) in verschillende maanden en jaren van bemonstering.

De Strandgapers hadden in juni 2023 een gemiddelde lengte van 43,9 mm (± 19 mm SD; range 11-74 mm), in oktober 2023 van 28,1 mm (± 14 mm SD; range 14-61 mm) en in januari 2024 van 22,4 mm (± 15 mm SD; range 4-46 mm) (figuur 3.10).



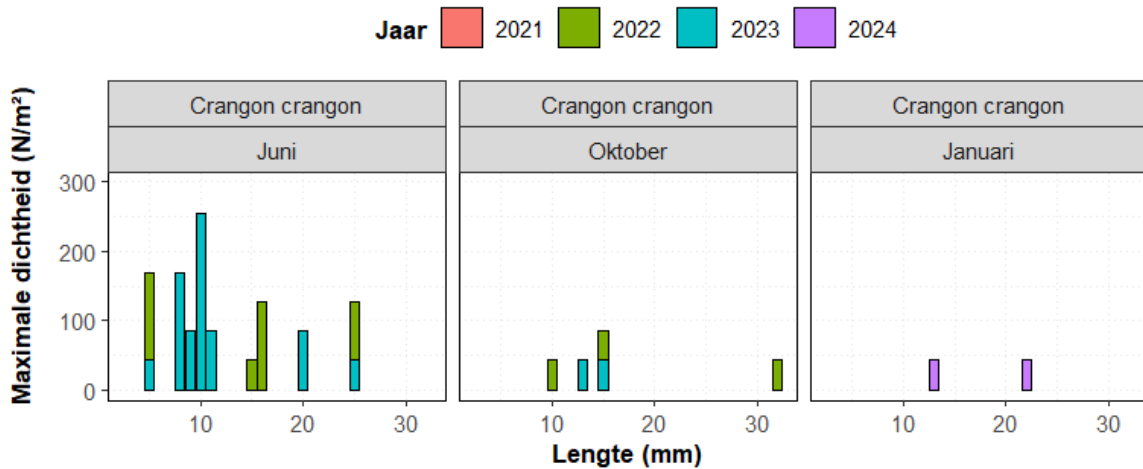
Figuur 3.10. Verdeling van lengte (in klassen van 10 mm) voor de Strandgaper (*M. arenaria*) in verschillende maanden en jaren van bemonstering.

De Wadslakjes hadden in juni 2023 een gemiddelde lengte van 5 mm (± 19 mm SD; range 11-74 mm), in oktober 2023 van 28,1 mm (± 14 mm SD; range 14-61 mm) en in januari 2024 van 22,4 mm (± 15 mm SD; range 4-46 mm) (figuur 3.11).



Figuur 3.11. Verdeling van lengte (in mm) voor het Wadslakje (*H./P. ulvae*) in verschillende maanden en jaren van bemonstering.

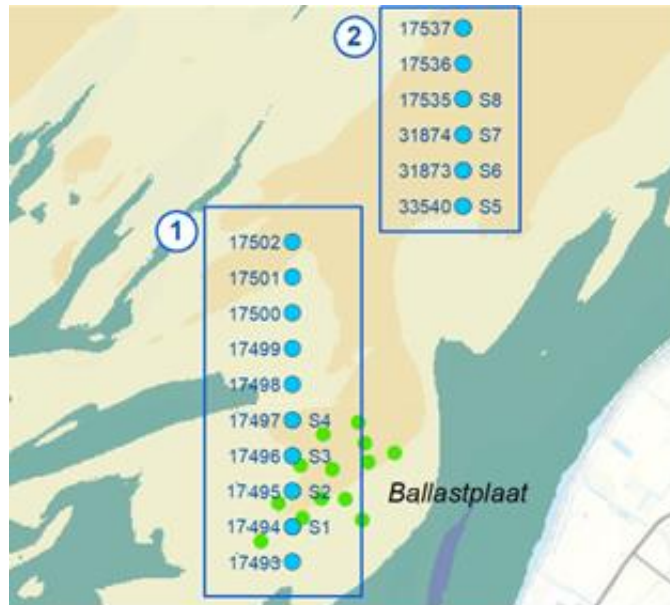
De Gewone garnalen hadden in juni 2023 een gemiddelde lengte van 12,6 mm (± 7 mm SD; range 5-25 mm), in oktober 2023 van 14 mm (± 1 mm SD; range 13-15 mm) en in januari 2024 van 17,5 mm (± 6 mm SD; range 13-22 mm) (figuur 3.12).



Figuur 3.12. Verdeling van lengte (in mm) voor de Gewone garnaal (*C. crangon*) in verschillende maanden en jaren van bemonstering.

Biomassa van schelpdieren t.o.v. bestaande WOT monitoringsprogramma

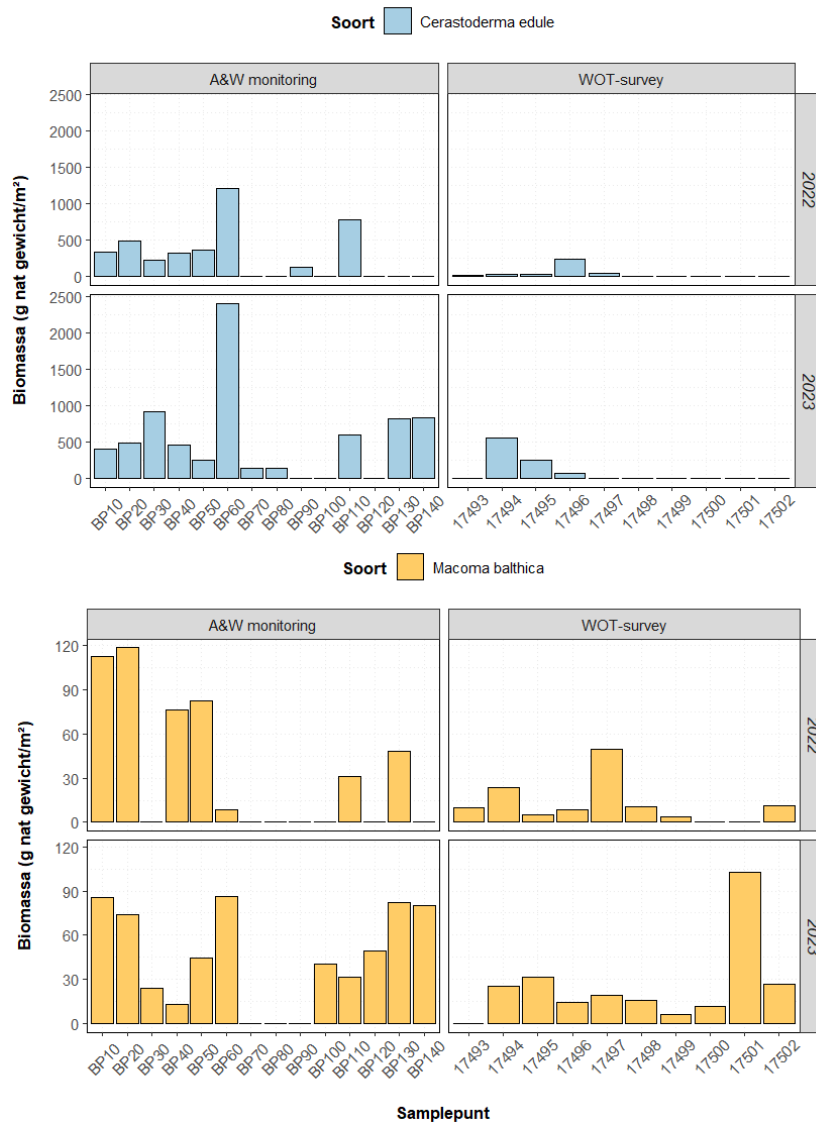
Naast onze eigen monitoring, wordt op de Ballastplaat tevens de WOT schelpdierensurvey door Wageningen Marine Research uitgevoerd. De biomassagegevens van punten in het invloedgebied in 2022 (Troost *et al.* 2023) en in 2023 zijn opgevraagd om een vergelijking te maken met de door ons verzamelde biomassagegevens (g nat gewicht/m²) (figuur 3.13).



Figuur 3.13. De samplepunten die voor de A&W monitoring (groene stippen) en voor de WOT-survey (blauwe stippen) worden bemonsterd op de Ballastplaat (gebied "1").

De schelpdierensurvey is vooral gericht op drie schelpdieren (Mossel, Kokkel en Nonnetje). Omdat de Mossels op de Ballastplaat Zuid door ons vrijwel niet werden gevonden en door de WOT-survey ook alleen op één punt, wordt enkel de biomassa van de Kokkels en de Nonnetjes vergeleken. In de WOT-survey wordt slechts één keer per jaar in het voorjaar/zomer bemonsterd (Troost *et al.*, 2023) en daarom is het zinvol om de vergelijking te maken met de biomassagegevens die door ons in de maand juni 2022 en juni 2023 werden verzameld. De methodologie van de WOT-survey verschilt met die van de A&W monitoring in de diepte en het oppervlakte van de bemonsterde bodem. De monsters worden genomen met een diepte van 7,0 cm en in een zeefton samengevoegd tot één monster met een bemonsterd oppervlak van 0,1 m² (Troost *et al.* 2020).

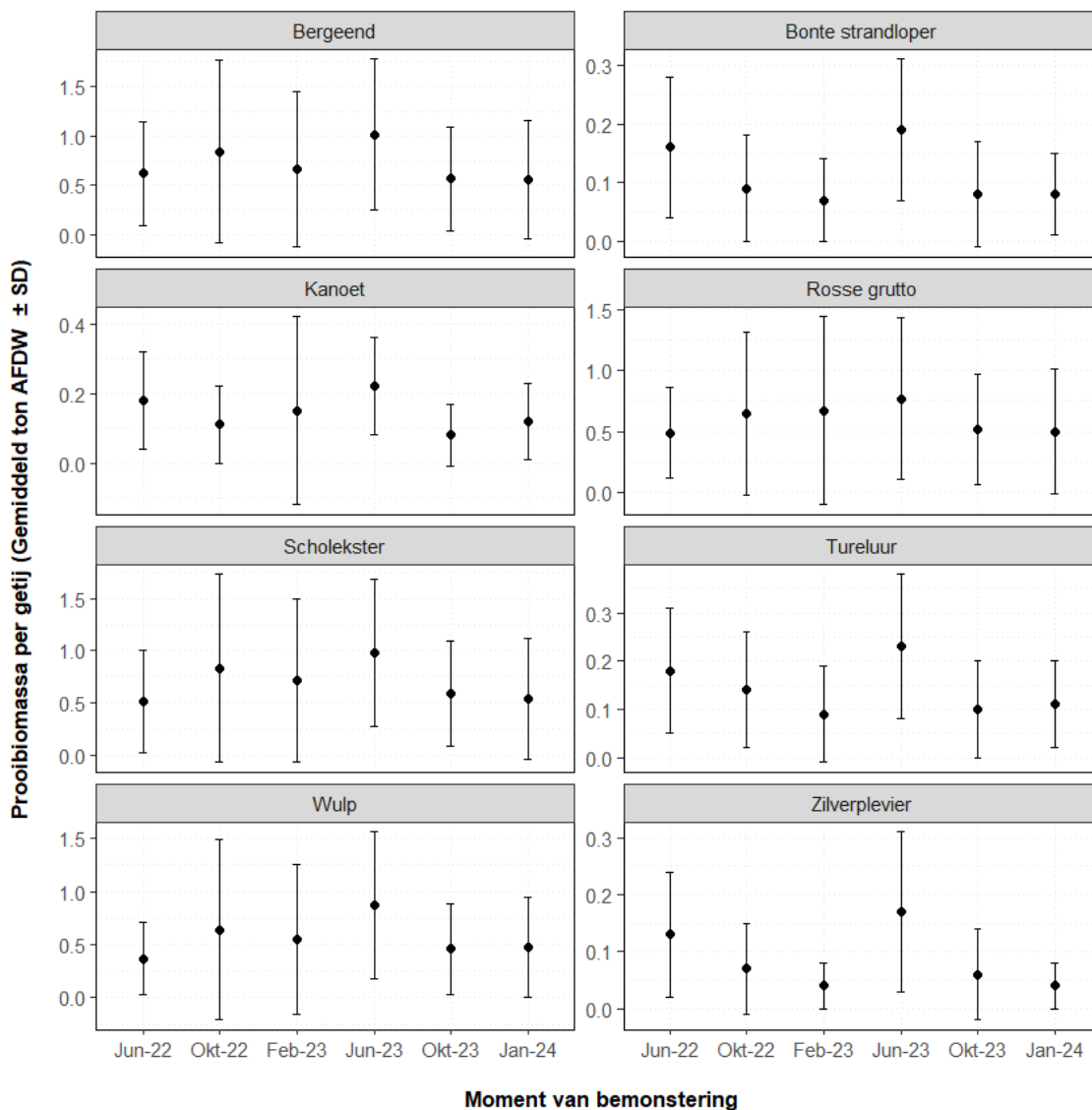
In de figuur hieronder vergelijken we de biomassa van de Kokkels en de Nonnetjes verzameld in het A&W monitoringsprogramma en de WOT-survey op de Ballastplaat. De biomassa was hoger bij de monitoring van A&W in beide jaren, 2022 en 2023, voor beide soorten (figuur 3.14).



Figuur 3.14. Verdeling van de biomassa (g nat gewicht/m²) van de Kokkel (*C. edule*) en het Nonnetje (*M. balthica*) per samplepunt in de A&W monitoring en in de WOT-survey in de zomers van 2022 en 2023.

3.3 Beschikbare prooibiomassa per vogelsoort

Figuur 3.15 geeft een inzicht in de gemiddelde beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) van de Ballastplaat Zuid voor de Bergeend, Scholekster, Kanoet, Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur, Wulp en Zilverplevier in de monitoringsjaren 2022 en 2023. De berekening is gemaakt op basis van de berekende prooibiomassa per m² en de gemiddelde droogvalduur (%) (zie paragraaf 2.4). Voor sommige vogelsoorten, zoals bijvoorbeeld de Bonte strandloper, Tureluur en Zilverplevier, is er in beide jaren een seizoensvariatie van de beschikbaarheid van prooien te zien. Voor andere soorten, zoals de Wulp, is de fluctuatie minder geaccentueerd en duidelijk. NB niet alle vogelsoorten maken heel jaarrond gebruik van de Ballastplaat Zuid, de Bergeenden zijn daar vooral in de zomer aanwezig om te ruien.

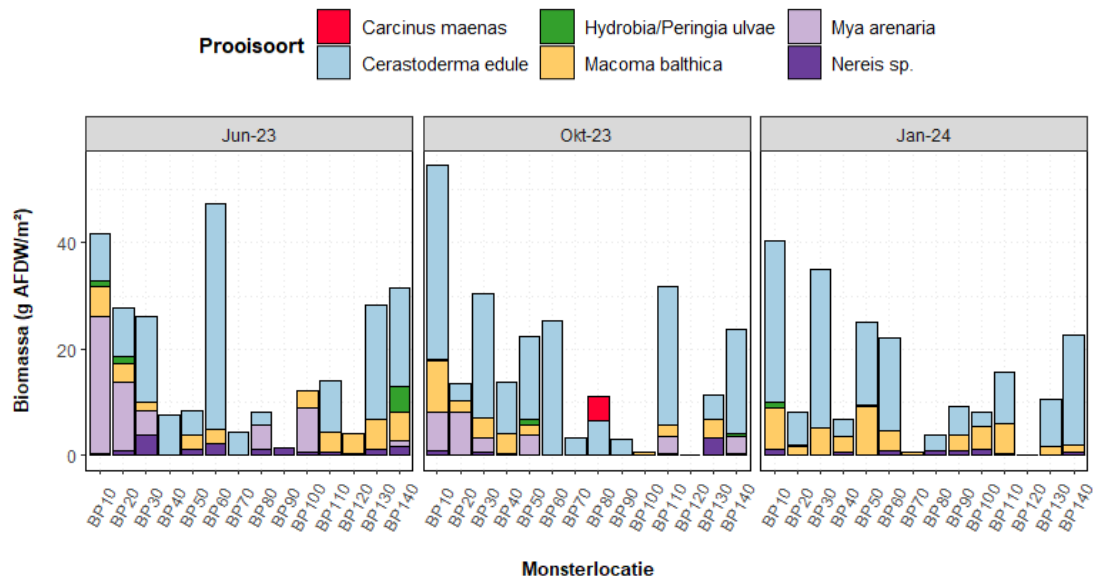


Figuur 3.15. Gemiddelde prooibiomassa per getij \pm standaarddeviatie (in ton AFDW) van de Ballastplaat Zuid per vogelsoort en per moment van bemonstering vanaf juni 2022. NB. De schaal van de y-as is per soort anders.

In de volgende onderdelen bespreken we de prooibeschikbaarheid per vogelsoort en geven een meer gedetailleerd inzicht in de ruimtelijke verspreiding per deelgebied van de Ballastplaat Zuid van beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) in de drie monstertmomenten van het monitoringsjaar 2023.

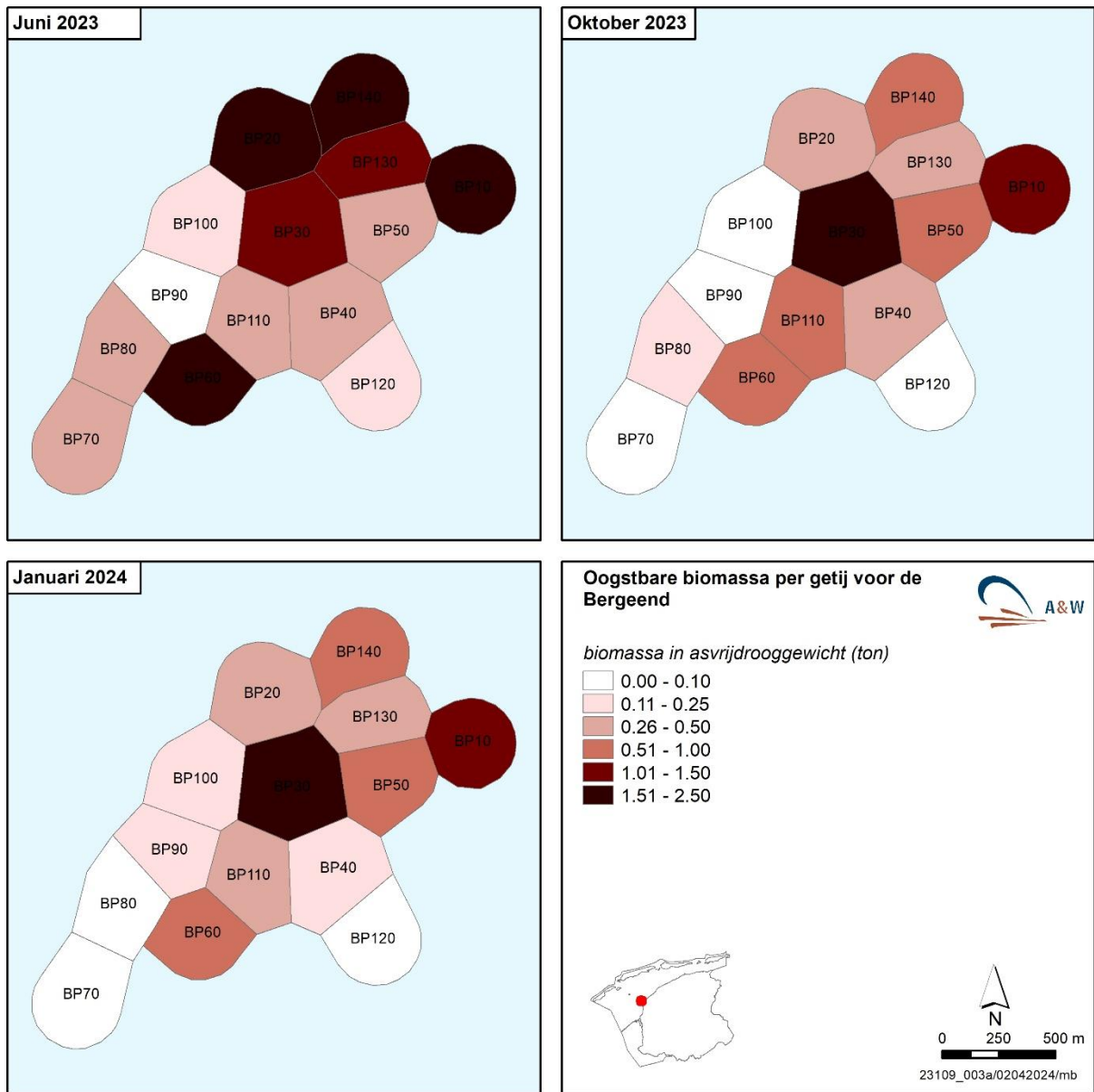
Bergeend

De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat Zuid werd in het monitoringsjaar 2023 voor de Bergeend met name bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (145 g/m² in juni, 176 g/m² in oktober, 153 g/m² in januari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Strandgaper (*M.arenaria*) (98 g/m² in juni, 29 g/m² in oktober, 20 g/m² in januari) en het Nonnetje (*M. balthica*) (46 g/m² in juni, 31 g/m² in oktober, 47 g/m² in januari). Hetzelfde beeld was in monitoringsjaar 2022 ook te zien (Kappers *et al.* 2023c). In december 2021 werd de biomassa het meest bepaald door de Slijkgarnaal (*Corophium sp.*) en het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*) (Fieten 2022). De beschikbare biomassa voor de Bergeend was in juni 2023 het hoogst op bemonsteringslocatie BP60 gevolgd door BP10, in oktober 2023 op bemonsteringslocatie BP10, en in januari 2024 op BP10 en BP30 (figuur 3.16). De beschikbare biomassa was in juni 2023 het laagst op bemonsteringslocatie BP90, in oktober 2023 op locaties BP100 en BP120 en in januari 2024 op BP70 en BP120 (figuur 3.16).



Figuur 3.16. Totale biomassa (in g AFDW/m²) per monsterlocatie per monstertmoment van prooisoorten en -lengtes die deel uitmaken van het dieet van de Bergeend. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=Carcinus maenas en Mya arenaria) weergegeven.

De hoogste prooibiomassa per getij voor de Bergeend was in de maand juni 2023 gemeten, met in totaal in het gehele gebied van Ballastplaat Zuid ruim 14,2 ton AFDW (gemiddeld 1,1 ton $\pm 0,76$ SD). De prooibiomassa per getij was in oktober 2023 in totaal 8 ton (gemiddeld 0,57 ton $\pm 0,52$ SD) en in januari 2024 in totaal 7,8 ton (gemiddeld 0,56 ton $\pm 0,56$ SD). De hoogste biomassa per getij voor de Bergeend is gelegen in deelgebied BP30 en BP10 in alle drie de momenten van bemonstering, daarnaast in juni ook in BP20, BP60 en BP140 (figuur 3.17).

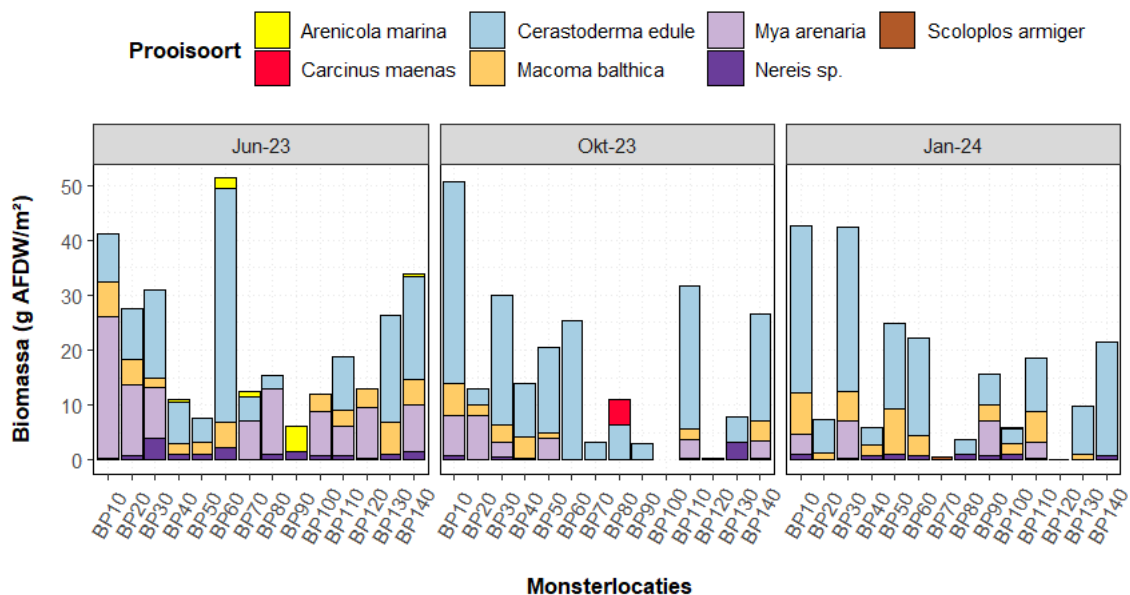


Figuur 3.17. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Bergeend per deelgebied van de Ballastplaat Zuid per periode van bemonstering in het monitoringsjaar 2023.

Scholekster

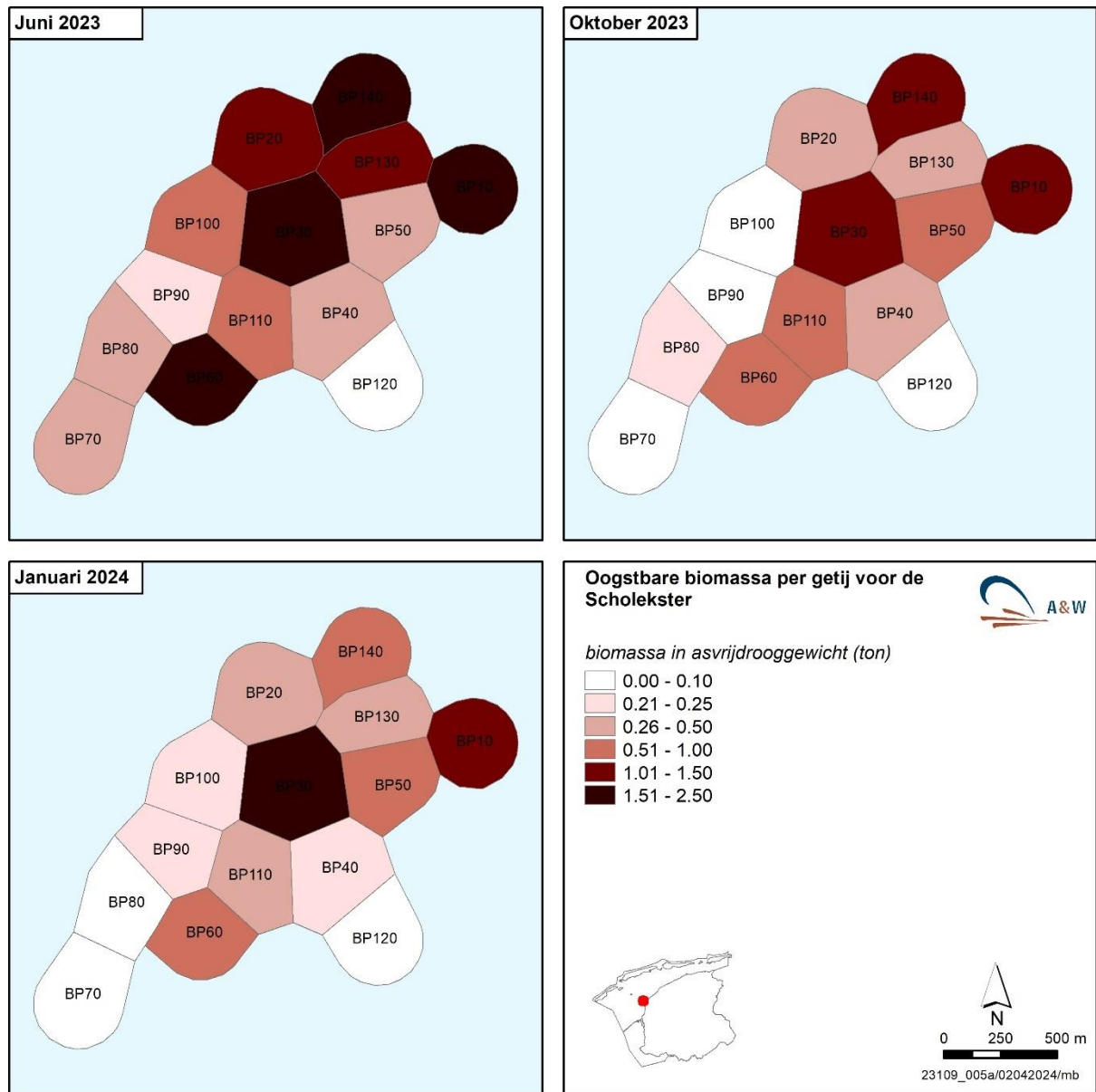
Figuur 3.18 geeft het overzicht van de biomassa per bemonsteringslocatie voor de voor de Scholekster beschikbare prooi-soorten op basis van het dieet (stapelvoedsel en aanvullende voedselbronnen maar ook sporadische voedselbronnen) en de prooigrootte (zie bijlage 1). De prooibiomassa op de Ballastplaat Zuid voor de Scholekster wordt met name bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (143 g/m² in juni, 176 g/m² in oktober, 153 g/m² in januari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Strandgaper (*M.arenaria*) (98 g/m² in juni, 29 g/m² in oktober, 20 g/m² in januari) en het Nonnetje (*M.balthica*) (41 g/m² in juni, 22 g/m² in oktober, 40 g/m² in januari). Ook de monitoringsjaren 2021 en 2022 waren de Kokkel, de Strandgaper en het Nonnetje de meest beschikbare biomassa's, gevolgd door de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (Fieten 2022, Kappers *et al.* 2023c). In totaal was in de maanden juni, oktober 2023 en januari 2024 de biomassa van Zeeduizendpoten respectievelijk 17, 6 en 8 g/m².

De beschikbare biomassa voor de Scholekster was in juni 2023 het hoogst op bemonsteringslocatie BP60 gevolgd door BP10, BP130 en BP140. In oktober 2023 was het hoogst op bemonsteringslocatie BP10 gevolgd door BP110 en BP30, BP140 en BP60. In januari 2024 was het hoogst op BP10 en BP30 (figuur 3.17). De beschikbare biomassa was in juni 2023 het laagst op bemonsteringslocatie BP110, in oktober 2023 op locaties BP90 en BP100 en in januari 2024 op BP70 en BP120 (figuur 3.18).



Figuur 3.18. Totale biomassa (in g AFDW/m²) per monsterlocatie per monstertmoment van prooi-soorten en -lengtes die deel uitmaken van het dieet van de Scholekster. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen zijn ook sporadische voedselbronnen (=C.maenas en S.armiger) weergegeven.

De hoogste prooibiomassa per getij voor de Scholekster was in de maand juni 2023 gemeten, met in totaal in het gehele gebied van Ballastplaat Zuid ruim 13,7 ton AFDW (gemiddeld 0,98 ton \pm 0,70 SD). De prooibiomassa per getij was in oktober 2023 in totaal 7,6 ton (gemiddeld 0,59 ton \pm 0,50 SD) en in januari 2024 in totaal 7,5 ton (gemiddeld 0,54 ton \pm 0,58 SD). De hoogste biomassa per getij voor de Bergeend is gelegen in deelgebied BP30 en BP10 in alle drie de momenten van bemonstering, daarnaast in oktober ook in BP140 en in juni ook in BP60, BP20 en BP130 (figuur 3.19).

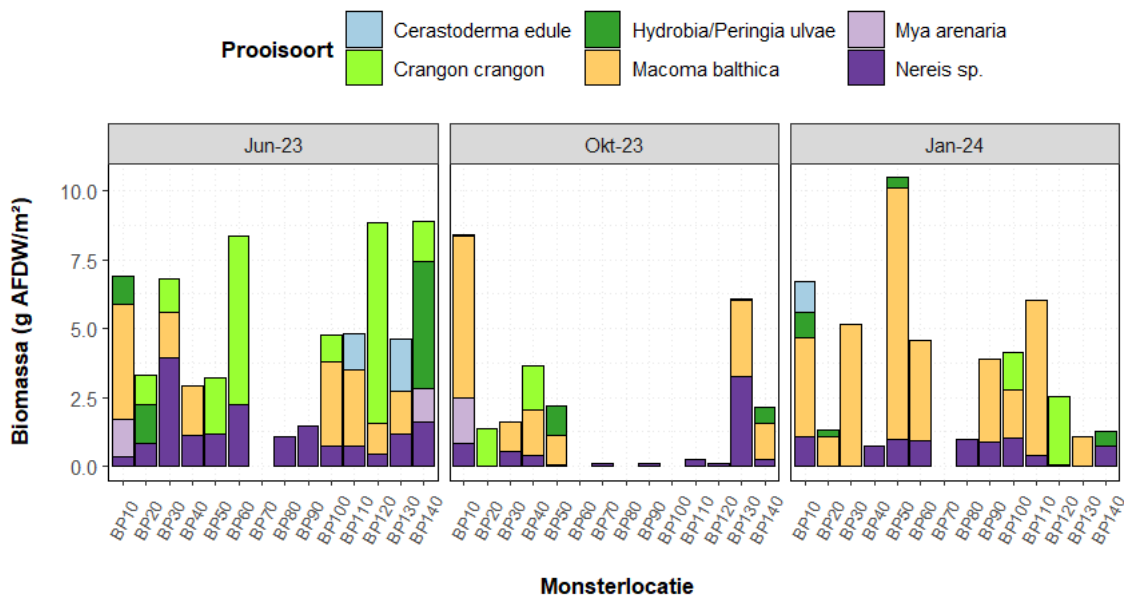


Figuur 3.19. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Scholekster per deelgebied van de Ballastplaat Zuid per periode van bemonstering in het monitoringsjaar 2023.

Kanoet

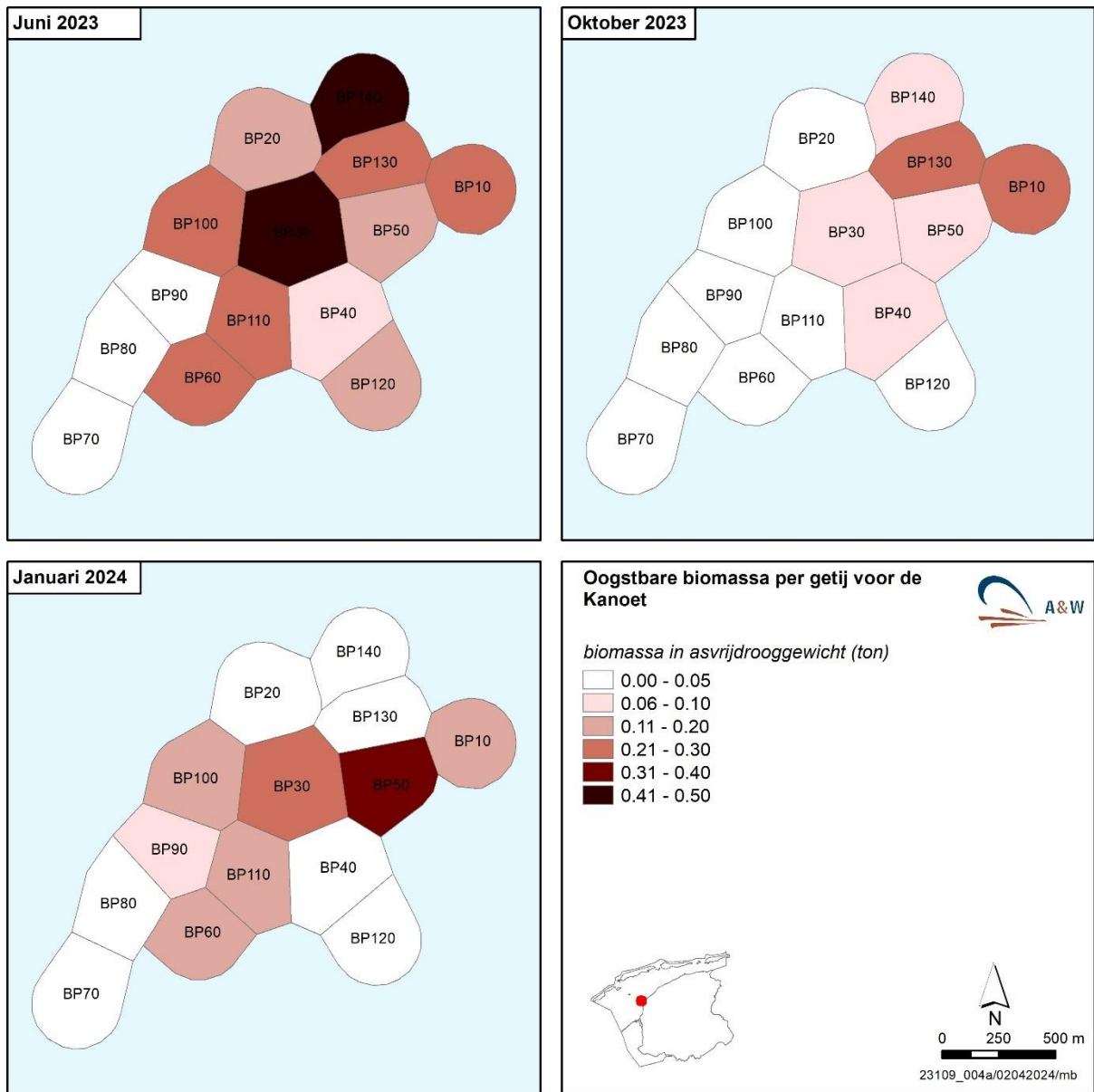
De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat Zuid voor de Kanoet wordt met name bepaald door het Nonnetje (*M.balthica*) (16 g/m² in juni, 14 g/m² in oktober, 34 g/m² in januari). Vooral op locatie BP50 werd in januari 2024 de hoogste biomassa bemonsterd van deze prooi-soort (figuur 3.20). Dat was ook het geval in de bemonstering van februari 2023 (Kappers *et al.* 2023c). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (17 g/m² in juni, 6 g/m² in oktober en 8 g/m² in januari), de Gewone garnaal (*C.crangon*) (20 g/m² in juni, 3 g/m² in oktober en 4 g/m² in januari) en het Wadslakje (*H./P.ulvae*) (7 g/m² in juni, 2 g/m² in oktober, 2 g/m² in januari). 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 het monitoringsjaar 2023 was de biomassa van deze prooi-soort alleen beschikbaar in juni op monsterlocatie BP140 (Kappers *et al.* 2023c). De Zeeduizendpoot is een sporadische voedselbron voor de Kanoet, terwijl de andere genoemde prooi-soorten stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn (bijlage 1).

De beschikbare biomassa voor de Kanoet was in juni 2023 het hoogst op bemonsteringslocaties BP120, BP140 en BP60. In oktober 2023 was dit het hoogst op bemonsteringslocatie BP10 gevolgd door BP130. In januari 2024 was de biomassa het hoogst op BP50, gevolgd door BP10 en BP110 (figuur 3.20). De beschikbare biomassa was in juni 2023 het laagst op bemonsteringslocatie BP40 en BP70, in oktober 2023 op locaties BP60 t/m BP120 en in januari 2024 op BP70 (figuur 3.20).



Figuur 3.20. Totale biomassa (in g AFDW/m²) per monsterlocatie per monstertmoment van prooi-soorten en -lengtes die deel uitmaken van het dieet van de Kanoet. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen zijn sporadische voedselbronnen (=Nereis sp.) ook weergegeven.

Per getij was in het gehele gebied voor de Kanoet in totaal ruim 2,9 ton prooibiomassa beschikbaar in juni 2023 (gemiddeld 0,22 ton \pm 0,14 SD), 0,9 in oktober 2023 (gemiddeld 0,08 ton \pm 0,09 SD) en 1,5 in januari 2024 (gemiddeld 0,12 ton \pm 0,11 SD). De hoogste beschikbare prooibiomassa per getij voor de Kanoet was gelegen in verschillende deelgebieden per maand van bemonstering: in juni 2023 op BP30 en BP140, in oktober rondom BP130 en BP10, in januari 2024 vooral op BP50 (figuur 3.21). De deelgebieden BP70 en BP80 waren in alle drie de momenten het minst geschikt om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. <0,05 ton.

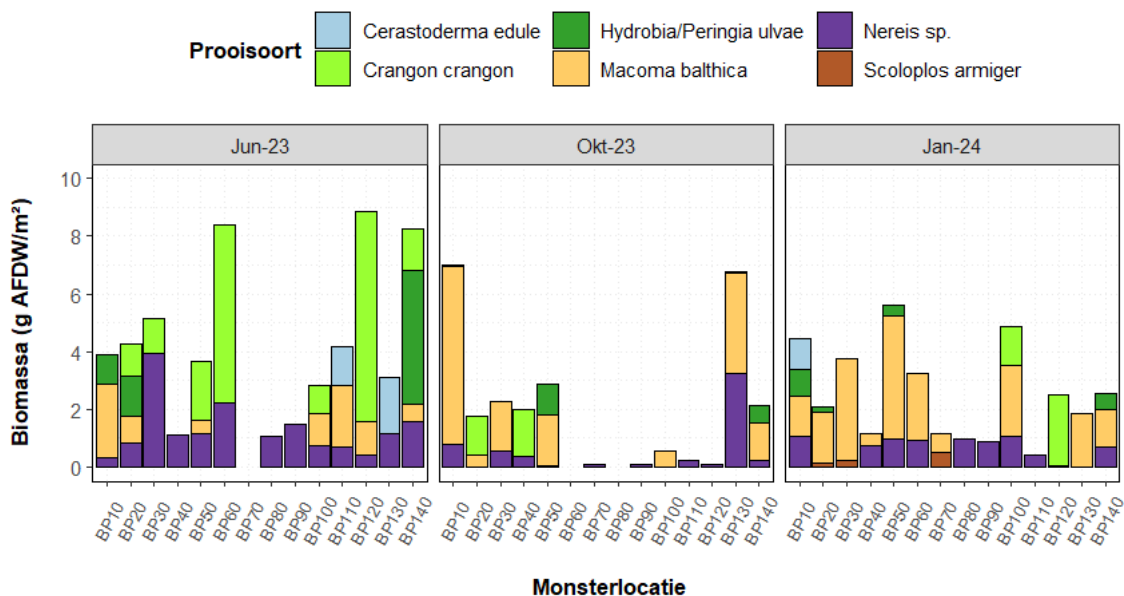


Figuur 3.21. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Kanoet per deelgebied van de Ballastplaat Zuid per periode van bemonstering in het monitoringsjaar 2023.

Bonte strandloper

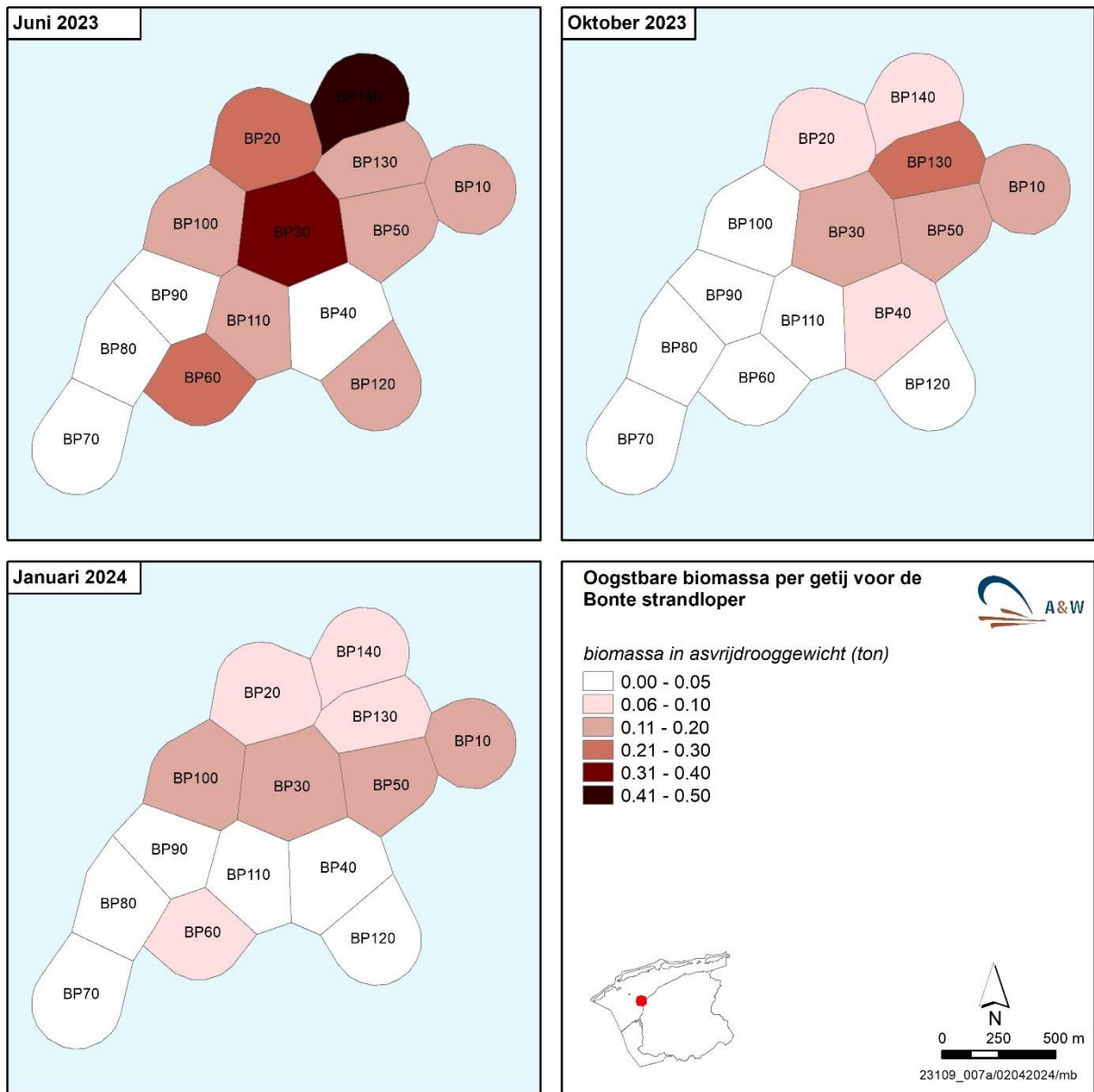
Het beeld van de beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat voor de Bonte strandloper (figuur 3.22) is heel vergelijkbaar met die van de Kanoet (figuur 3.20). De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat Zuid voor de Bonte strandloper wordt met name bepaald door het Nonnetje (*M.balthica*) (9 g/m² in juni, 15 g/m² in oktober, 20 g/m² in januari), de Gewone garnaal (*C.cragon*) (20 g/m² in juni, 3 g/m² in oktober, 4 g/m² in januari) en de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (17 g/m² in juni, 6 g/m² in oktober en 8 g/m² in januari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door het Wadslakje (*H./P.ulvae*) (7 g/m² in juni en 2 g/m² in oktober en januari). De Kokkel (*C.edule*) is een sporadische voedselbron voor de Bonte strandloper en die was alleen in juni (3 g/m²) en januari (1 g/m²) beschikbaar. De andere bovengenoemde prooi-soorten zijn stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen.

De beschikbare biomassa voor de Bonte strandloper was in juni 2023 het hoogst op bemonsteringslocaties BP120, BP60 en BP140. In oktober 2023 was de beschikbare biomassa het hoogst op bemonsteringslocaties BP10 en BP130. In januari 2024 was de biomassa ruimtelijk meer verdeeld, de locaties met een hogere biomassa waren BP100, BP10 en BP50 (figuur 3.22). De beschikbare biomassa was in juni 2023 het laagst op bemonsteringslocatie BP40 en BP70, in oktober 2023 op locaties BP60 t/m BP120 en in januari 2024 op BP110 (figuur 3.22).



Figuur 3.22. Totale biomassa (in g AFDW/m²) per monsterlocatie per monstertmoment van prooi-soorten en -lengtes die deel uitmaken van het dieet van de Bonte strandloper. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=C.edule) weergegeven.

Per getij is in het gehele gebied in totaal ruim 2,4 ton prooibiomassa in juni 2023 (gemiddeld 0,19 ton \pm 0,12 SD), 0,09 ton in oktober 2023 (gemiddeld 0,08 ton \pm 0,09 SD) en 1,1 ton in januari 2024 (gemiddeld 0,08 ton \pm 0,07 SD) voor de Bonte strandloper beschikbaar. De ruimtelijke verspreiding van de beschikbare prooibiomassa per getij voor de Bonte strandloper varieert sterk door de maanden heen (figuur 3.28). De hoogste beschikbare prooibiomassa in juni is gelegen in het noordelijke deelgebied BP140 en centraal op BP30, gevolgd door het noordelijke deelgebied BP20 en het zuidelijke deelgebied BP60. In oktober 2023 was deelgebied BP130 het meest geschikt om te foerageren, met daarnaast de centrale deelgebieden. In januari 2024 waren vooral de centralen deelgebieden meer geschikt, de andere deelgebieden hadden een zeer lage benutbare biomassa. De deelgebieden BP70 t/m BP90 waren in alle drie momenten van het jaar het minst geschikt om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. <0,05 ton (figuur 3.23).

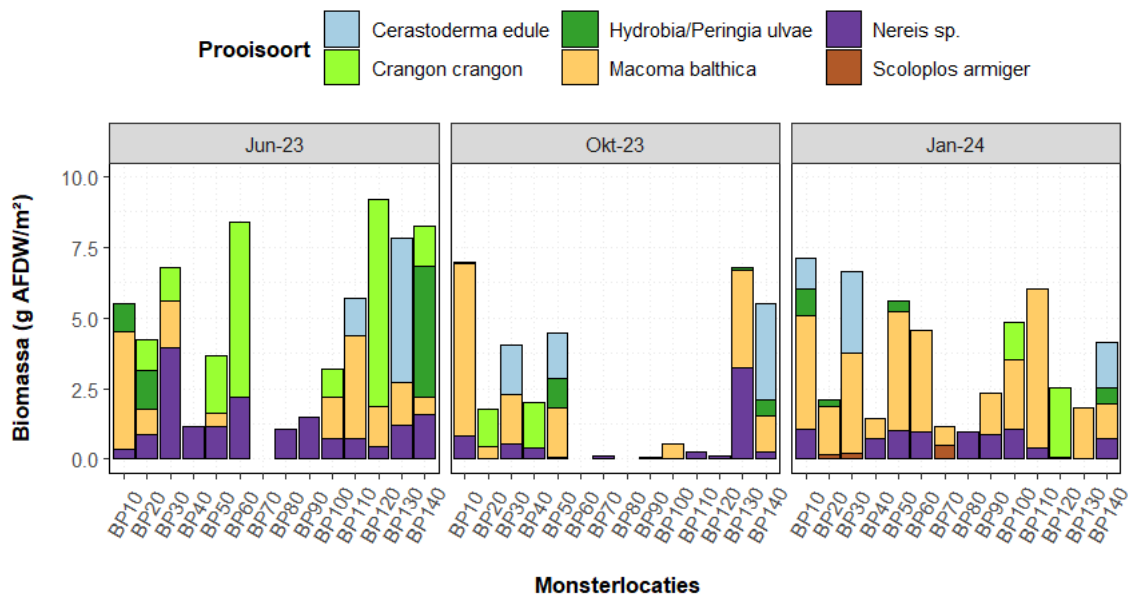


Figuur 3.23. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Bonte strandloper per deelgebied van de Ballastplaat Zuid per periode van bemonstering in het monitoringsjaar 2023.

Tureluur

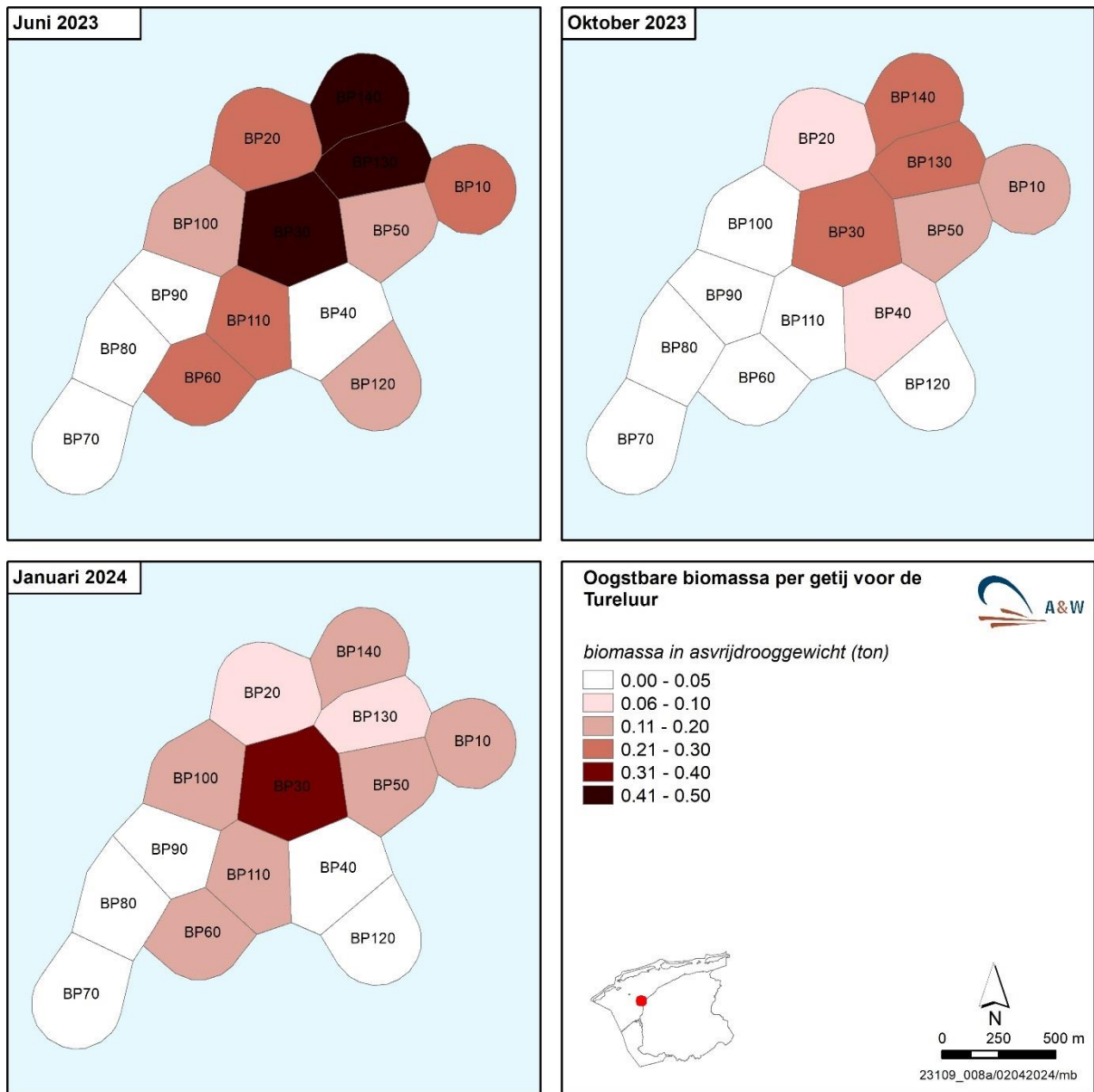
Het beeld van de beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat voor de Tureluur (figuur 3.24) is vergelijkbaar met die van de Kanoet en de Bonte strandloper (Figuren 3.20 en 3.22). In het algemeen is de beschikbare biomassa van schelpdieren wat hoger omdat de range aan prooigroottes voor de Tureluur wat breder is (zie tabel B.1.1). De beschikbare totale biomassa wordt met name bepaald door het Nonnetje (*M.balthica*) (16 g/m² in juni, 15 g/m² in oktober, 31 g/m² in januari), de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (17 g/m² in juni, 6 g/m² in oktober en 8 g/m² in januari) en de Gewone garnaal (*C.crangon*) (20 g/m² in juni, 3 g/m² in oktober, 4 g/m² in januari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door het Wadslakje (*H./P.ulvae*) (7 g/m² in juni, 2 g/m² in oktober en januari) en de Kokkel (*C.edule*) (6 g/m² in juni, 7 g/m² in oktober, 6 g/m² in januari). De Kokkel is een sporadische voedselbron voor de Tureluur, terwijl de andere bovengenoemde prooisorten zijn stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen.

De beschikbare biomassa voor de Tureluur was in juni 2023 het hoogst op locaties BP120 t/m BP140 en BP60. In oktober 2023 was de beschikbare biomassa het hoogst op bemonsteringslocaties BP10 en BP130. In januari 2024 was het ruimtelijk meer verdeeld, de locaties met een hogere biomassa waren BP10, BP30 en BP110 (figuur 3.24). De beschikbare biomassa was in juni 2023 het laagst op bemonsteringslocatie BP70, in oktober 2023 op locaties BP60 t/m BP120 en in januari 2024 op BP80, BP70 en BP40 (figuur 3.24).



Figuur 3.24. Totale biomassa (in g AFDW/m²) per monsterlocatie per monstertmoment van prooisorten en -lengtes die deel uitmaken van het dieet van de Tureluur. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=C.edule) weergegeven.

Voor de Tureluur was het ruimtelijk patroon van de beschikbare biomassa per getij niet heel wisselend tussen de maanden van het monitoringsjaar 2023, maar wel de relatieve beschikbaarheid per maand (figuur 3.28). Het deelgebied BP30 had altijd een relatief hoge prooibiomassa. In juni en oktober 2023 was daarnaast de beschikbare prooibiomassa ook hoog in deelgebieden BP134 en 140. Per getij is in het gehele gebied in totaal ruim 2,9 ton prooibiomassa in juni (gemiddeld 0,23 ton \pm 0,15 SD), 1,2 in oktober (gemiddeld 0,10 ton \pm 0,10 SD) en 1,6 in januari (gemiddeld 0,11 ton \pm 0,09 SD) voor de Tureluur beschikbaar. Ook voor deze vogelsoort zijn de deelgebieden BP70 t/m BP90 het minst geschikt om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. <0,05 ton (figuur 3.25).



Figuur 3.25. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Tureluur per deelgebied van de Ballastplaat Zuid per periode van bemonstering in het monitoringsjaar 2023.

Rosse grutto

De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat Zuid van prooi-soorten behorend bij stapelvoedsel voor de Rosse grutto wordt met name bepaald door de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (17 g/m² in juni, 6 g/m² in oktober en 8 g/m² in januari), gevolgd door de Wadpier (*A.marina*) (8,4 g/m² in juni, en ≤0,2 g/m² in oktober en januari). Verder wordt de prooibiomassa van soorten die sporadisch als voedselbron worden benut bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (145 g/m² in juni, 176 g/m² in oktober, 153 g/m² in januari) en het Nonnetje (*M.balthica*) (41 g/m² in juni, 22 g/m² in oktober, 40 g/m² in januari). De prooibiomassa van sporadische voedselbronnen wordt hierop volgend bepaald door de Gewone garnaal (*C.crangon*) (20 g/m² in juni, 3 g/m² in oktober en 4 g/m² in januari) en het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*) (7 g/m² in juni, 2 g/m² in oktober en januari).

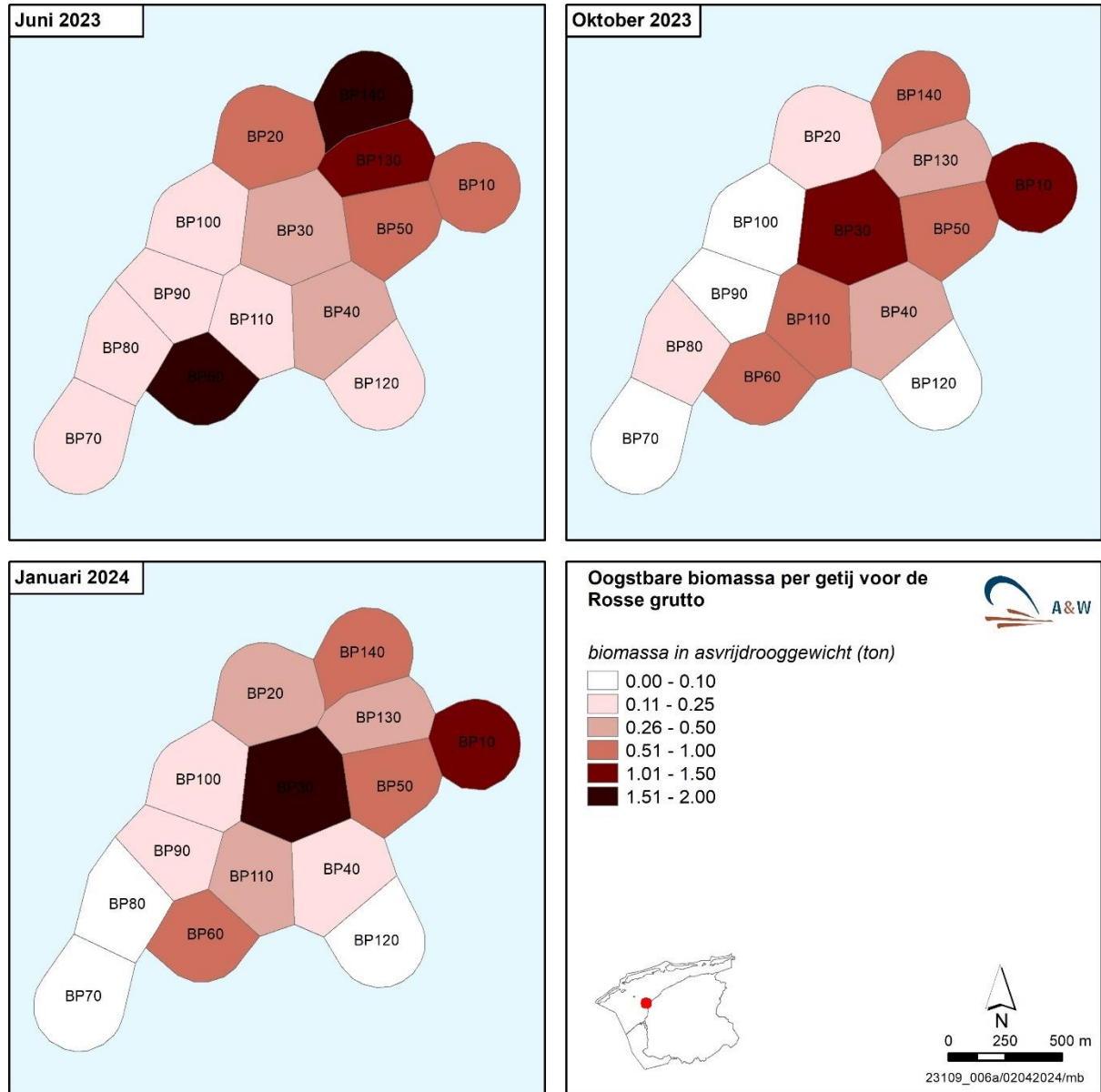
De beschikbare biomassa stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen voor de Rosse grutto was in juni het hoogst op bemonsteringslocatie BP90, in oktober op BP130 en in januari overal vrij laag (figuur 3.26, boven). De biomassa van de sporadische voedselbronnen was in juni het hoogst op bemonsteringslocatie BP60 en in oktober en januari op BP10 (figuur 3.26, onder).



Figuur 3.26. Totale biomassa (in g AFDW/m²) per monsterlocatie per monstertmoment van prooi-soorten en -lengtes die deel uitmaken van het dieet van de Rosse grutto. Boven: stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen; onder: sporadische voedselbronnen.

De ruimtelijke verspreiding van beschikbare biomassa voor de Rosse grutto in het monitoringsjaar 2023 werd grotendeels beïnvloed door de aanwezigheid van schelpdieren met hogere biomassa dan wormen, maar die geen stapelvoedsel vormen voor deze vogelsoort (alleen sporadische voedselbronnen). Alle prooi-soorten samen genomen, was per getij in het gehele gebied in totaal ruim

10,8 ton prooibiomassa in juni 2023 (gemiddeld 0,77 ton \pm 0,66 SD), 6,7 ton in oktober 2023 (gemiddeld 0,52 ton \pm 0,45 SD) en 7 ton in januari 2024 (gemiddeld 0,50 ton \pm 0,51 SD) voor de Rosse grutto beschikbaar (figuur 3.27).

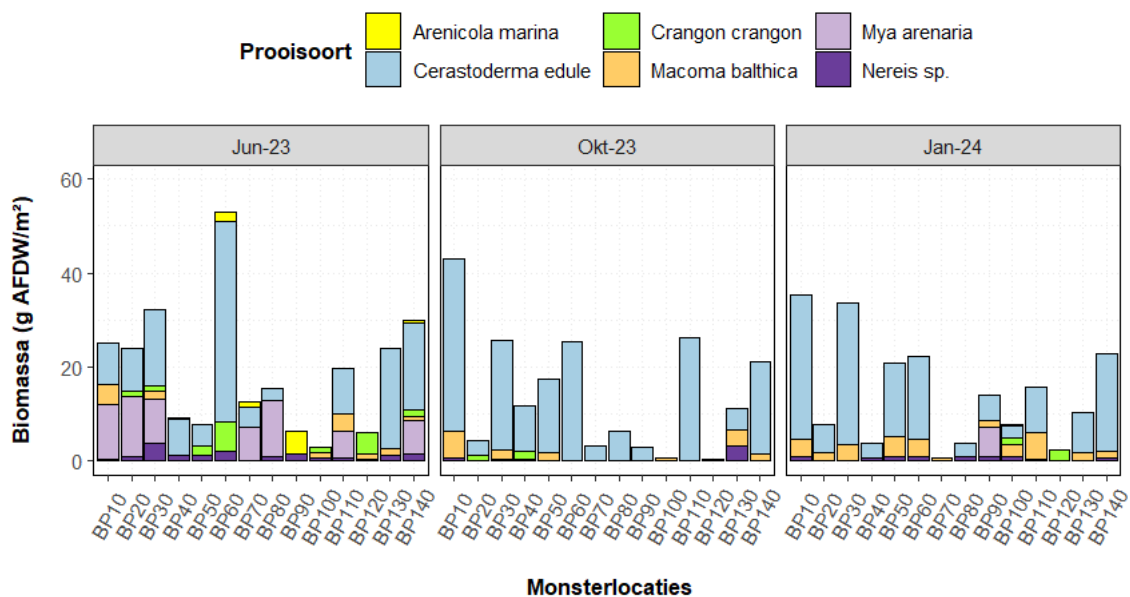


Figuur 3.27. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Rosse grutto per deelgebied van de Ballastplaat Zuid per periode van bemonstering in het monitoringsjaar 2023.

Wulp

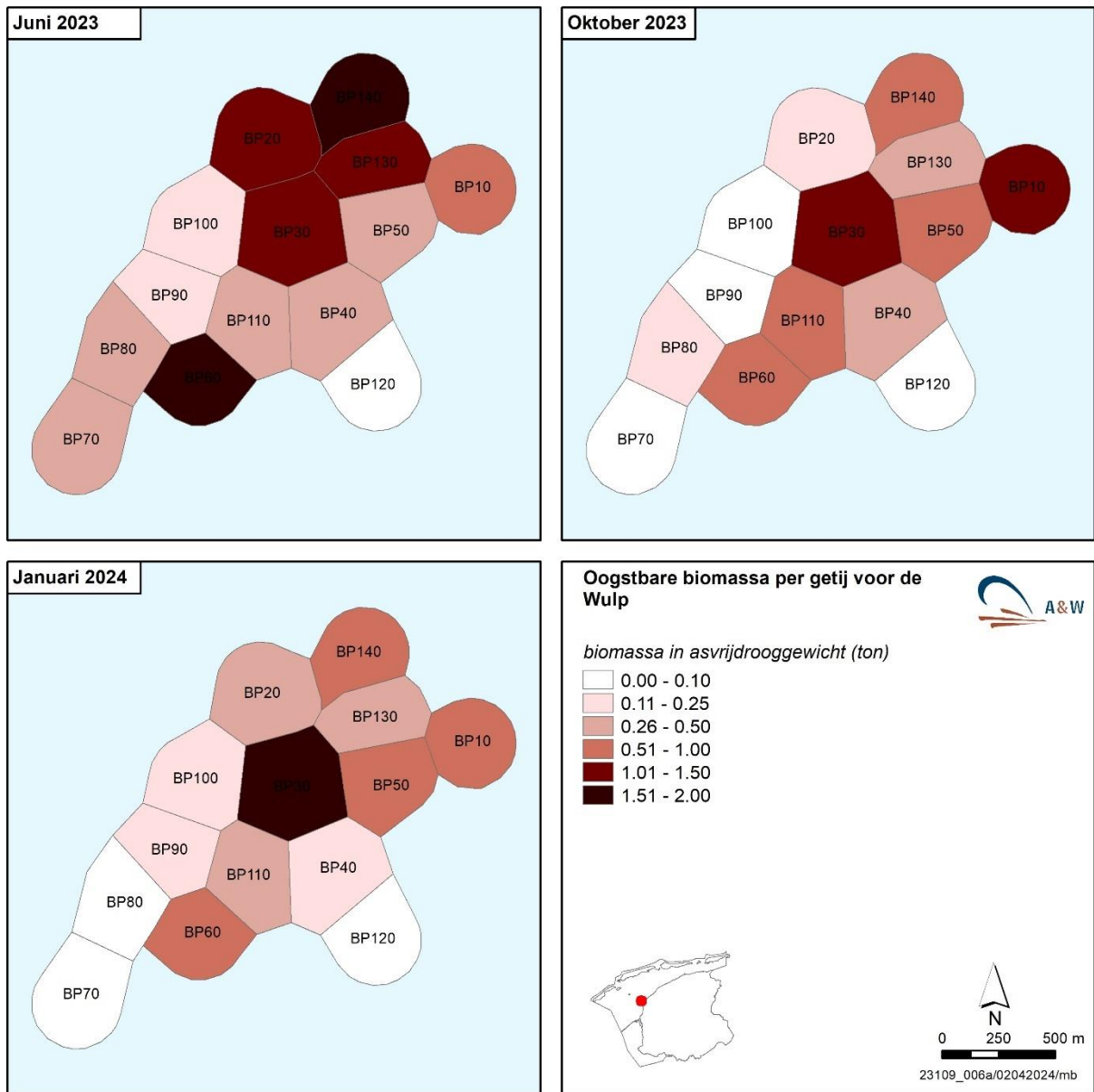
Figuur 3.28 geeft het overzicht van de biomassa per bemonsteringslocatie voor de voor de Wulp benutbare prooisorten op basis van het dieet (stapelvoedsel en aanvullende voedselbronnen maar ook sporadische voedselbronnen) en de prooigrootte (zie bijlage 1). De prooibiomassa op de Ballastplaat Zuid voor de Wulp wordt met name bepaald door de Kokkel (*C.edule*) (145 g/m² in juni, 176 g/m² in oktober, 153 g/m² in januari). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Strandgaper (*M.arenaria*) (66 g/m² in juni en 6 g/m² in januari), het Nonnetje (*M.balthica*) (14 g/m² in juni, 14 g/m² in oktober, 30 g/m² in januari) en de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (17 g/m² in juni, 6 g/m² in oktober en 8 g/m² in januari). De Kokkel, het Nonnetje en de Gewone garnaal zijn sporadische voedselbronnen voor de Wulp, terwijl de Strandgaper, de Zeeduizendpoot en de Wadpier stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen zijn (bijlage 1).

De beschikbare biomassa voor de Wulp was in juni 2023 het hoogst op bemonsteringslocatie BP60 en in oktober 2023 en januari 2024 op bemonsteringslocatie BP10 (figuur 3.28). De beschikbare biomassa was in juni 2023 het laagst op bemonsteringslocatie BP100, in oktober 2023 op locaties BP100 en BP120 en in januari 2024 op BP70 en BP120 (figuur 3.28).



Figuur 3.28. Totale biomassa (in g AFDW/m²) per monsterlocatie per monstertmoment van prooisorten en -lengtes die deel uitmaken van het dieet van de Wulp. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=C.edule, C.crangon, M.balthica) weergegeven.

De hoogste prooibiomassa per getij voor de Wulp in het monitoringsjaar 2023 was in de maand juni 2023 gemeten, met in totaal in het gehele gebied van Ballastplaat Zuid ruim 12,1 ton AFDW (gemiddeld 0,87 ton \pm 0,69 SD). De prooibiomassa per getij was in oktober 2023 in totaal 6,4 ton (gemiddeld 0,46 ton \pm 0,43 SD) en in januari 2024 in totaal 6,7 ton (gemiddeld 0,48 ton \pm 0,47 SD). De hoogste biomassa per getij voor de Wulp was gelegen in deelgebieden BP60 en BP140 met daarnaast BP20, BP30 en BP130 in juni 2023, in BP30 en BP10 in oktober 2023 en in vooral BP30 in januari 2024 (figuur 3.29). De locatie BPP120 was in alle drie de maanden het minst geschikt gebied om te foerageren voor de Wulp, met een prooibiomassa per getij van ca. <0,1 ton.

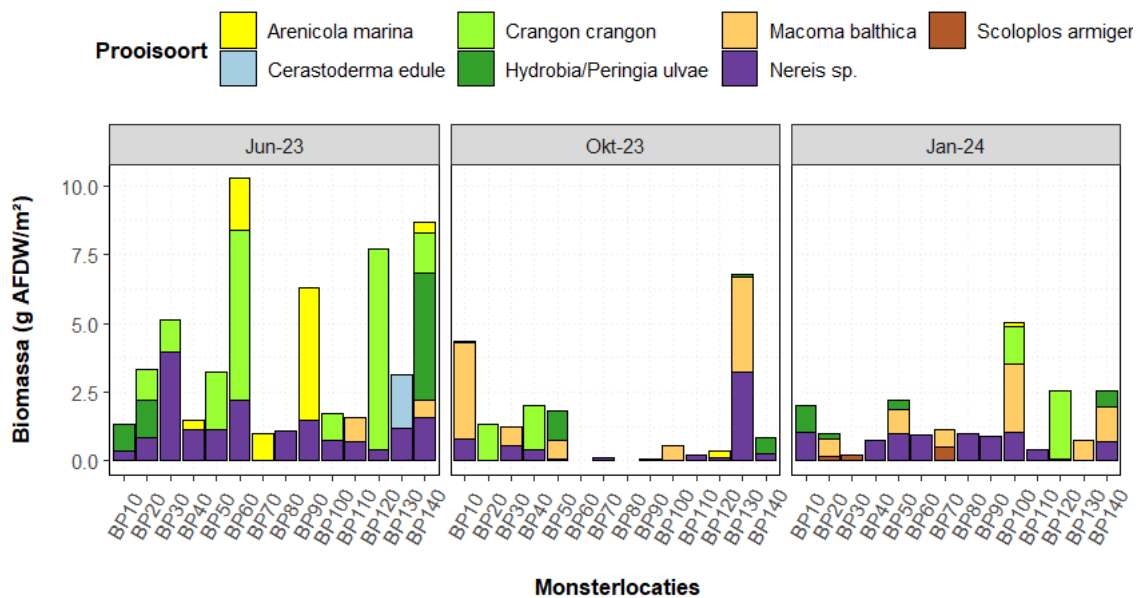


Figuur 3.29. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Wulp per deelgebied van de Ballastplaat Zuid per periode van bemonstering in het monitoringsjaar 2023.

Zilverplevier

De beschikbare totale biomassa op de Ballastplaat Zuid voor de Zilverplevier in het monitoringsjaar 2023 werd met name bepaald door de Zeeduizendpoot (*Nereis sp.*) (17 g/m² in juni, 6 g/m² in oktober en 8 g/m² in januari), de Gewone garnaal (*C.crangon*) (20 g/m² in juni, 3 g/m² in oktober, 4 g/m² in januari) en het Nonnetje (*M.balthica*) (9 g/m² in juni, 15 g/m² in oktober, 20 g/m² in januari). De prooibiomassa werd hierop volgend bepaald door het Wadslakje (*H./P.ulvae*) (7 g/m² in juni en 2 g/m² in oktober en januari) en in de zomer de Wadpier (*A.marina*) (8,4 g/m² in juni, en ≤0,2 g/m² in oktober en januari). De Kokkel, het Nonnetje en de Wadpier zijn sporadische voedselbronnen voor de Zilverplevier, terwijl de andere bovengenoemde prooi-soorten stapelvoedsel en aanvullend voedselbronnen zijn (bijlage 1).

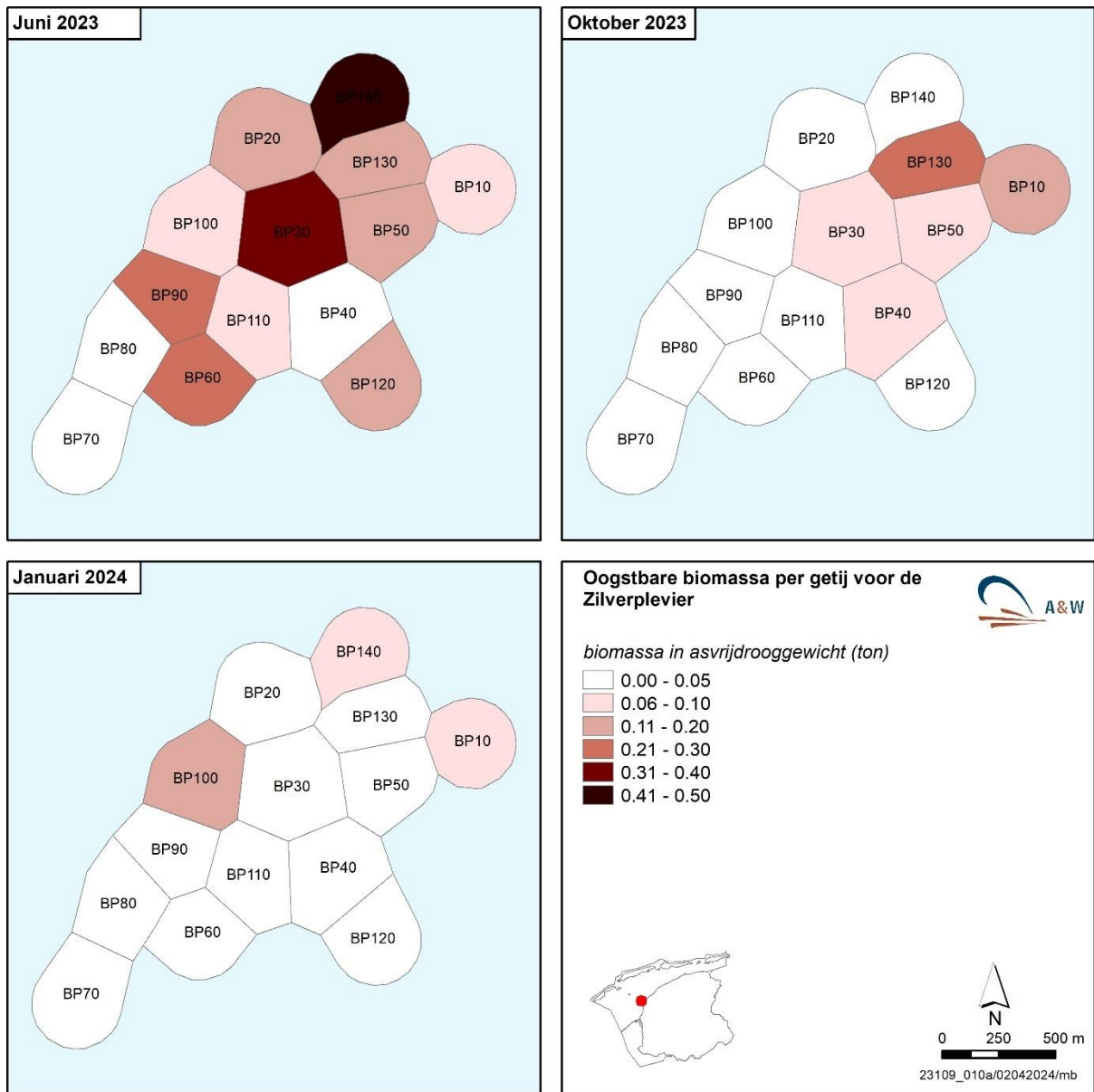
De beschikbare biomassa voor de Zilverplevier was in juni 2023 het hoogst op bemonsteringslocaties BP60, BP140 en BP120. In oktober 2023 was de beschikbare biomassa het hoogst op bemonsteringslocaties BP130 en BP10. In januari 2024 was de beschikbare biomassa het hoogst op bemonsteringslocatie BP100 (figuur 3.30).



Figuur 3.30. Totale biomassa (in g AFDW/m²) per monsterlocatie per monstertmoment van prooi-soorten en -lengtes die deel uitmaken van het dieet van de Zilverplevier. Naast stapelvoedsel en aanvullend voedsel zijn ook sporadische voedselbronnen (=C.edule, M.balthica, A.marina) weergegeven.

Per getij was in het gehele gebied voor de Zilverplevier in totaal ruim 2,3 ton prooibiomassa beschikbaar in juni 2023 (gemiddeld 0,17 ton ±0,14 SD), 0,7 in oktober 2023 (gemiddeld 0,06 ton ±0,08 SD) en 0,6 in januari 2024 (gemiddeld 0,04 ton ±0,04 SD).

De ruimtelijke verspreiding van de beschikbare prooibiomassa per getij voor de Zilverplevier varieert sterk door de maanden heen (figuur 3.30). De hoogste beschikbare prooibiomassa in juni 2023 was gelegen in het noordelijke deelgebied BP140 en centraal op BP30, gevolgd door de zuidelijke deelgebieden BP60 en BP90. In oktober 2023 was deelgebied BP130 het meest geschikt om te foerageren, met daaropvolgend BP10. In januari 2024 was vooral het deelgebied BP100 het meest geschikt, de andere deelgebieden hadden een zeer lage benutbare biomassa (figuur 3.31).



Figuur 3.31. Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Zilverplevier per deelgebied van de Ballastplaat Zuid per periode van bemonstering in het monitoringsjaar 2023.

4. Discussie en conclusies

Het doel van dit onderzoek was om inzicht te verkrijgen in de draagkracht van de Ballastplaat voor de Bergeend, Scholekster, Kanoet, Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur, Wulp en Zilverplevier 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 Zuid, in de vorm van benthos, bemonsterd in het monitoringsjaar 2023 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 Zuid. 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 2024.

Voedselbeschikbaarheid voor de vogeldoelsoorten.

Het grootste deel van de potentiële prooibiomassa (in asvrijdrooggewicht berekend) op de spijkerlocaties van de Ballastplaat Zuid, bestond op alle drie de momenten van bemonstering uit Kokkels met daaropvolgend de Strandgaper en het Nonnetje. Het gebied van de monsterlocaties is een variabel gebied; zo varieerde de droogvalduur van de meetlocaties in het monitoringsjaar 2023 tussen de 4,1-44,5% en het slibgehalte tussen de 11,25-24,45%. 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, Folmer *et al.* 2017). Uit de resultaten van dit onderzoek bleek dat hogere biomassa's benthos zich voornamelijk bevonden op de locaties met een optimum droogvalduur tussen de 15-35% in het najaar en in de winter en tussen de 25%-45% in de zomer. Hogere biomassa's benthos bevonden zich ook op locaties met een range aan slibgehalte van ca. 17-19% in de zomer. In de andere twee momenten van bemonstering was het patroon meer fluctuerend. Daarnaast was er een uitschieter met een hoge biomassa bij een slibgehalte van 24-25%.

Op basis van de selectie van prooisoorten en foerageerbare grootteklassen is berekend dat de monsterlocaties van de Ballastplaat Zuid in potentie ca. 230-330 gram AFDW/m² aan prooibiomassa voor de Bergeend herbergde. De hoogste biomassa is gevonden in oktober en januari op monsterlocatie BP10 en in juni op BP60. De Kokkel vormt hierbij de dominante prooisoort. Hetzelfde beeld was in monitoringsjaar 2022 ook te zien (Kappers *et al.* 2023c). In december 2021 werd de biomassa voor de Bergeend het meest bepaald door de Slijkgarnaal (*Corophium sp.*) en het Wadslakje (*Hydrobia/Peringia ulvae*) (Fieten 2022). Ook voor de Scholekster is een heel vergelijkbaar beeld te zien voor het monitoringsjaar 2023. Voor de Kanoet is tussen 25 en 66 gram AFDW/m² aan prooidieren aanwezig door de tijd heen, waarbij het grootste aandeel werd bepaald door het Nonnetje in januari 2024. Voor allebei de Bonte strandloper en de Tureluur vormden het Nonnetje en de Zeeduizendpoot de dominante prooisoorten in alle drie de bemonsterings-momenten, met daarnaast de Gewone garnaal als dominante prooisoort vooral in juni. Voor de Rosse grutto kwam de meeste biomassa uit sporadische voedselbronnen (=schelpdieren). De beschikbare biomassa's over de Ballastplaat Zuid voor de Wulp werd met name door de Kokkel bepaald.

De doorrekening van de aanwezige prooibiomassa met de gemiddelde droogvalduur per deelgebied per periodes van bemonstering heeft geresulteerd in een gemiddelde oogstbare biomassa AFDW per getij op de Ballastplaat Zuid die voor alle vogelsoorten het hoogst was in juni (tabel 4.1).

Tabel 4.1. Gemiddelde oogstbare biomassa \pm standaarddeviatie (ton AFDW per getij) op de Ballastplaat Zuid in het monitoringsjaar 2023 voor acht vogelsoorten.

Bemonstering	Bergeend	Scholekster	Kanoet	Bonte strandloper	Tureluur	Rosse grutto	Wulp	Zilverplevier
Jun 2023	1,01 \pm 0,76	0,98 \pm 0,70	0,22 \pm 0,14	0,19 \pm 0,12	0,23 \pm 0,15	0,77 \pm 0,66	0,87 \pm 0,69	0,17 \pm 0,14
Okt 2023	0,57 \pm 0,52	0,59 \pm 0,50	0,08 \pm 0,09	0,08 \pm 0,09	0,10 \pm 0,10	0,52 \pm 0,45	0,46 \pm 0,43	0,06 \pm 0,08
Jan 2024	0,56 \pm 0,59	0,54 \pm 0,58	0,12 \pm 0,11	0,08 \pm 0,07	0,11 \pm 0,87	0,50 \pm 0,51	0,48 \pm 0,47	0,04 \pm 0,04

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 benthosoorten 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. Dit is een praktische overweging om tijd en kosten te besparen. 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 voor een mogelijke overschatting zou kunnen zorgen.

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 waardes 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 jaar 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 zijn bekende proxies van het WadMap model (Rappoldt *et al.* 2019) gebruikt en daarmee is een eerste inschatting gemaakt van het beschikbare voedsel per getij op de Ballastplaat Zuid voor de Bergeend, Scholekster, Kanoet, Bonte strandloper, Rosse grutto, Tureluur, Wulp en Zilverplevier. In de huidige analyse werd de berekening van de droogvalduur aangescherpt waar, in plaats van het gebruiken van gemiddelde waardes per jaar zoals in Kappers *et al.* (2023), er rekening werd gehouden met de hoogtes van de locaties op de datum van de bemonstering en de waterstanden in de periodes van 6 weken voor en na de datum van bemonstering, om accuratere uitkomsten per seizoen te hebben.

Eén van de belangrijke stappen voor het model is de berekening van de opnamesnelheid van prooisorten 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. In de huidige analyse is dit onderdeel van de berekening nog buiten beschouwing gelaten. Om de draagkracht van de Ballastplaat Zuid in de toekomst nauwkeuriger te kunnen bepalen, zal voor de toekomstige bemonstering uitgezocht worden hoe de analyse nog 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 Zuid is heel belangrijk omdat deze soorten een voedselbron vormen voor verschillende vogels;
- Bepaalde deelgebieden van de Ballastplaat zijn rijker aan biomassa dan andere. De zuidwestelijke locaties waren in het monitoringsjaar 2023 minder rijk.
- Er bestaat een optimum in droogvalduur tussen de 15-35% in de herfst en winter en tussen de 25-45% in de zomer waar meer biomassa aanwezig is;
- Er bestaan fluctuaties van biomassa bij slibconcentraties. In de zomer was de biomassa hoger bij slibconcentraties tussen 17-19%. Meetpunt BP10, met een slibgehalte van 24-25%, had in alle drie de maanden hoge biomassa;
- Locatie BP60 is een relatief diep punt met een hoger slibgehalte. 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 zomer 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 15-35% (Zuidoost richting Noordoost, centraal en Noordwest, punten BP10 t/m BP60 en BP110, BP130, BP140). 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 veel van de vogels;

De drie bemonsteringsmomenten van het monitoringsjaar 2023 laten zien dat er een seizoenspatroon met variatie is voor benthos/voedsel voor vogels, waarbij de biomassa het hoogste was in juni. Dat lijkt een verschillend beeld te zijn ten opzichte van het monitoringsjaar 2022, waar de biomassa het hoogst was in oktober (Kappers *et al.* 2023c). Een lange termijn monitoring zal 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. In de vervolgmonitoring van 2024 zal de methodologie van de bemonsteringen voortgezet worden voor in de maanden juni, september en december.

De metingen geven een goed inzicht in de huidige voedselbeschikbaarheid voor vogels op de zuidelijke Ballastplaat. De resultaten zetten een goede basis voort om de komende jaren te blijven 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;
- 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.
- De afgelopen jaren zijn veldwaarnemingen gedaan over de verspreiding van vogels op de platen in de Waddenzee en over foeragerende vogels op het wad van de Ballastplaat Zuid (Kersten *et al.* 2021). Om te begrijpen of het voor vogels loont om naar de Ballastplaat Zuid te gaan, zou gekeken kunnen worden naar de aantallen foeragerende vogels die geteld worden als ze van en naar Ballastplaat Zuid migreren, in samenhang met voedselbeschikbaarheid, de sedimentsamenstelling en de sedimentatie/erosie.
- Veranderingen in de aantallen vogels kunnen duiden op veranderingen in de geschiktheid van de Ballastplaat Zuid, al kunnen veranderingen op HVP's ook meespelen, of dat gebieden elders rijker zijn geworden, terwijl Ballastplaat Zuid niet per se veranderd is.

5. Literatuur

- Beukema, J.J. & Dekker, R. (2020). Half a century of monitoring macrobenthic animals on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 656, 1–18.
- Blomert, A. M. (2002). De samenhang tussen bodemgesteldheid, droogligtijd en foerageerdichtheid van vogels binnen de intergetijdenzone. A&W rapport 330: 1-33 + appendices.
- Caldow, R. W., Stillman, R. A., Durell, S. E. L. V. D., West, A. D., McGrorty, S., Goss-Custard, J. D., ... & Humphreys, J. (2007). Benefits to shorebirds from invasion of a non-native shellfish. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1616), 1449-1455.
- 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, S., Holthuijsen, S., Koolhaas, A., & Piersma, T. (2013). Het belang van de Ballastplaat voor wadvogels in de Westelijke Waddenzee. NIOZ-rapport, 8.
- 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.
- Faasse, M., Ligthart M., (2008). De exotische tapijtschelp *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) vestigt zich in Nederland. *Het Zeepaard*, 68(6), 175-179.
- 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., Dekinga, A., Holthuijsen, S., Meer, J.d., Mosk, D., Piersma, T. & Veer, H. (2017). Species Distribution Models of Intertidal Benthos - Tools for Assessing the Impact of Physical and Morphological Drivers on Benthos and Birds in the Wadden Sea. Tech. Rep. 2017-3, NIOZ, Texel.
- 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.
- Gaspar, M. B., Santos, M. N., & Vasconcelos, P. (2001). Weight-length relationships of 25 bivalve species (Mollusca: Bivalvia) from the Algarve coast (southern Portugal). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81(5), 805-807.
- Hasegawa, N., & Higano, J. (2010). Allometric equations between the shell length and the weight of the Asari clam *Ruditapes philippinarum* in Ise Bay. *Aquaculture Science*, 58(1), 155-158.
- Hulscher J.B. (1996). Food and feeding behaviour. In: J.D. Goss-Custard (ed.) *The Oystercatcher: from individuals to populations*: 7-29. Oxford University Press, Oxford.
- Kappers E.F., Krol, J., Olivierse, M., Snoek, R. (2023a). Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2022. A&W-rapport 21-010. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

- Kappers E.F., Versloot, F., Snoek, R. (2023b). Sedimentsamenstelling Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2022. A&W-rapport 21-009. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Kappers, E.F, Versloot, F., van der Zee, E. (2023c). Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels. Benthosbemonstering 2022. A&W-rapport 22-003, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- 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 2024. EcoCurves rapport 31, EcoCurves BV, Haren. 43 p.
- 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.
- 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.
- Kraan C., Piersma T., Dekinga A. & Fey B. (2006). Bergeenden vinden Slijkgarnaaltjes en rust op nieuwe ruiplaats bij Harlingen. *Limosa*, 79, 19-24.
- Krol J., Saathof, L., Lodewijks, J.G., Kappers, E.F., Marijt, M.A.T., (2024). Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2023. A&W-rapport 21-010#3. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden..
- Leopold, M. F., Smit, C. J., Goedhart, P. W., Van Roomen, M. W. J., Van Winden, A. J., & Van Turnhout, C. (2004). Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze; eindverslag EVA II (evaluatie schelpdiervisserij tweede fase) deelproject C2 (No. 2004/07). Alterra.
- Marijt, M.A.T. & Kappers, E.F. (2024). Sedimentsamenstelling studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2023. A&W-rapport 21-009#3. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Posit team (2023). RStudio: Integrated Development Environment for R. Posit Software, PBC, Boston, MA. URL <http://www.posit.co/>.
- Rappoldt, C., B.J. Ens en H. Schekkerman, (2019). Wadvogel habitat model Wadmap; Technische documentatie; EcoCurves rapport 30, EcoCurves, Haren. 112 blz.
- Troost, K., Van Asch, M., Brummelhuis, E., Van den Ende, D., Van Es, Y., Perdon, K. J., ... & Van Zwol, J. (2021). Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020 (No. 21.001). Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO).
- Troost, K., van Asch, M., Cornelisse, S., Glorius, S., van den Ende, D., van Es, Y., Keur, M., Perdon, K. J., van der Pool, J., Suykerbuyk, W., van Zweeden, C., & van Zwol, J. (2023). Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2022. (CVO rapport; No. 23.009). Centrum voor Visserijonderzoek (CVO). <https://doi.org/10.18174/588755>
- van der Zee, E., Krol, J., Fieten, N., Snoek, R. (2021) Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2021. A&W-rapport 21-010. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- van der Zee, E., Fieten, N., Snoek, R. (2020). Sedimentsamenstelling Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2020. A&W-rapport 2525.20. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- van der Zee, E., Snoek, R., Olivierse, M., Perk, L. (2018). Sedimentsamenstelling Ballastplaat. Jaarrapport 2018. A&W-rapport 2525. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- van Donk, S., Leopold, M., van den Ende, D., Keur, M., & Asjes, A. (2023). De Filipijnse tapijtscelp als mogelijke voedselbron voor vogels in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer (No. C004/23). Wageningen Marine Research.

- Zwarts (1988). De bodemfauna van de Fries-Groningse waddenkust. Flevovericht 294, Lelystad: 195 p.
- 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. & 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. (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 2 Benthosdichtheid en biomassa AFDW Ballastplaat

Tabel B2.1. Totale dichtheid (aantal per m²) en biomassa (g AFDW/m²) van benthossoorten over alle 14 bemonsterde locaties van de Ballastplaat Zuid tijdens de bemonsteringen in juni en oktober 2023 en januari 2024.

Type	NL naam	Soort	Dichtheid (N/m ²)			Biomassa (g AFDW/m ²)		
			Jun	Okt	Jan	Jun	Okt	Jan
Schelpdier	Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	2843,6	2843,6	2758,7	145,2	176,1	153,2
	Zwaardschede	<i>Ensis sp.</i>	42,4	0	0	-	0	0
	Wadslakje	<i>Hydrobia/Peringia ulvae</i>	721,5	382,0	551,7	7,0	1,8	2,1
	Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	1740,1	1188,4	1697,6	46,4	31,3	47,2
	Grote strandschelp	<i>Macra corallina</i>	0	0	42,4	0	0	-
	Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	763,9	339,5	339,5	98,2	28,7	20,4
	Stevige strandschelp	<i>Spisula solida</i>	42,4	0	0	-	0	0
	Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	42,4	0	0	2,0	0	0
	Filipijnse tapijtschelp	<i>Venerupis philippinarum</i>	0	42,4	84,9	0	2,8	6,0
Kreeftachtige	Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	0	42,4	0	0	4,6	0
	Gewone garnaal	<i>Crangon crangon</i>	763,9	84,9	84,9	20,2	2,9	3,8
Worm	Wadpier	<i>Arenicola marina</i>	1145,9	42,4	42,4	8,4	0,2	0,1
	Borstelworm worm	<i>Glycera sp.</i>	42,4	0	0	-	0	0
	Rode draadworm/Slangpier	<i>Heteromastus/Capitella</i>	5644,7	4371,4	3904,6	-	-	-
	Gewone groenworm	<i>Marenzelleria viridis</i>	127,3	0	127,3	-	0	-
	Veelkleurige zeeduizendpoot	<i>Nereis sp.</i>	2079,6	891,3	848,8	16,8	5,8	7,8
	Zandpijp	<i>Pygospio elegans</i>	212,2	212,2	42,4	-	-	-
	Wapenworm	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	169,8	0	0	0,9



Adres Feanwâlden

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl

Adres Amsterdam

Gebouw Matrix II,
Science Park 400/K1.05 t/m 1.07
1098 XH Amsterdam