

Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels

Analyse pilot benthosbemonstering 2021

A&W-rapport 22-003



in opdracht van



ESCO
european salt company
Frisia Zout B.V.

Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels

Analyse pilot benthosbemonstering 2021

A&W-rapport 22-003

N. Fieten

Foto Voorplaat

Ballastplaat, Nina Fieten

N. Fieten 2022

Draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels. Analyse pilot benthosbemonstering 2021.

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

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

www.altwym.nl

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

Projectnummer

22-003

Projectleider

N. Fieten

Status

Eindrapport

Autorisatie

Goedgekeurd

Paraaf

R. de Jong

Datum

16 mei 2022

**Kwaliteitscontrole**

E. van der Zee

Paraaf

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding en achtergrond	1
1.2	Doel en vraagstelling	2
2	Methode	3
2.1	Bemonsteringslocaties en planning	3
2.2	Benthosbemonstering	5
2.3	Dieet en prooi-soort selectie	6
2.4	Dataverwerking en analyse	6
3	Resultaten	10
3.1	Ruimtelijke kenmerken Ballastplaat	10
3.2	Benthosdichtheid, biomassa en samenstelling	12
3.3	Prooibiomassa per vogelsoort	14
3.4	Beschikbare prooibiomassa per getij	16
3.5	Voedselbeschikbaarheid schelpdieren t.o.v. bestaande monitoringsprogramma's	20
4	Discussie en vervolg	21
5	Literatuur	25
	<i>Bijlage 1 Huidige benthosbemonsteringspunten t.o.v. monitoringsprogramma's Waddenzee</i>	<i>27</i>
	<i>Bijlage 2 Overzicht dieet Scholekster, Kanoet, Bergeend</i>	<i>28</i>
	<i>Bijlage 3 Benthosdichtheid en biomassa AFDW Ballastplaat</i>	<i>29</i>
	<i>Bijlage 4 Ruimtelijke verspreiding prooidichtheid en -biomassa</i>	<i>31</i>

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en achtergrond

Frisia Zout B.V. (dochteronderneming van European Salt Company) te Harlingen heeft een vergunning Wet natuurbescherming verkregen voor de winning van zout diep onder de Waddenzee. Vanaf de productielocatie van Frisia Zout B.V. in Harlingen zal worden geboord naar 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 tevens 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 Slijkarnalen (*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' 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.

De focussoorten voor het monitoringsprogramma zijn Scholekster, Bonte Strandloper, Kanoet, Rosse Grutto, Wulp en Tureluur. De keuze voor deze soorten is gebaseerd op de aantallen, verbinding met hoogwatervluchtplaatsen (HVP's) en locatiespecifieke trends (Bijeenkomst Groene Wetenschap 2021). In mei 2021 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 sample 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 de eerste pilotfase in de winter van 2021 uitgewerkt. Voor de toekomstige monitoring wordt verder onderzocht of gegevens geïntegreerd kunnen worden (bodemhoogte, benthos, waterstanden, sedimentsamenstelling) 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 is gefocust op de draagkracht voor de Scholekster, Kanoet en Bergeend (zie paragraaf 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 het gemiddelde beschikbare voedsel per getij voor iedere doelsoort?*
- *Is er een ruimtelijke relatie tussen de verspreiding van benthos en de sedimentsamenstelling?*
- *Hoe verhouden de bemonsterde schelpdierbiomassa's (en het hieruit volgende beschikbare voedsel) zich met de langjarige schelpdierbiomassa's bemonsterd door bestaande monitoringsprogramma's het invloedgebied?*

2 Methode

2.1 Bemonsteringslocaties en planning

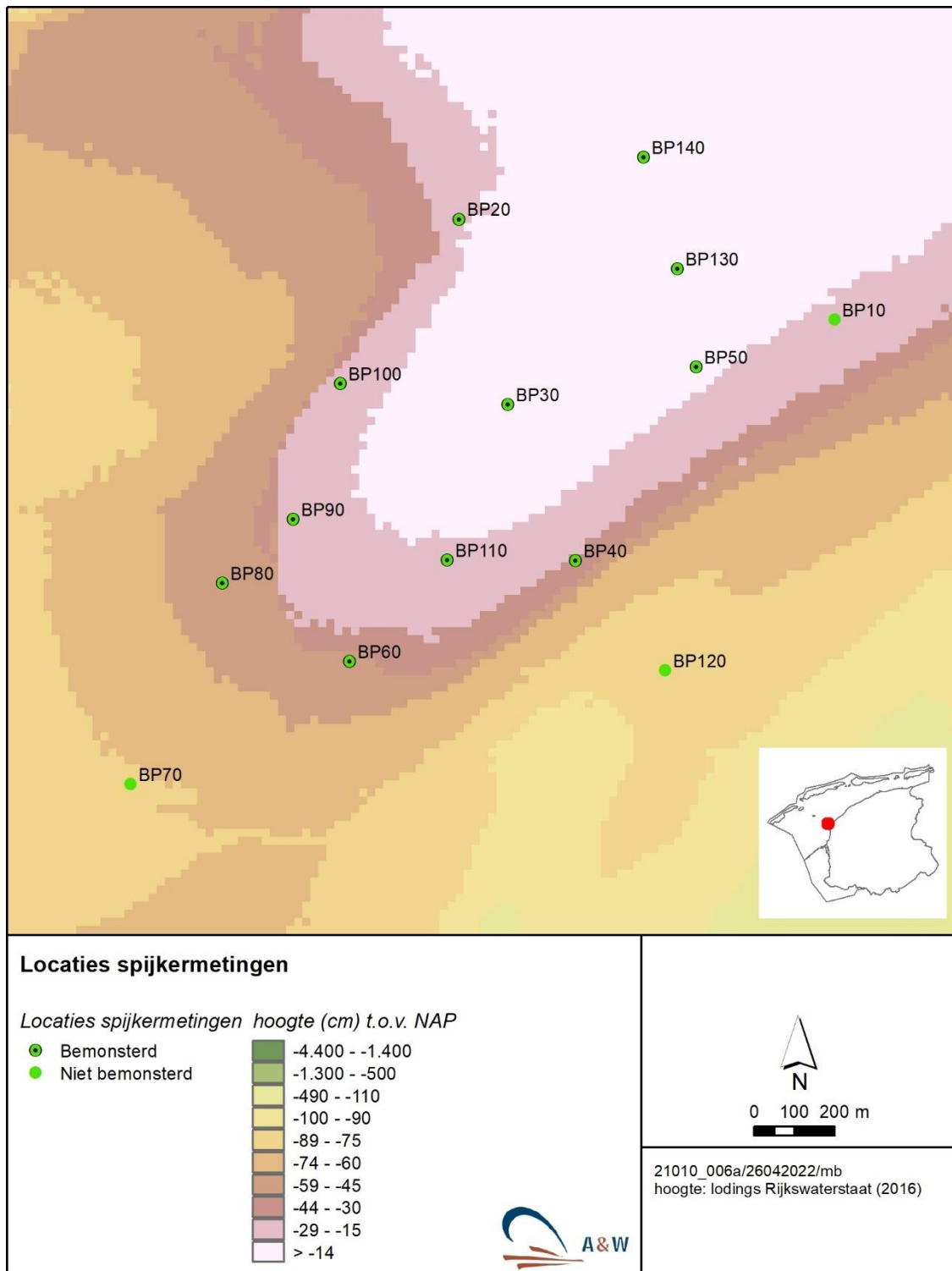
In het najaar van 2021 zijn twee pilotbemonsteringen uitgevoerd, gelijktijdig met de spijkermetingen, om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor uitvoer van de benthosbemonstering met betrekking tot opbrengst en efficiëntie. Het doel is om per jaar drie benthosbemonsteringen uit te voeren: in juni, september en december. 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).

Tabel 2-1 geeft een overzicht van de datum, bemonsterde spijkermetinglocaties en de doelsoorten voor de twee pilotbemonsteringen en geeft een doorkijk voor de geplande bemonsteringsrondes in 2022. Figuur 2-1 geeft een overzicht van de bemonsterde spijkerlocaties van de decemberpilot ten opzichte van de hoogteligging van Ballastplaat.

Tijdens de pilot in september is specifiek gericht is op de metingen van schelpdieren binnen de monsters. In totaal zijn bij de septemberpilot 8 van de 14 spijkerlocaties bemonsterd. Deze bemonstering zal gebruikt worden ter vergelijking van de schelpdierdichtheden ten opzichte van de WOT-schelpdierensurvey. Voor de decemberpilot zijn 11 van de 14 spijkerlocaties bemonsterd, waarbij alle benthos in de monsters is geanalyseerd, om tevens inzicht te krijgen in het beschikbare voedsel in de vorm van andere invertebraten zoals kreeftachtigen en wormen. De methodiek voor de bemonsteringen in 2022 wordt op basis van de decemberpilot verder uitgewerkt (zie paragraaf 2.2). Het doel hierbij is om 12 spijkerlocaties te bemonsteren (excl. laaggelegen punten BP70 en BP120), waarbij de voedselbeschikbaarheid geanalyseerd wordt voor de focussoorten en mogelijk andere soorten op basis van de vogeltellingen.

Tabel 2-1 Overzicht onderzoeksopzet met de periode en datum van de uitgevoerde en geplande bemonstering, de uitgevoerde en geplande bemonsterde spijkerpunten en doelsoorten

Bemonsteringsronde	Datum	(geplande) bemonsteringslocatie	Aantal	Doelsoort
Pilot september	14-09-2021	BP10, BP40, BP80, BP100, BP110, BP120, BP130, BP140	8	Scholekster, Kanoet
Pilot december	14-12-2021	BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP80, BP90, BP100, BP110, BP130, BP140	11	Scholekster, Kanoet, Bergeend
Ronde 1. Juni	Juni 2022	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP80, BP90, BP100, BP110, BP130, BP140	12	Alle focussoorten + Bergeend
Ronde 2. September	September 2022	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP80, BP90, BP100, BP110, BP130, BP140	12	Alle focussoorten + Bergeend
Ronde 3. December	December 2022	BP10, BP20, BP30, BP40, BP50, BP60, BP80, BP90, BP100, BP110, BP130, BP140	12	Alle focussoorten + Bergeend



Figuur 2-1 Benthosbemonsteringspunten van de pilot in december 2021 in relatie tot de spijkermetingen en hoogteligging van de Ballastplaat

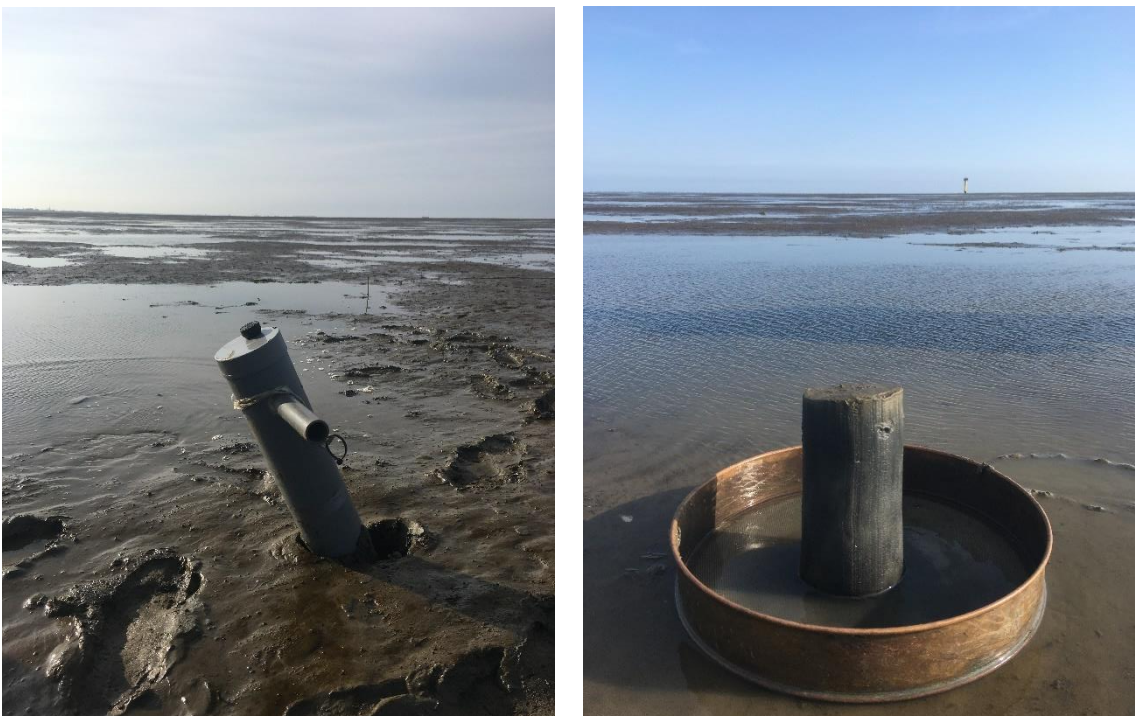
2.2 Benthosbemonstering

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. De Ballastplaat wordt vanaf de haven van Harlingen per boot (RIB) bereikt. Er wordt in het Kimstergat aangeland ter hoogte van spijkerlocatie BP10 (Zie Figuur 2-1). Daarna moet nog ongeveer 500 m door ondiep water gewaad worden tot de eerste meetlocatie (zie ook Fieten *et al.* 2021).

Methodiek pilotbemonstering

De benthosbemonsteringen zijn uitgevoerd met twee personen, 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 bodemmonsters zijn genomen. De monsters zijn in het veld met omgevingswater uitgezeefd (1 mm zeef) en samengenomen tot één monster (In totaal 3 x 11 monsters, weer samengevoegd tot 11) (Figuur 2-2).

De monsters voor de septemberpilot zijn in het veld verwerkt, waarbij de aantallen en lengtes van de schelpdieren zijn gemeten. Voor de pilotbemonstering in december zijn de uitgespoelde monsters met zeewater in gelabelde potjes opgeslagen en direct na het verzamelen verwerkt en geanalyseerd met 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 (indien mogelijk geschat door het kruipen langs een liniaal in zeewater). 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 Links: PVC bemonsterings steekbuis; Rechts: Bodemmonster klaar om uitgezeefd te worden (septemberpilot 2021)

2.3 Dieet en prooi soort selectie

Om te bepalen welke benthossoorten potentieel voedsel zijn voor de geselecteerde vogelsoorten zijn verschillende literatuurstudies verricht. De resultaten hiervan zijn uiteengezet door Ens *et al.* (2015 en 2016). Op basis van deze studies zijn voor elke geselecteerde wadvogelsoort de prooien verdeeld in:

1. *Stapelvoedsel (XX)*: Prooi-soorten die met grote regelmaat het hoofdvoedsel van de populatie vormen;
2. *Aanvullende voedselbronnen (X)*: Prooi-soorten die regelmatig gegeten worden, maar zelden het hoofdvoedsel vormen;
3. *Sporadische voedselbronnen (+)*: Prooi-soorten die wel eens in het dieet worden vastgesteld, maar nooit het hoofdvoedsel vormen.

Voor de uitwerking van de pilotbemonstering is gekozen om te focussen op de voedselbeschikbaarheid voor drie vogelsoorten om een eerste indruk te krijgen van de mogelijkheden en uitwerking van de bemonstering. Hiervoor is gekozen voor Scholekster, Kanoet en Bergeend. 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-soort 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.

Bijlage tabel 1 geeft een overzicht van op basis van literatuuronderzoek bepaalde prooi-soorten in het dieet van de Scholekster, Kanoet en Bergeend. Daarnaast is tevens op basis van onderzoek een selectie gegeven van de grootte van verschillende prooi-soorten die benutbaar zijn voor de Scholekster en Kanoet (Ens *et al.* 2015). Deze grootteselecties 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.* 2015).

Voor de uitwerking van de pilotbemonstering is op basis van het dieet en de prooigrootte een selectie gemaakt van de bemonsterde benthosgegevens. Hiervoor zijn alleen prooi-soorten meegenomen die in het dieet voorkomen als stapelvoedsel en aanvullende voedselbron. Voor de Bergeend was geen selectie van prooigrootte mogelijk door gebrek aan geschikte literatuur.

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 aan de hand van bestaande dubbel-log-regressielijnen. Tabel 2-2 geeft een overzicht van de voor de bemonsterde prooi-soorten gehanteerde formules. Waar mogelijk is gebruik gemaakt van regressie coëfficiënten voor de

maand december. De biomassa's zijn doorgerekend naar biomassa in gram asvrijdrooggewicht per m².

Voor Pygospio en 'Kleine wormpjes' konden geen goede conversiefactoren gevonden worden. Pygospio vormt daarnaast geen belangrijke voedselbron voor wadvogels (Ens *et al.* 2021). Deze soortgroepen zijn daarom niet doorgerekend naar biomassa AFDW.

Tabel 2-2 Relatie tussen lengte (L) (mm voor schelpdieren, cm voor wormen) en asvrijdrooggewicht (AFDW). De functie is gegeven als $AFDW = \exp(\ln((b) \cdot L + a))$. Alle formules zijn gebaseerd op data die in de Waddenzee zijn verzameld. Voor kokkel, nonnetje, strandgaper werd de formule voor de maand december geselecteerd.

Prooi soort	a	b	Bron
<i>Cerastoderma edule</i>	-6,699	3,659	Zwarts 1991
<i>Hydrobia ulva</i>	-4,596	2,840	Zwarts 1991
<i>Macoma balthica</i>	-6,699	3,659	Zwarts 1991
<i>Marenzelleria viridis</i>	-2,000	2,300	Zwarts 2009
<i>Mya arenaria</i>	-4,297	2,836	Zwarts 1991
<i>Corophium sp.</i>	-4,187	2,748	Zwarts 1988a
<i>Capitella capitata</i>	-0,900	2,208	Zwarts 1991
<i>Lanice conchelig</i>	-2,500	2,300	Zwarts & Wanink 1993
<i>Nereis diversicolor</i>	-0,900	2,208	Zwarts & Wanink 1993
<i>Scoloplos armiger</i>	-2,000	2,300	Zwarts 2009

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):

$$BM_{oogstbaar_droog} = \sum_{i=1}^n B_i \times S_i \times E_i$$

Het totale drooggewicht van de prooien in het dieet waarbij de biomassa B_i op nul is gezet op die plaatsen waarvoor de opnamesnelheid¹ niet boven de grenswaarde komt. De droogvalduur is meegenomen als extra weging. De uitkomst wordt omgerekend in ton.

B_i = De totale biomassa (in gram asvrijdrooggewicht per m²) van de benthosoorten voorzover die deel uitmaken van het dieet van de beschouwde vogelsoort.

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

E_i = De gemiddelde droogvalduur ("exposure time") berekend voor het bemonstringspunt i , meestal berekend met de waterstanden tijdens het beschouwde seizoen in het jaar van de monitoring. Een droogvalduur is een fractie van de tijd en is dus een getal tussen de 0 en 1.

¹ Voor de uitwerking van deze pilot nog geen rekening gehouden is met de opnamesnelheid van de verschillende vogelsoorten (Zie H4 Discussie)

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 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 gemiddelde biomassa per m² per spijkerpunt vermenigvuldigd met het 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 droogvalduur² 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 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 (jaar 2021) per soort in ton asvrijdrooggewicht.

Vergelijking bestaande benthosmonitoringsprogramma's

Voor de WOT-schelpdierensurvey is de biomassa van schelpdieren uitgedrukt in gram versgewicht (gewicht inclusief schelp). Voor de benthos bemonsterd binnen het SIBES programma wordt het asvrijdrooggewicht in gram bepaald door het drogen, wegen en verassen van de monsters. Daarnaast zijn in deze monitoringsprogramma's vanzelfsprekend de dichtheden van de verschillende soorten bepaald.

Voor deze pilot zijn nog niet alle geschikte conversiefactoren meegenomen voor de omrekening van lengte naar versgewicht, asvrijdrooggewicht en vice versa. Daarom is voor het beantwoorden van de deelvraag 'Hoe verhouden de bemonsterde schelpdierbiomassa's (en het hieruit volgende beschikbare voedsel) zich met de langjarige schelpdierbiomassa's bemonsterd door bestaande monitoringsprogramma's het invloedgebied?' als eerste stap een vergelijking gemaakt van de bemonsterde schelpdierdichtheden in de september- en decemberpilot met de dichtheden gemeten in de beschikbare jaren van de bestaande bemonsteringsprogramma's.

Voor de vergelijking is gebruik gemaakt van de data van de monsterlocaties weergegeven in de gebiedsinzet in Bijlage figuur 1-1 (Bijlage 1).

² Voor de bepaling van de gemiddelde droogvalduur is voor deze pilot nog geen rekening gehouden met de kritische periodes voor de geselecteerde vogelsoorten

Dataverwerking en visualisatie

De analyse en visualisatie van de ruwe data is uitgevoerd in het programma R (Version 1.3.1073, R Core team 2020). De ruimtelijke visualisatie is uitgevoerd middels het programma ArcGIS (Geografisch Informatiesysteem).

3 Resultaten

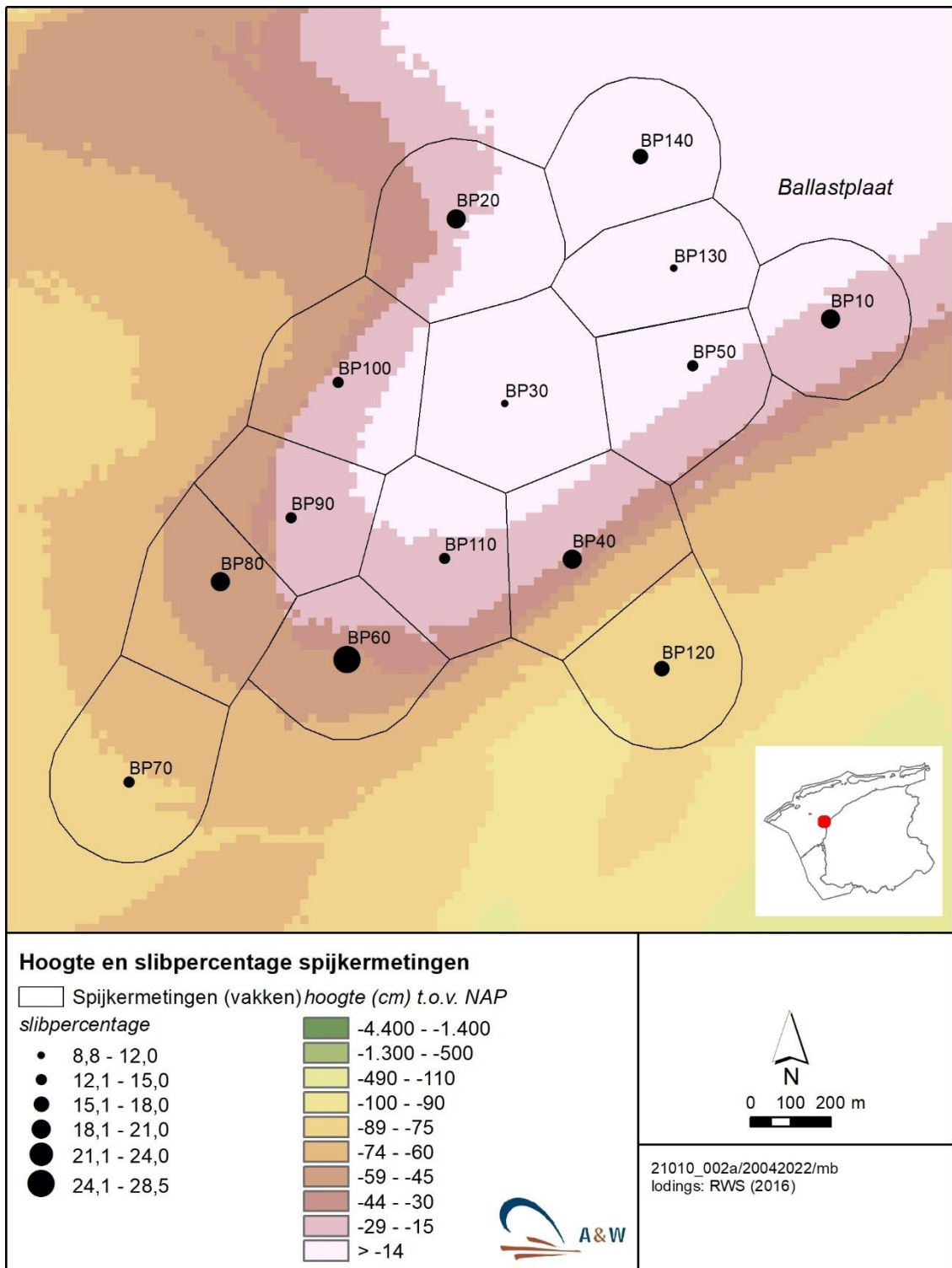
3.1 Ruimtelijke kenmerken Ballastplaat

Tabel 3-1 geeft de kenmerken van de spijkerlocaties. Weergegeven zijn de hoogteligging op basis van de spijkermetingen gemeten in 2021, het gemiddelde slibgehalte per spijkerlocatie in 2021, het oppervlakte per deelgebied en de gemiddelde droogvalduur in de jaren 2019, 2020 en 2021. 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, BP30 en BP50 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, BP10, BP80, BP20 en BP40. Het sediment op punten BP130 en BP30 is het zandigst. De locaties BP130 en BP50 en BP30 liggen gemiddeld het langste droog; BP120 en BP70 het kortst.

Tabel 3-1 Overzicht fysieke kenmerken van het onderzoeksgebied. Weergegeven zijn de spijkerlocaties met bijbehorende hoogteligging (in cm t.o.v. NAP), slibpercentages (volume % <63 µm), de berekende deelgebied oppervlakte (m²) en de droogvalduur (%) voor de laatste drie jaren.

Spijkerlocatie	Hoogteligging (DGPS: in cm t.o.v. NAP)	Slibpercentage (volume % < 63 µm)	Deelgebied oppervlakte (m ²)	Droogvalduur (%)		
				2019	2020	2021
BP10	-35,700	20,6	123.819	27,70	27,50	28,70
BP20	-37,100	19,0	169.103	27,70	26,70	28,70
BP30	-20,500	10,1	183.904	34,30	33,60	35,20
BP40	-48,100	18,9	161.631	23,70	22,30	24,60
BP50	-18,900	12,3	133.322	35,00	34,40	36,00
BP60	-50,000	28,1	127.097	22,20	21,90	23,00
BP70	-74,400	13,6	159.110	13,10	12,80	13,80
BP80	-56,500	20,0	138.783	19,80	19,10	20,70
BP90	-45,100	13,3	119.304	24,10	23,30	25,10
BP100	-42,900	13,5	153.631	25,30	24,60	26,20
BP110	-38,900	15,0	136.900	26,50	26,30	27,50
BP120	-86,000	18,0	134.751	9,20	9,20	10,10
BP130	-2,100	8,8	119.072	42,40	41,00	43,20
BP140	-7,400	15,2	128.850	40,80	39,00	41,60



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.

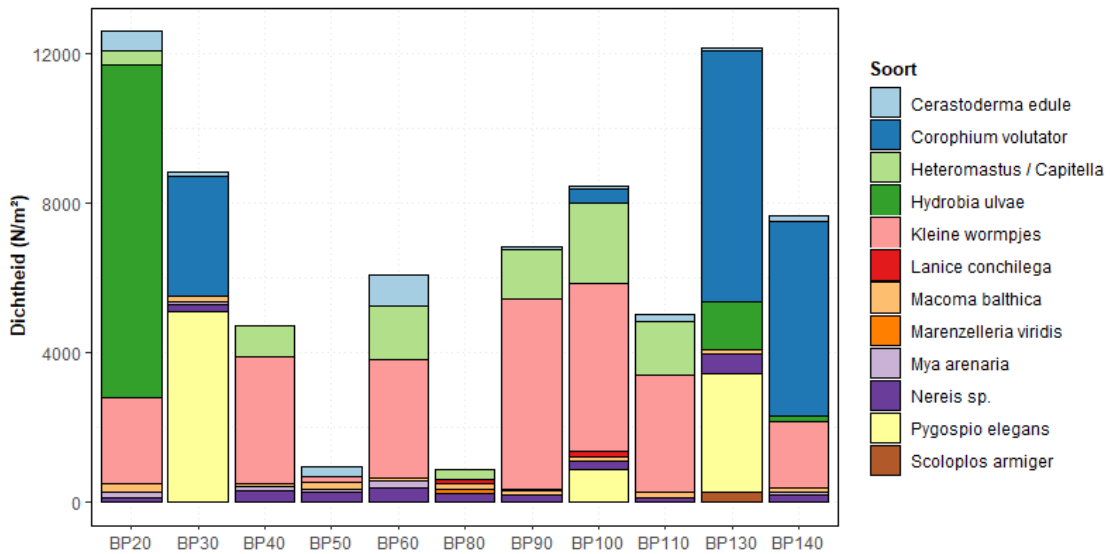
3.2 Benthosdichtheid, biomassa en samenstelling

In de pilotbemonstering in december zijn ca. 12 verschillende soorten benthos aangetroffen. Van 10 van deze soorten is naast de dichtheid ook de biomassa bepaald. Tabel 3-2 geeft de dichtheid in aantal per m² en de biomassa in gram asvrijdrooggewicht (AFDW) per m² van de benthossoorten weer. In Figuur 3-2 zijn de dichtheden en samenstelling van de aangetroffen benthossoorten per bemonsteringslocatie weergegeven (zie ook Bijlage 3 Tabel 3-1).

Vijf soorten kwamen voor in hoge dichtheden: Slijkgarnaal, Wadslakje, Zandpijp, Rode draadworm / Slangpier en de Veelkleurige zeeduizendpoot. De hoogste dichtheden werden gevonden op monsterlocaties BP20, BP130 en BP140 (Figuur 3-2). Ook werden veel kleine wormpjes in de monsters waargenomen, echter waren deze niet goed definieerbaar. De hoogste biomassa werd bepaald door de Slijkgarnaal (34 g/m²) met daaropvolgend het Wadslakje (11 g/m²), Kokkel (8 g/m²), Nonnetje (5 g/m²) en de Strandgaper (4 g/m²) (Tabel 3-2). De meeste kokkels hadden een lengte van 13-15 mm (ca. 1 jaar oud). De meeste nonnetjes hadden een lengte van 18 en 19 mm (1-2 jaar oud). De meest voorkomende lengte bij zeeduizendpooten was 2,5 cm.

Tabel 3-2 Gemiddelde dichtheid (aantal per m²) en biomassa (g AFDW/m²) van benthossoorten over alle bemonsterde spijkerlocaties van de Ballastplaat tijdens de decemberpilot (2021)

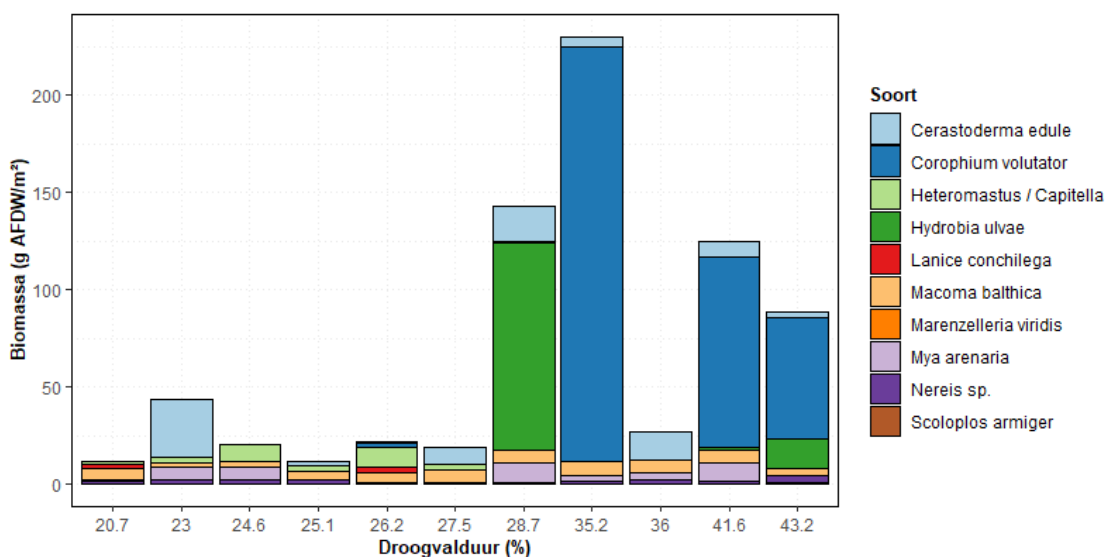
Type	NL naam	Soort	N/m ²	g AFDW/m ²
Schelpdier	Kokkel	<i>Cerastoderma</i>	205,5	7,95
	Wadslakje	<i>Hydrobia ulvae</i>	937,6	11,25
	Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	130,2	5,26
	Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	60,8	3,65
Kreeftachtige	Slijkgarnaal	<i>Corophium volutator</i>	1409,2	34,15
Worm	Rode draadworm / Slangpier	<i>Heteromastus / Capitella</i>	706,1	2,74
	Kleine wormpjes	Ongedefinieerd.	2138,5	-
	Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	28,9	0,45
	Gewone groenworm	<i>Marenzelleria viridis</i>	11,6	0,03
	Veelkleurige zeeduizendpoot	<i>Nereis diversicolor</i>	246,0	1,67
	Zandpijp	<i>Pygospio elegans</i>	830,5	-
	Wapenworm	<i>Scoloplos armiger</i>	23,1	0,08



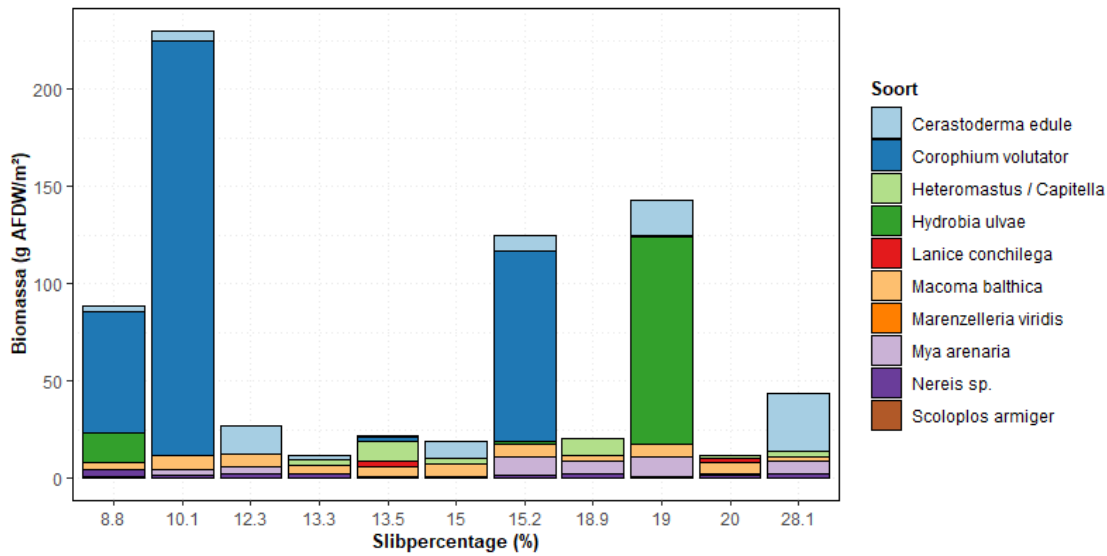
Figuur 3-2 Benthosdichtheid (aantal per m²) en samenstelling per monsterlocatie (decemberpilot 2021)

Wanneer de biomassa wordt uitgezet tegen de droogvalduur blijkt dat gemiddeld gezien de biomassa hoger is wanneer de droogvalduur toeneemt (Zie Figuur 3-3). De biomassa op deze hoger liggende locaties wordt voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van de Slijkgarnaal en het Wadslakje.

Wanneer de biomassa wordt uitgezet tegen het slibpercentage blijkt dat gemiddeld gezien de biomassa van Slijkgarnalen hoger is bij een lager slibpercentage (Zie Figuur 3-4). Daarentegen is de hoogste biomassa van kokkels gevonden bij de monsterlocatie met het laagste slibpercentage.



Figuur 3-3 Benthosbiomassa (g AFDW/m²) en samenstelling als functie van de gemiddelde droogvalduur (%) (decemberpilot 2021)

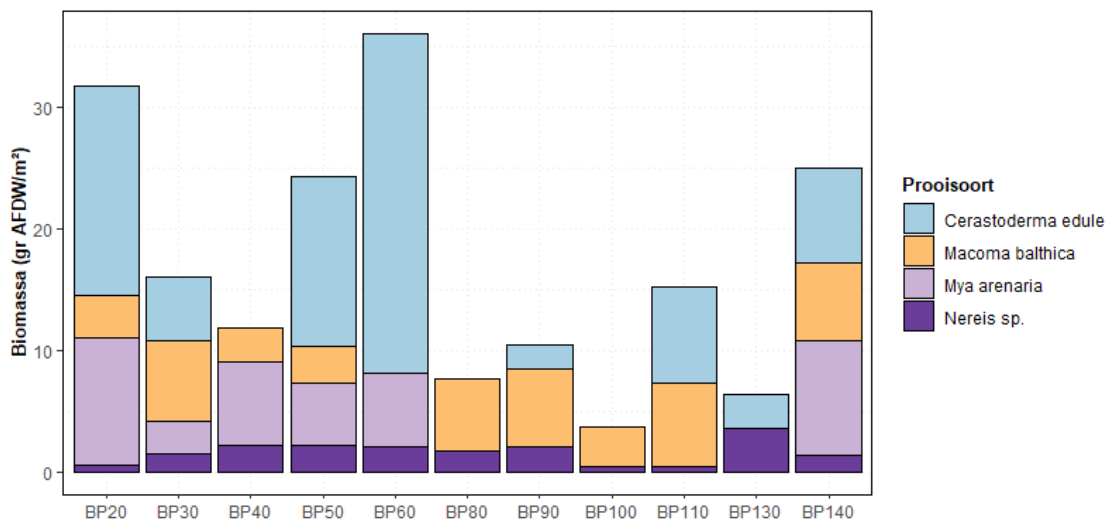


Figuur 3-4 Benthosbiomassa (g AFDW/m²) en samenstelling als functie van het slibpercentage (%) (Decemberpilot 2021)

3.3 Prooibiomassa per vogelsoort

Scholekster

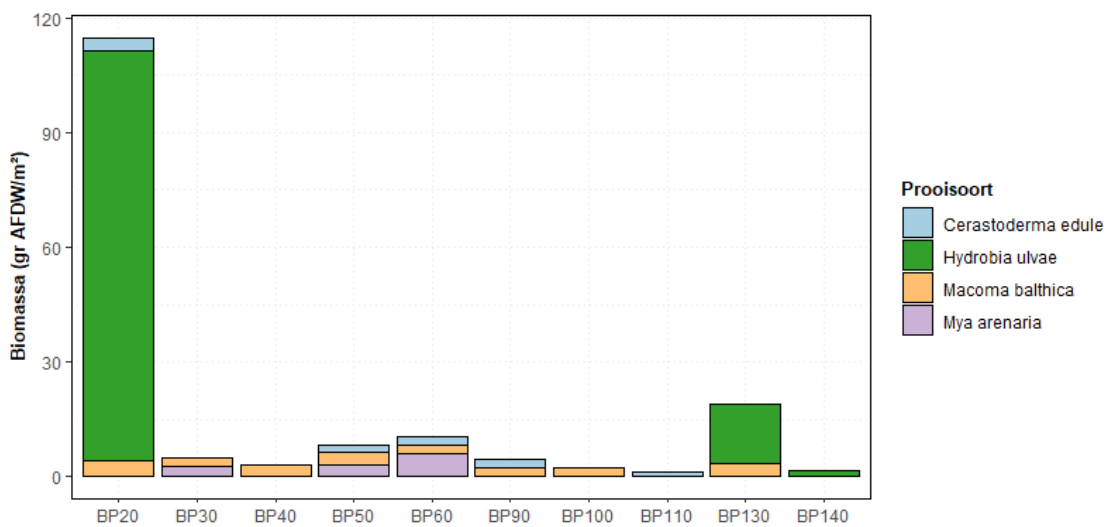
Figuur 3-5 geeft het overzicht van de biomassa per bemonsteringslocatie voor de voor de Scholekster benutbare prooi-soorten op basis van het dieet (stapelvoedsel en aanvullende voedselbronnen) en de prooigrootte (Zie Bijlage 2). De prooibiomassa op de Ballastplaat voor de Scholekster wordt met name bepaald door de Kokkel met gemiddeld 7 g/m². De biomassa hiervan is het hoogst op BP60 en BP20, waar ook het slibgehalte hoog is. De beschikbare gemiddelde prooibiomassa van het Nonnetje en de Strandgaper is vergelijkbaar met resp. 3,7 en 3,4 g/m². De prooibiomassa van de Zeeduizendpoot is ca. 1,5 g/m². De gemiddelde totaal prooibiomassa per monsterpunt is 13 g/m². De prooibiomassa voor de Scholekster is het hoogst op bemonsteringslocatie BP60, BP20, BP140 en BP50 (Zie Bijlage 4, Figuur 4-1 voor de verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied).



Figuur 3-5 Prooibiomassa (in g AFDW/m²) voor de Scholekster per monsterlocatie (Decemberpilot 2021)

Kanoet

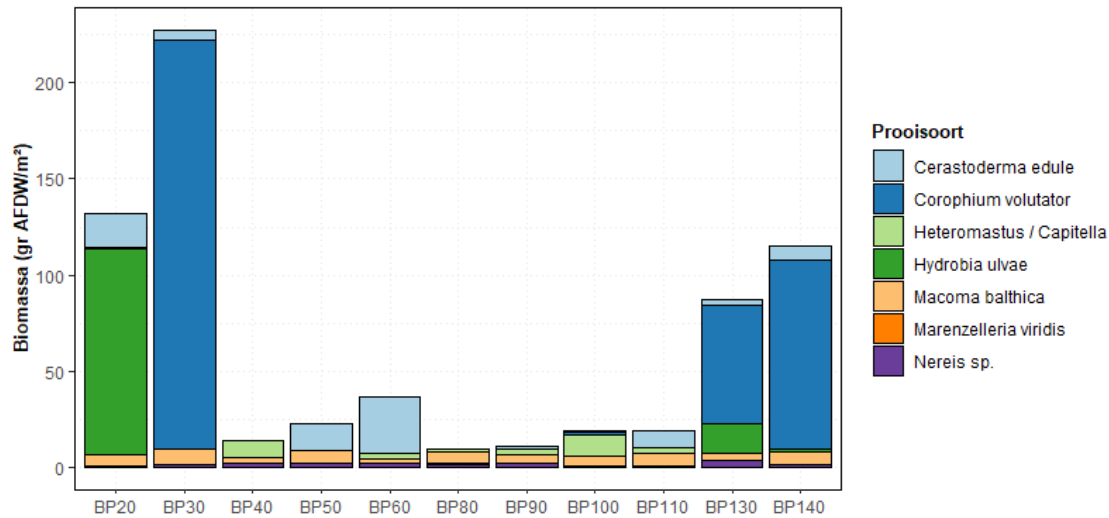
De beschikbare biomassa op de Ballastplaat voor de Kanoet wordt met name bepaald door het Wadslakje met gemiddeld 10 g/m², door zeer grote aanwezigheid op monsterlocatie BP20. BP20 ligt relatief hoog op de plaat en is relatief slikkig. Het Nonnetje volgt met gemiddeld ca. 2 g/m². De prooibiomassa van de Strandgaper en Kokkel zijn vergelijkbaar met ca. 1 g/m². De hoogste prooibiomassa van de Strandgaper is gevonden bij monsterpunt BP60, met het hoogste slibpercentage. De gemiddelde totaal prooibiomassa per monsterpunt is ca. 10 g/m². De benutbare biomassa voor de Kanoet is globaal het hoogst op bemonsteringslocatie BP20, BP130, BP60 en BP50. (Zie Bijlage 4, Figuur 4-2 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied).



Figuur 3-6 Prooibiomassa (in g AFDW/m²) voor de Kanoet per monsterlocatie (Decemberpilot 2021). N.B. Na prooigrootte selectie bleek voor de Kanoet geen benutbare biomassa meer beschikbaar op monsterlocatie BP80.

Bergeend

De beschikbare gemiddelde biomassa op de Ballastplaat voor de Bergeend wordt met name bepaald door de Slijkgarnaal (31 g/m²) en het Wadslakje (10 g/m²) (Figuur 3-7). De prooibiomassa wordt hierop volgend bepaald door de Kokkel (7 g/m²) en het Nonnetje (5 g/m²). De gemiddelde totaal prooibiomassa per monsterlocatie is ca. 41 gr/m². De benutbare biomassa voor de Bergeend is globaal het hoogst op bemonsteringslocatie BP30, BP20, BP140 en BP130. (Zie Bijlage 4, Figuur 4-3 voor de ruimtelijke verspreiding van prooidichtheid en -biomassa per deelgebied).



Figuur 3-7 Prooibiomassa (in g AFDW/m²) voor de Bergeend per monsterlocatie (Decemberpilot 2021)

3.4 Beschikbare prooibiomassa per getij

Figuren 3-8 t/m 3-10 geven een eerste inzicht in de gemiddelde beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) per deelgebied van de Ballastplaat voor de Scholekster, Kanoet en de Bergeend. De berekening is gemaakt op basis van de berekende prooibiomassa per m² en de gemiddelde droogvalduur (%) (Zie paragraaf 2.4).

Scholekster

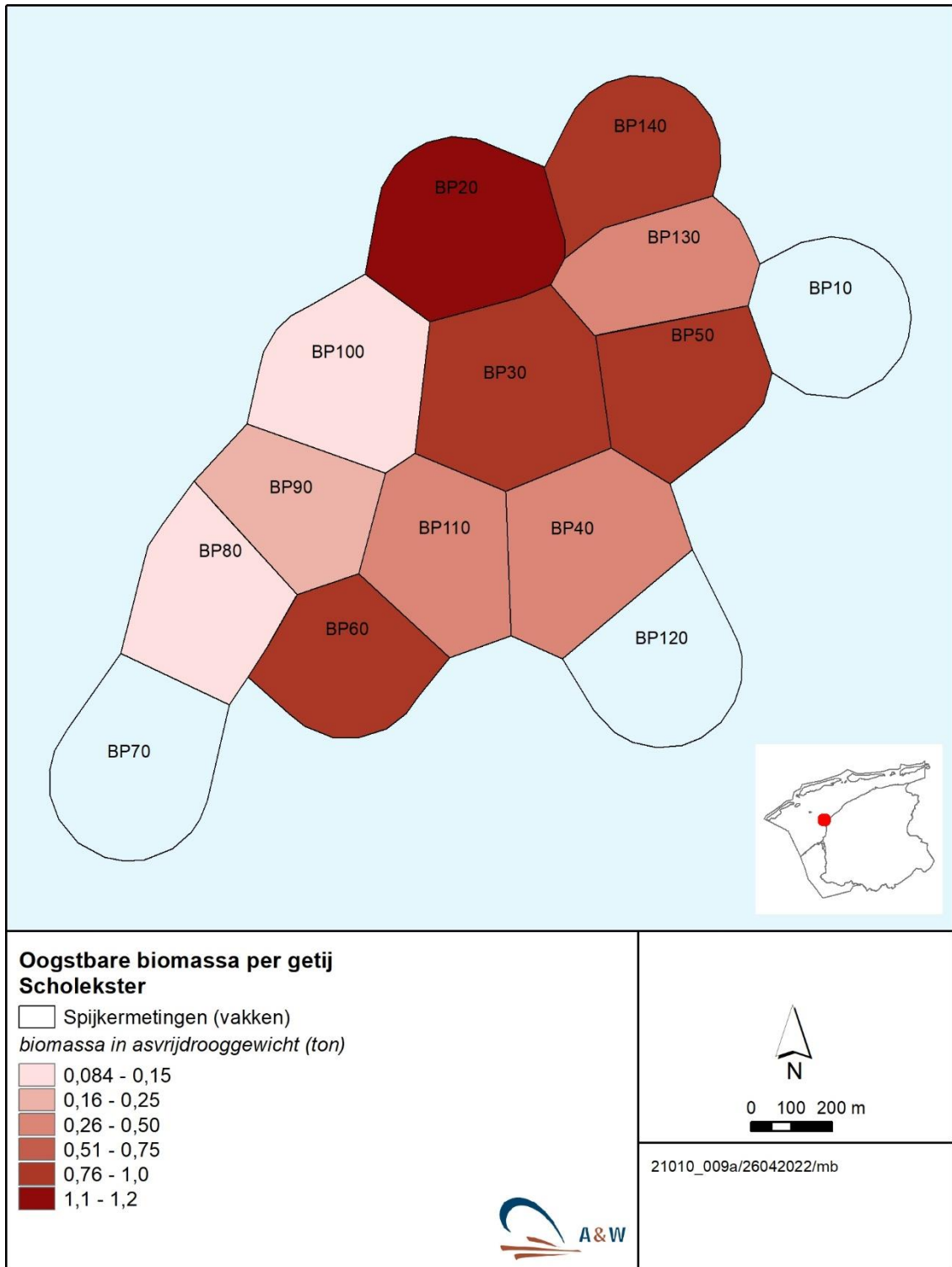
De hoogste benutbare prooibiomassa per getij voor de Scholekster is gelegen in het deelgebied rondom BP20 met ca. 1,2 ton (Figuur 3-8). Ook deelgebieden rondom BP50, BP60 en BP140 en BP30 zijn geschikt om te foerageren. Het deelgebied BP100 is het minst geschikt om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. 0,08 ton. Per getij is in het gehele gebied in totaal ruim **6 ton** prooibiomassa voor de Scholekster beschikbaar

Kanoet

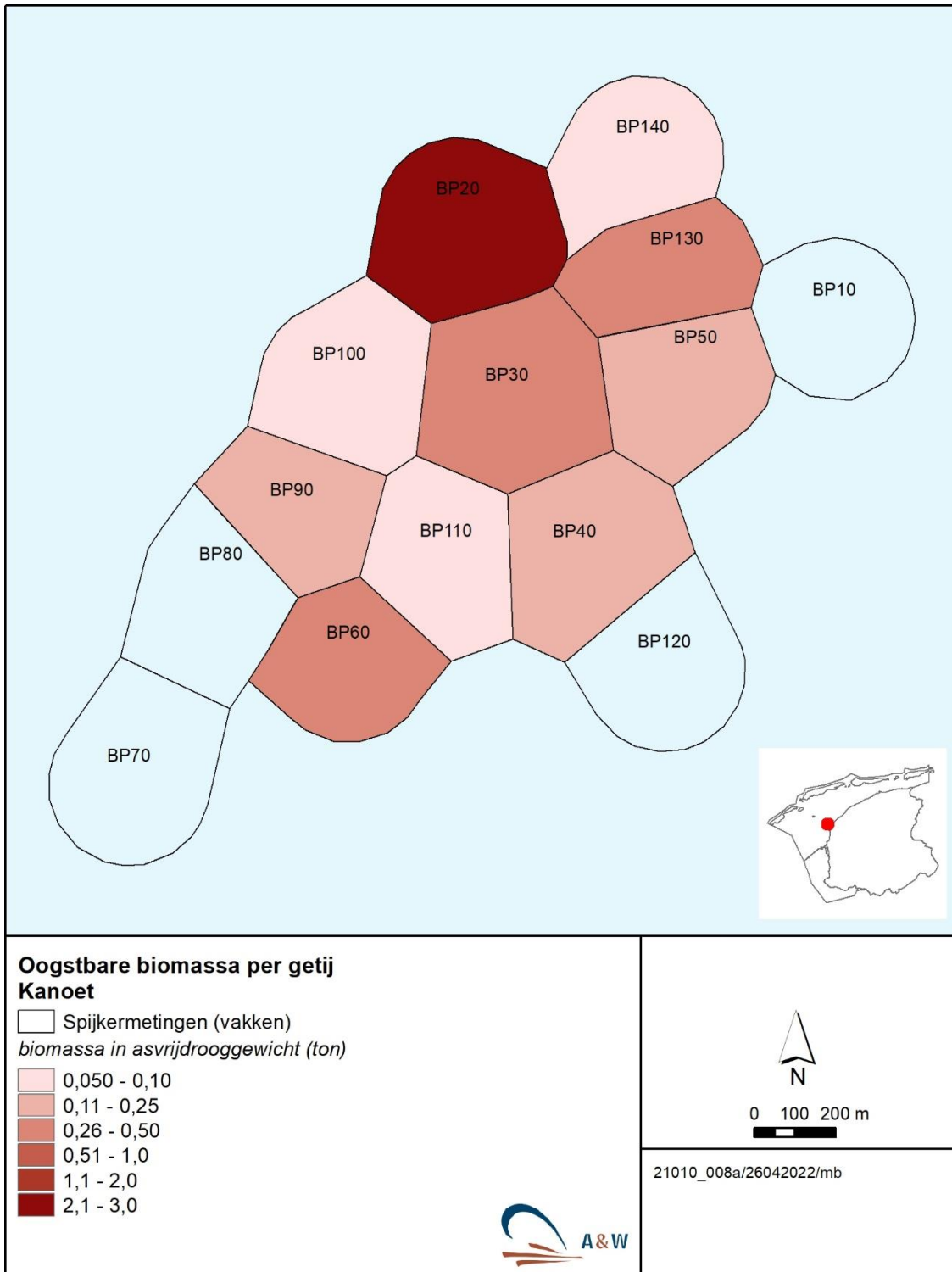
Voor de Kanoet is veruit de hoogste benutbare prooibiomassa per getij aanwezig in het deelgebied rondom BP20 met ca. 3 ton (Figuur 3-9). Na het deelgebied rondom BP80, is het deelgebied rondom BP110 is het minst geschikt om te foerageren, met een prooibiomassa per getij van ca. 0,05 ton. Per getij is in het gehele gebied in totaal ca. **5 ton** prooibiomassa voor de Kanoet beschikbaar

Bergeend

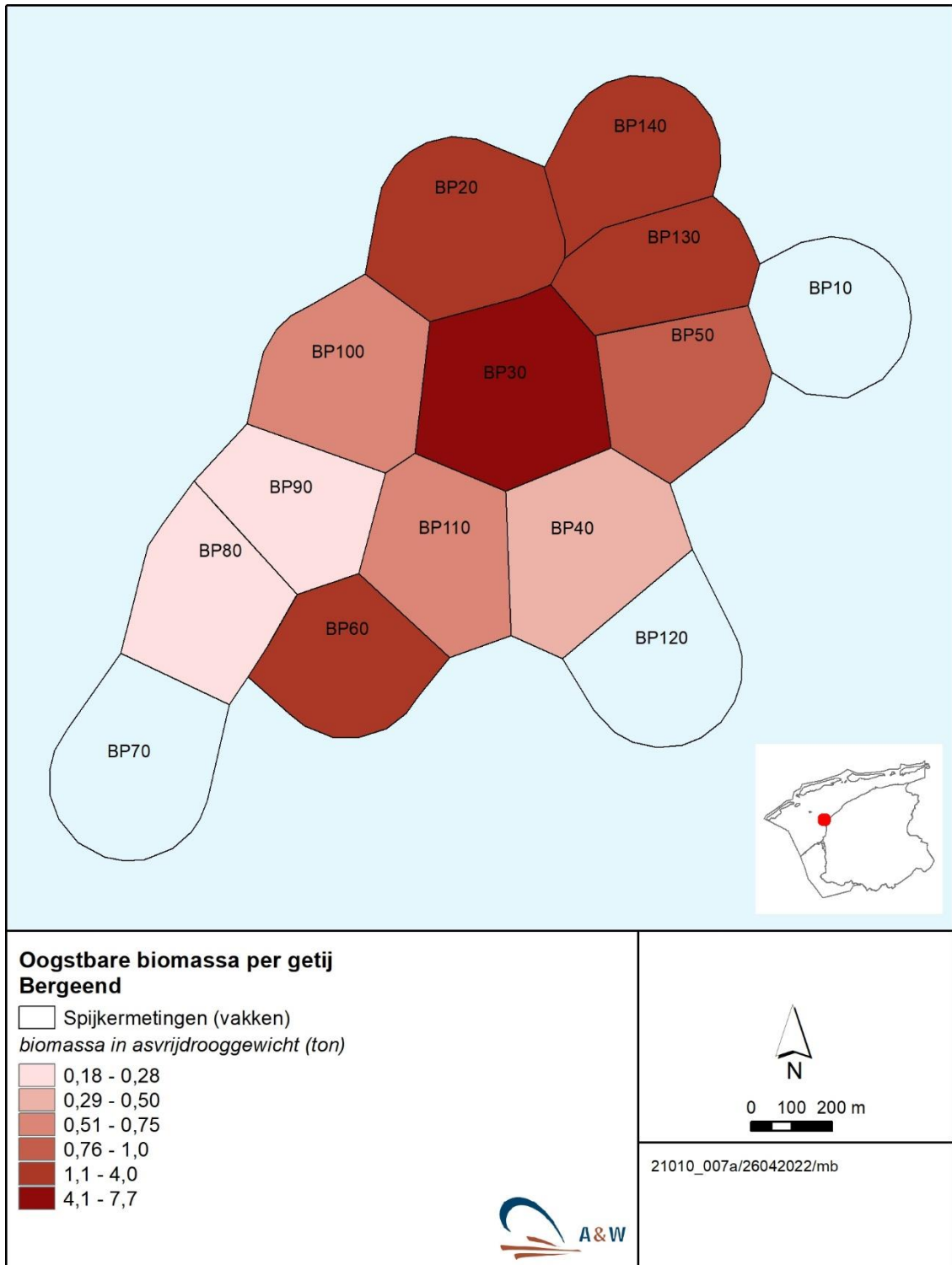
De hoogste benutbare prooibiomassa per getij voor de Bergeend is aanwezig in het deelgebied rondom BP30 met ca. 7,7 ton (Figuur 3-10). Ook is veel voedsel voor de bergeend beschikbaar in de deelgebieden rondom BP130, BP20 en BP140. Het deelgebied rondom BP80 is het minst geschikt voor de Bergeend. Per getij is in het gehele gebied in totaal ca. **23 ton** prooibiomassa voor de Bergeend beschikbaar.



Figuur 3-8 Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Scholekster per deelgebied van de Ballastplaat (Decemberpilot 2021).



Figuur 3-9 Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Kanoet per deelgebied van de Ballastplaat (Decemberpilot 2021).



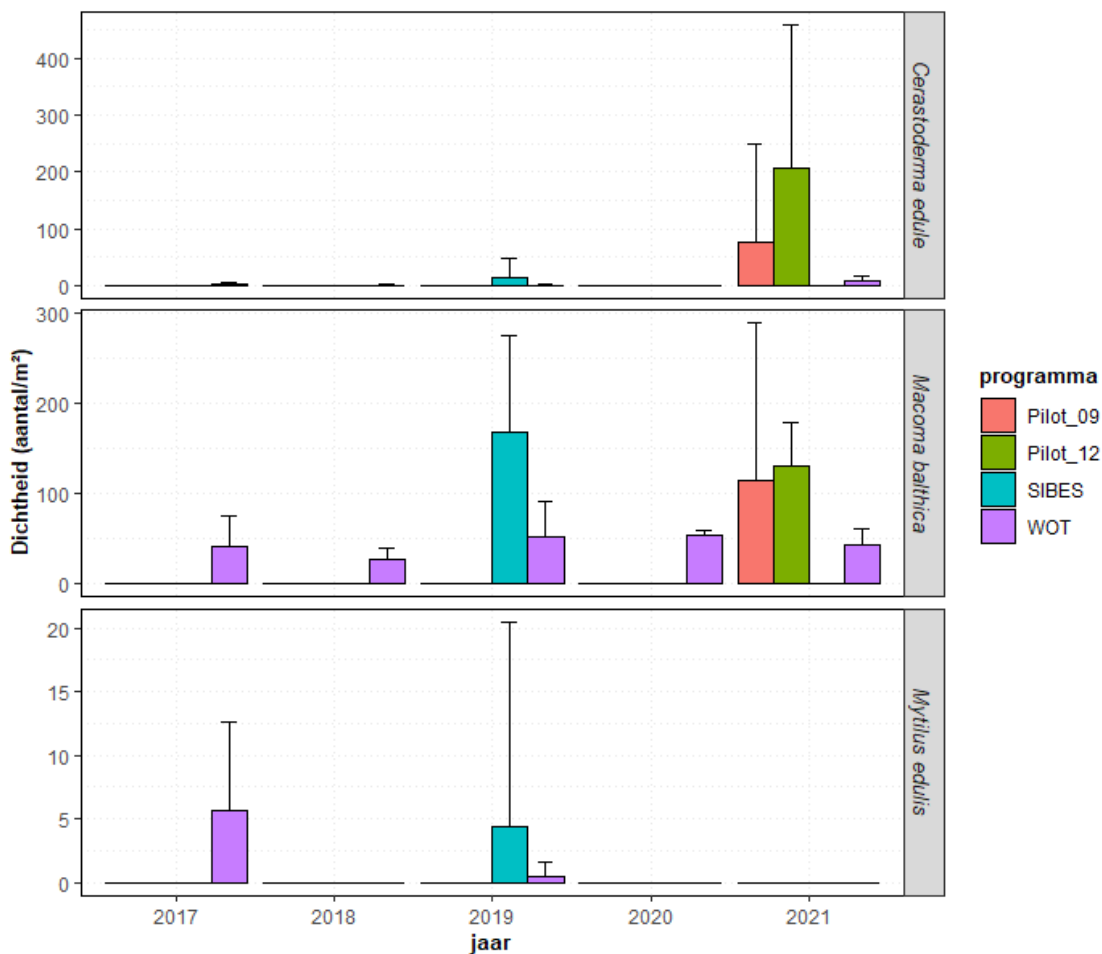
Figuur 3-10 Beschikbare prooibiomassa per getij (in ton AFDW) voor de Bergende per deelgebied van de Ballastplaat (Decemberpilot 2021).

3.5 Voedselbeschikbaarheid schelpdieren t.o.v. bestaande monitoringsprogramma's

Figuur 3-11 geeft een overzicht van de gemeten dichtheid van de Kokkel (*Cerastoderma edule*), het Nonnetje (*Macoma balthica*) en de Mossel (*Mytilus edulis*) in het spijkermeting gebied (zie gebiedsinzet in Bijlage 1, Figuur 1-1), in de huidige pilot en de bestaande bemonsteringsprogramma's SIBES en WOT-schelpdieren survey.

Uit de data blijkt dat er variatie bestaat in de gemeten schelpdierdichtheden tussen de verschillende bemonsteringsprogramma's. De SIBES bemonstering heeft voor het jaar 2019 voor alle schelpdieren hogere dichtheden gemeten dan de WOT-survey. De variatie van mosseldichtheden binnen het bemonsteringsgebied was daarnaast vele malen groter binnen de SIBES-bemonstering dan de WOT-survey.

In de huidige pilot zijn zowel tijdens de september, als de decemberbemonstering geen mosselen in de monsters aangetroffen. De gemeten gemiddelde dichtheid voor zowel de Kokkel als het Nonnetje was het hoogst in de decemberpilot (resp. 205/m² en 130/m²). Voor het Nonnetje zijn de dichtheden van de pilotbemonsteringen vergelijkbaar met de dichtheden gevonden binnen het SIBES programma in 2019. De kokkeldichtheden zijn liggen daarentegen een factor 10 hoger dan de SIBES en WOT-survey dichtheden.



Figuur 3-11 Schelpdierdichtheid (aantal per m²) van de Kokkel (*Cerastoderma edule*), het Nonnetje (*Macoma balthica*) en de Mossel (*Mytilus edulis*) gemeten in de september- en decemberpilot, het SIBES en de WOT-schelpdieren survey. N.B. van het SIBES-programma was als eerste vergelijking voor de huidige rapportage enkel data van het jaar 2019 beschikbaar.

4 Discussie en vervolg

Het doel van deze pilot was om een eerste inzicht te verkrijgen in de draagkracht van de Ballastplaat voor de Scholekster, Kanoet 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 najaar van 2021 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. Tot slot is waar mogelijk onderzocht hoe de bemonsterde voedselbeschikbaarheid in de vorm van schelpdieren in de pilot zich verhouden tot de bestaande monitoringsprogramma's. 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 2022.

Voedselbeschikbaarheid voor de Scholekster, Kanoet en Bergeend

Het grootste deel van de potentiële prooibiomassa in asvrijdrooggewicht bemonsterd op de spijkerlocaties van de Ballastplaat bestond uit slijkgarnalen (gemiddeld 34 g/m²) met daaropvolgend wadslakjes (gemiddeld 11 g/m²), kokkels (gemiddeld 8 g/m²), nonnetjes (gemiddeld 5 gr/m²) en strandgapers (gemiddeld 4 gr/m²). Het gebied van de spijkerlocaties is een variabel gebied; zo varieerde de droogvalduur van de spijkerpunten in 2021 tussen de 10,1-43,2% en het slibgehalte tussen de 8,8-28,1%. 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 deze pilot bleek dat hoge biomassa's slijkgarnalen zich voornamelijk bevonden op de spijkerlocaties met de langste droogvalduur. De meeste wadslakjes en kokkels bevonden zich globaal op locaties met een hoger slibgehalte.

Op basis van de selectie aan prooi-soorten en foerageerbare grootteklassen is berekend dat het spijkerlocatie gebied van de Ballastplaat in potentie gemiddeld ca.13 gram AFDW/m² aan prooibiomassa voor de Scholekster herbergt. De grootste biomassa ligt op monsterlocaties BP60 en BP20. De Kokkel vormt hierbij de dominante prooi-soort. Voor de Kanoet is gemiddeld ca. 10 gram AFDW/m² aan prooidieren aanwezig, waarbij het grootste aandeel wordt bepaald door het Wadslakje, op monsterlocatie BP20. Voor de Bergeend is ruim 40 gram AFDW/m² aan voedsel aanwezig, met het grootste aandeel gevormd door slijkgarnalen op locaties BP30 en BP20.

De doorrekening van de aanwezige prooibiomassa met de gemiddelde droogvalduur per deelgebied heeft geresulteerd in een oogstbare biomassa AFDW per getij op de Ballastplaat van ca. 6 ton voor de Scholekster, 5 ton voor de Kanoet en 23 ton voor de Bergeend. Ens *et al.* (2021) vonden middels het WadMap model voor het Komberginsgebied Zoutkamperlaag-Pinkergat een vergelijkbare oogstbare biomassa AFDW per getij voor de Kanoet (ca. 3 ton), maar een hogere oogstbare biomassa voor de Scholekster (ca. 20-30 ton) en lagere oogstbare biomassa voor de Bergeend (ca. 7 ton).

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 bodemonsters 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 de huidige pilot 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. Ook zijn in de huidige pilot niet alle kleine wormen specifiek op soortniveau gedetermineerd. Hierdoor kan het zijn dat de prooibiomassa van de Bergeend enigszins is vertekend doordat er geen goede biomassabepaling kon worden gedaan van een aantal 'ondefinieerbare' kleine wormen. Daarentegen was in de literatuur geen duidelijke onder- en bovengrens van inslikbare prooisoorten 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 de huidige pilot is hier waar mogelijk rekening mee gehouden door de best beschikbare waardes voor het najaar 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 inschattingsfout 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 pilot 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 prooisoorten door vogels. Deze opnamesnelheid wordt berekend uit de gewichten en dichtheden van de prooien in het dieet met behulp 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 pilot 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 pilotbemonsteringen zou dit met terugwerkende kracht nog uitgevoerd kunnen worden waardoor tijdseries kunnen worden opgebouwd.

Vergelijking met bestaande monitoringsprogramma's

Uit de eerste vergelijking van de bemonsterde voedselbeschikbaarheid van schelpdieren op basis van dichtheden blijkt dat er variatie zit tussen de pilotbemonsteringen en verschillende monitoringsprogramma's binnen hetzelfde bemonsteringsjaar. Dit kan mogelijk het gevolg zijn van een of een combinatie van factoren. Zo worden binnen het SIBES programma (sinds 2008) bodemonsters genomen op een vergelijkbare manier als in de huidige pilot; met een steekbuis, waarbij het monster met een 1 mm zeef wordt uitgezeefd. Bij de WOT schelpdieren survey (sinds 1993) wordt daarnaast gebruikt gemaakt van o.a. een bodemschaaf, kokkelschepje, stempelkor of hydraulische happer. Het monster wordt uitgezeefd over een 5 mm zeef, waardoor kleinere schelpdieren door de zeef verdwijnen. Ook liggen er slechts 5 WOT monsterpunten in het spijkermeting gebied ten opzichte van 14 spijker- en SIBES locaties. Daarnaast worden de monsters van de WOT genomen in het voorjaar, van het SIBES in de zomer en de huidige pilot in het najaar. In verband met seizoensfluctuaties kan ook dit een verschil in dichtheid tot gevolg hebben.

Voor de huidige bemonstering in het kader van de zoutwinning onder Ballastplaat, is het van belang om toekomstige seizoens- en jaarreeksen te kunnen staven aan bovengenoemde langlopende monitoringsprogramma's. Mogelijke veranderingen in voedselbeschikbaarheid door bodemdaling kunnen hierdoor beter geduid worden. Met de huidige beperkte data kan echter nu nog geen trendvergelijking gemaakt, of een conclusie getrokken worden, maar dit is wel het doel voor de toekomst. Om de toekomstige bemonsteringen ook beter aan de langlopende WOT survey te kunnen staven, zal daarom tevens voor de schelpdieren het versgewicht (incl. schelp) bepaald worden.

Conclusie

Concluderend kan gesteld worden dat met de uitwerking van de huidige pilot een eerste stap in de goede richting gezet is om de ontwikkelingen in draagkracht van de Ballastplaat voor foeragerende vogels in het kader van de zoutwinning adequaat te kunnen duiden. Aan de hand van deze eerste stap zullen zinvolle verbeteringen in de analyses worden doorgevoerd voor toekomstige bemonsteringen. In de huidige situatie zijn nog geen effecten van bodemdaling door zoutwinning waarneembaar, simpelweg doordat de bodemdaling nog op gang moet komen. De resultaten van de huidige pilot beschrijven dus nog een situatie zonder dat daar een effect van bodemdaling door zoutwinning in aan de orde kan zijn.

Vervolg bemonstering 2022

Op basis van bovenstaande punten wordt de bemonstering in 2022 (juni, september en december) uitgebreid door:

- Het aantal bemonsteringslocaties uit te breiden van 11 naar 12 van de 14 spijkerlocaties (uitgezonderd de laaggelegen punten BP70 en BP120).
- De selectie van prooi-soorten uit te breiden voor het dieet de overige vogelsoorten van het monitoringsprogramma: Bonte strandloper, Rosse Grutto, Tureluur en Wulp.
- Het overzicht van conversiefactoren uit te breiden om de prooibiomassa's in het dieet van bovengenoemde soorten te kunnen bepalen en een nauwkeuriger seizoensschatting te maken.
- De benadering van het WadMap model aan te scherpen (incl. opnamesnelheden / kritische periode)

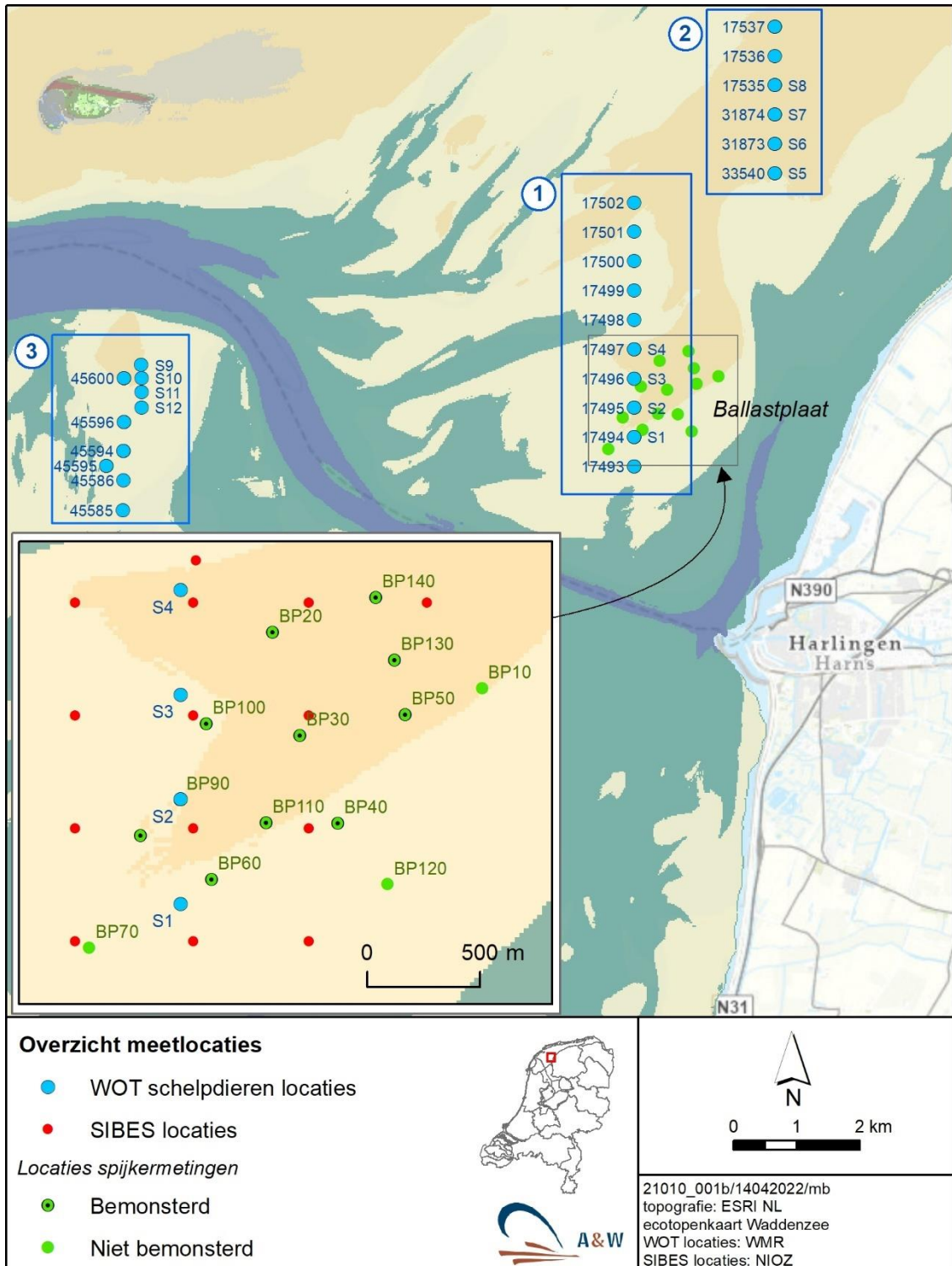
- Het versgewicht (inclusief schelp) van de schelpdieren te bepalen om een betere vergelijking te kunnen maken met de data van de monsterlocaties op Ballastplaat van de WOT-schelpdierensurvey.
- Nader onderzoek te doen naar de variatie van prooibiomassa's en de factoren die daarop van invloed zijn om zinvolle verbeteringen door te voeren

5 Literatuur

- 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
- 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. EcoCurves rapport 31, EcoCurves BV, Haren. 29 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 Huidige benthosbemonsteringspunten t.o.v. monitoringsprogramma's Waddenzee



Bijlage Figuur 1-1. Overzicht meetlocaties bestaande litorale benthosmonitoringsprogramma's en de bemonsterde spijkerclocaties tijdens de decemberpilot. WOT-monsterlocaties 1, 2 en 3 liggen binnen het invloedgebied.

Bijlage 2 Overzicht dieet Scholekster, Kanoet, Bergeend

Bijlage Tabel 2-1 Overzicht proisoorten en beschikbare grootteklasses voor Scholekster, Kanoet en Bergeend. XX: stapelvoedsel, X: aanvullende voedselbronnen, +: sporadische voedselbronnen (Ens et al. 2015; Ens et al. 2016; Ens et al. 2021)

Type	Proisoort	Wet. Naam	Scholekster (grootteklasse (mm))	Kanoet (grootteklasse (mm))	Bergeend		
Schelpdier	Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	+	X	X		
	Tere dunschaal	<i>Abra tenuis</i>		X	X		
	Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	XX	10-30	XX	5-12	X
	Amerikaanse zwaardschede	<i>Ensis directus</i>	XX				
	Wadslakje	<i>Hydrobia ulva</i>			XX		XX
	Alikruikje	<i>Littorina littorea</i>	+		+		+
	Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	XX	15-25	XX	5-16	XX
	Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	XX	15-40	X	7-17	+
	Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	XX	20-45	+	4-21	X
	Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	XX	20-30	X	6-19	X
Tere platschelp	<i>Tellina tenuis</i>			X			
Kreeftachtige	Slijkgarnaal	<i>Corophium</i> sp.		+		XX	
	Vlokreeftjes	<i>Gammarus</i> sp.				X	
Worm	Ambergele zeeduizendpoot	<i>Alitta succinea</i>	+				
	Wadpier	<i>Arenicola marina</i>	X				
	Slangpier	<i>Capitella capitata</i>				X	
	Rode draadworm	<i>Heteromastus filiformis</i>				X	
	Schelpkokerworm	<i>Lanice concheliga</i>	+				
	Gewone groenworm	<i>Marenzelleria viridis</i>				X	
	Zandzager	<i>Nephtys hombergii</i>				X	
	Veelkleurige zeeduizendpoot	<i>Nereis diversicolor</i>	X		+	X	
	Wapenworm	<i>Scoloplos armiger</i>	+				
	'kleine wormen'				+	X	

Bijlage 3 Benthosdichtheid en biomassa AFDW Ballastplaat

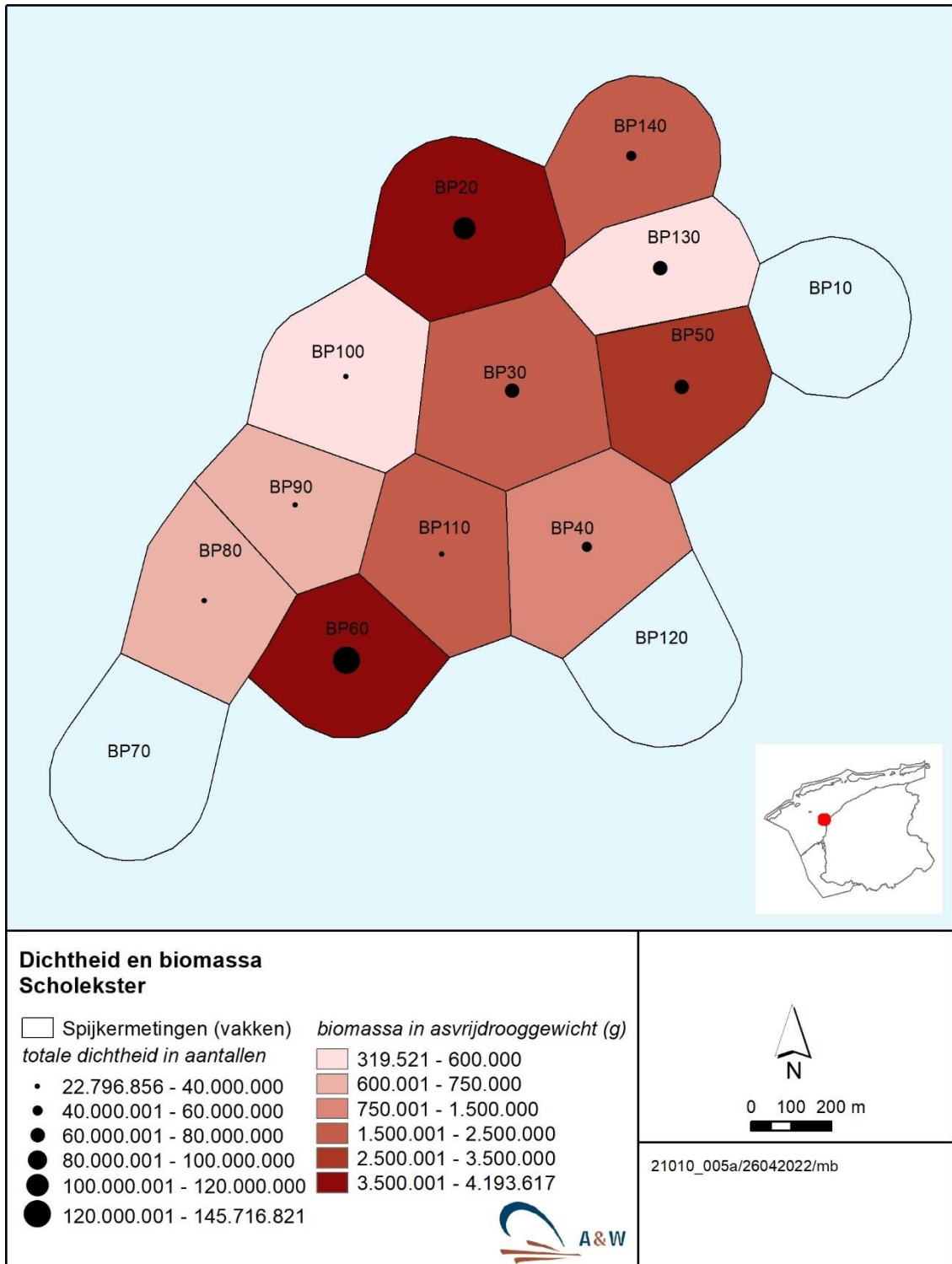
Bijlage Tabel 3-1 Benthosdichtheid (aantal per m²) per monsterlocatie op de Ballastplaat bemonsterd tijdens de decemberpilot (2021)

Type	Soort	BP20	BP30	BP40	BP50	BP60	BP80	BP90	BP100	BP110	BP130	BP140	Gemiddelde
Schelpdier	<i>Cerastoderma edule</i>	509,3	127,3	0,0	254,6	827,6	0,0	63,7	63,7	222,8	63,7	127,3	205,5
	<i>Hydrobia ulvae</i>	8912,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1273,2	127,3	937,6
	<i>Macoma balthica</i>	222,8	159,2	63,7	191,0	63,7	127,3	95,5	127,3	127,3	127,3	127,3	130,2
	<i>Mya arenaria</i>	127,3	63,7	127,3	95,5	191,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,7	60,8
Kreeftachtige	<i>Corophium sp.</i>	0,0	3183,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	382,0	0,0	6716,3	5220,3	1409,2
Worm	<i>Heteromastus / Capitella</i>	382,0	0,0	827,6	0,0	1432,4	254,6	1305,1	2164,5	1400,6	0,0	0,0	706,1
	<i>Lanice conchilega</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	127,3	63,7	127,3	0,0	0,0	0,0	28,9
	<i>Marenzelleria viridis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	127,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6
	<i>Nereis diversicolor</i>	127,3	191,0	286,5	254,6	382,0	222,8	191,0	222,8	127,3	509,3	191,0	246,0
	<i>Pygospio elegans</i>	0,0	5092,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	859,4	0,0	3183,1	0,0	830,5
	<i>Scoloplos armiger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	254,6	0,0	23,1
	<i>Kleine wormpjes</i>	2291,8	0,0	3405,9	127,3	3183,1	0,0	5092,9	4488,2	3151,3	0,0	1782,5	2138,5
Som		12573,2	8817,2	4711,0	923,1	6079,7	859,4	6811,8	8435,2	5029,3	12127,6	7639,4	

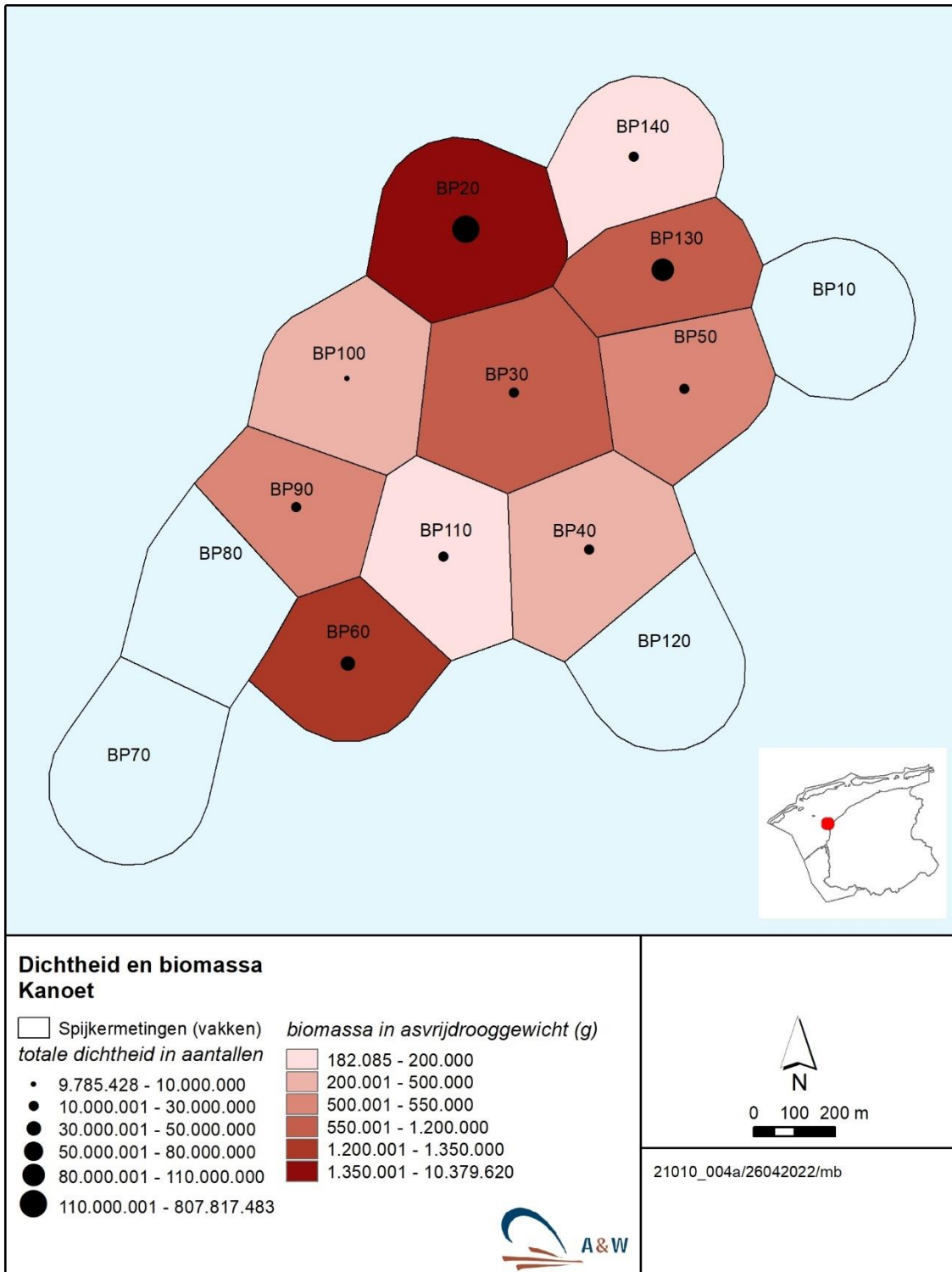
Bijlage Tabel 3-2 Benthosbiomassa (gr AFDW per m²) per monsterlocatie op de Ballastplaat bemonsterd tijdens de decemberpilot (2021)

Type	Soort	BP20	BP30	BP40	BP50	BP60	BP80	BP90	BP100	BP110	BP130	BP140	Gemiddelde
Schelpdier	<i>Cerastoderma edule</i>	17,9	5,1	0	13,9	29,2	0	2	0,2	8,6	2,7	7,8	7,9
	<i>Hydrobia ulvae</i>	107	0	0	0	0	0	0	0	0	15,3	1,5	11,3
	<i>Macoma balthica</i>	6	7,7	2,8	6,5	2,2	6	4,4	5,6	6,8	3,5	6,4	5,3
	<i>Mya arenaria</i>	10,5	2,6	6,9	4	6,7	0	0	0	0	0	9,5	3,7
Kreeftachtige	<i>Corophium sp.</i>	0	213,1	0	0	0	0	0	2,1	0	62,2	98,2	34,1
Worm	<i>Heteromastus / Capitella</i>	0,8	0	8,8	0	3	1,4	2,7	10,5	2,9	0	0	2,7
	<i>Lanice conchilega</i>	0	0	0	0	0	2	0,4	2,6	0	0	0	0,5
	<i>Marenzelleria viridis</i>	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,0
	<i>Nereis diversicolor</i>	0,6	1,5	2,2	2,2	2,1	1,7	2,1	0,5	0,5	3,6	1,4	1,7
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0,1
Som		142,8	230	20,7	26,6	43,2	11,4	11,6	21,5	18,8	88,2	124,8	

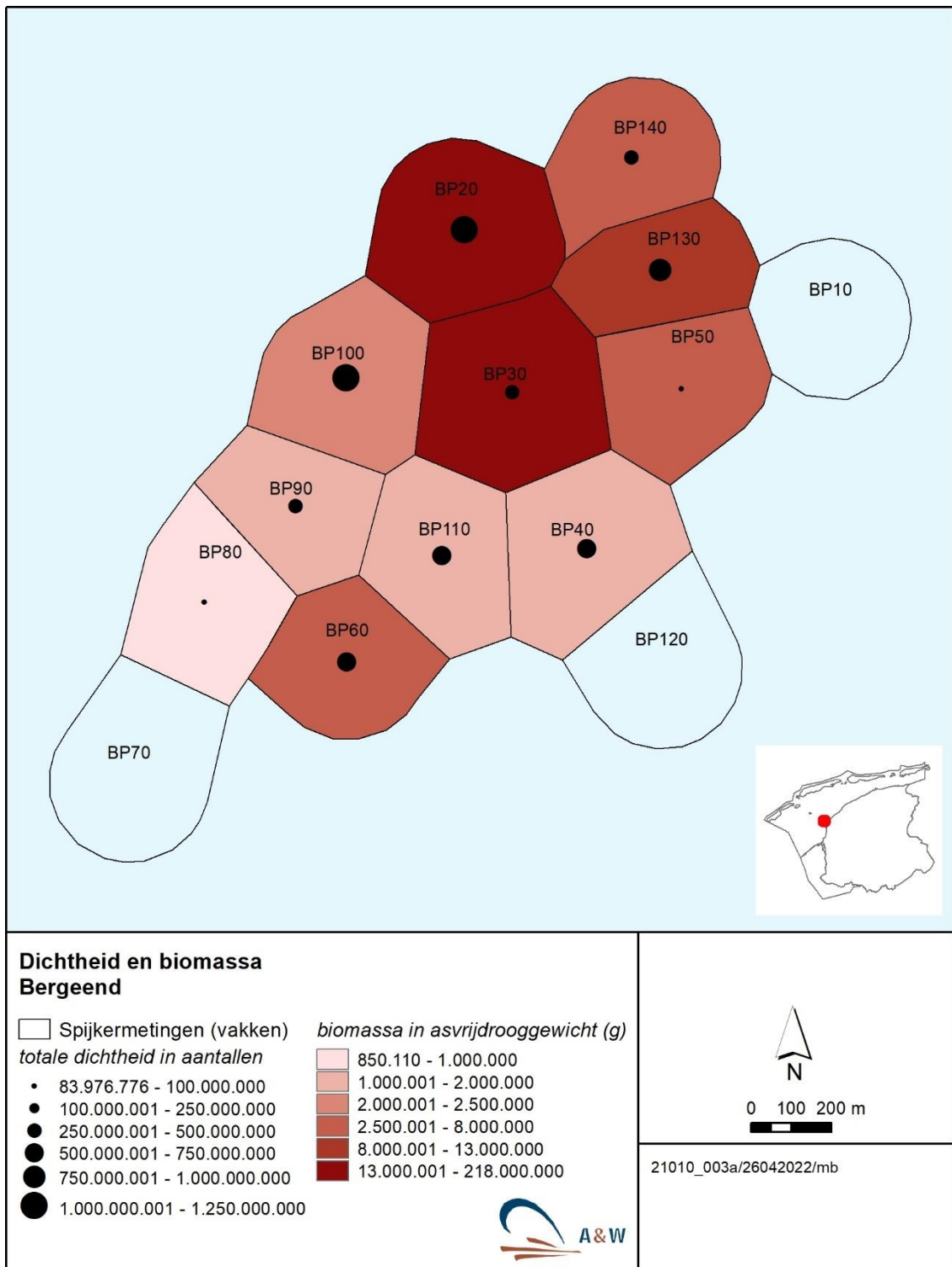
Bijlage 4 Ruimtelijke verspreiding prooidichtheid en -biomassa



Bijlage Figuur 4-1 Prooidichtheid- (aantallen) en biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Scholekster op de Ballastplaat bemonsterd tijdens de decemberpilot (2021)



Bijlage Figuur 4-2 Prooidichtheid- (aantallen) en biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Kanoet op de Ballastplaat bemonsterd tijdens de decemberpilot (2021)



Bijlage Figuur 4-1 Prooidichtheid- (aantallen) en biomassa (gr AFDW) per oppervlakte deelgebied voor de Bergeend op de Ballastplaat bemonsterd tijdens de decemberpilot (2021)

Bijlage 5 Overzicht data SIBES-bemonstering

Bijlage Tabel 5-1 Gemiddelde dichtheid (aantal per m²) en biomassa (g AFDW/m²) van benthossoorten in de SIBES bemonstering van de Ballastplaat in de zomer van 2019.

Type	NL naam	Soort	N/m ²	g AFDW/m ²
Schelpdier	Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	13,3	0,0
	Amerikaanse zwaardschede	<i>Ensis leei</i>	8,0	0,0
	Nonnetje	<i>Limecola balthica</i>	167,9	3,1
	Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	70,2	0,6
	Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	4,4	0,0
	Kreeftachtige	Slijkgarnaal	<i>Corophiidae</i>	1523,5
Gewone garnaal		<i>Crangon</i>	19,1	0,1
Worm	Wadpier	<i>Arenicola marina</i>	12,4	1,3
	Slangpier	<i>Capitella sp.</i>	275,4	0,1
	-	<i>Cirratulidae</i>	6092,7	1,4
	Groengele wadpier	<i>Eteone longa</i>	969,6	0,6
	Veelkleurige zeeduizendpoot	<i>Hediste diversicolor</i>	154,6	2,7
	Rode draadworm	<i>Heteromastus filiformis</i>	2173,5	3,7
	Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	46,6	0,1
	Gewone groenworm	<i>Marenzelleria viridis</i>	12,4	0,1
	Borstelwormen	<i>Nereididae</i>	31,1	0,0
	Ringwormen	<i>Oligochaeta</i>	257,6	0,0
	Gestippelde dieseltreinworm	<i>Phyllodoce mucosa</i>	5,3	0,0
	Zandpijp	<i>Pygospio elegans</i>	9062,7	1,5



Adres

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

www.altwym.nl

Adres Amsterdam

Gebouw Matrix II,
Science Park 400/K1.08/1.09
1098 XH Amsterdam