

Inventarisatie voedselbeschikbaarheid Klutenplas Westernieland 2021

Effecten van abiotiek en seizoensdynamiek

A&W-rapport 21-079



in opdracht van



**Het Groninger
Landschap**

Dit project is onderdeel van:



In het meerjarige samenwerkingsprogramma 'Wij&Wadvogels' werken Het Groninger Landschap, It Fryske Gea, Landschap Noord-Holland, Natuurmonumenten, Rijksuniversiteit Groningen, Staatsbosbeheer, The Fieldwork Company, Vogelbescherming Nederland en de Waddenvereniging aan het herstel van gezonde vogelpopulaties in het Waddengebied. 'Wij&Wadvogels' wordt mogelijk gemaakt door financiering door het Waddenfonds, het Ministerie van LNV en de drie Waddenprovincies.

Samenwerkingsverband Wij&Wadvogels



rijksuniversiteit
groningen



Het Groninger
Landschap

the fieldwork company



Wij&Wadvogels wordt mogelijk gemaakt door:



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

provinsje fryslân
provincie fryslân



provincie
groningen



Provincie
Noord-Holland

Inventarisatie voedselbeschikbaarheid Klutenplas Westernieland 2021

Effecten van abiotiek en seizoensdynamiek

A&W-rapport 21-079

N. Fieten

Foto Voorplaat

Westelijk deel Klutenplas Westernieland, mei 2021, N. Fieten

N. Fieten 2022

Inventarisatie voedselbeschikbaarheid Klutenplas Westernieland 2021. Effecten van abiotiek en seizoensdynamiek.

A&W-rapport 21-079, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Opdrachtgevers**Het Groninger Landschap**

Postbus 199

9750 AD Haren

Telefoon 050 313 59 01

Uitvoerder**Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv**

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Sciencepark 400, Matrix II, k1.08/1.09

1098 XH Amsterdam

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

www.altwym.nl

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het deelproject 'Pilot handelingsperspectief broedsucces vastelandskust' uit het Programma Wij&Wadvogels van Vogelbescherming Nederland.

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

Projectnummer

21-079

Projectleider

N. Fieten

Status

Eindrapport

Autorisatie

Goedgekeurd

Paraaf

A. Rippen

Datum

03-06-2022

Kwaliteitscontrole

J. Loonstra

Paraaf

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel- en vraagstelling	1
2	Methode	3
2.1	Gebiedsbeschrijving en beheer	3
2.2	Onderzoeksopzet en monitoring	5
2.3	Inventarisatie voedselbeschikbaarheid	6
2.4	Monitoring abiotische condities	7
2.5	Terreingebruik en gedrag	9
2.6	Data verwerking en analyse	9
3	Resultaten	12
3.1	Abiotische fluctuaties door het seizoen	12
3.2	Relatie voedselbeschikbaarheid en abiotiek	15
3.3	Terreingebruik en gedrag	19
3.4	Verschillen 2020 vs. 2021	20
4	Discussie en conclusie	24
4.1	Relatie voedselbeschikbaarheid, abiotiek en seizoensdynamiek	24
4.2	Belang slikranden voor voedselbeschikbaarheid	26
4.3	Verschillen 2020 en 2021	26
4.4	Conclusies en advies	27
5	Literatuur	28
<i>Bijlage 1</i>	<i>Biomassa regressiecoëfficiënten</i>	<i>30</i>
<i>Bijlage 2</i>	<i>Grafieken voedselbeschikbaarheid</i>	<i>31</i>
<i>Bijlage 3</i>	<i>Grafieken terreingebruik en gedrag</i>	<i>33</i>
<i>Bijlage 4</i>	<i>Gebiedsimpresie</i>	<i>35</i>

Dankwoord

Veel dank aan Arjan Hendriks (Het Groninger Landschap), als opdrachtgever voor dit project en beheerder van het gebied, voor het delen van zijn kennis en ervaring van het gebied en bijdrage tijdens overleggen, het faciliteren van het veldwerk door o.a. de aanschaf van de paramultimeter voor het meten van de abiotische condities en de organisatie voor de opzet van het weerstation. Dank ook aan Bob Jonge Poerink (Ecosensys) voor zijn tijd en kennis tijdens overleggen, het meedenken met de onderzoeksopzet samen met Kees Koffijberg (Sovon) en het opzetten en uitlezen van het weerstation. Speciale dank aan Annemieke Borsch (stagiaire Van Hall Larenstein) voor haar positieve inzet en waardevolle hulp bij het verzamelen van de data in het veld. Jorien Rippen (Van Hall Larenstein) heeft geholpen bij de laatste bemonstering. Tot slot wil ik Jelle Loonstra (Altenburg & Wymenga) bedanken voor zijn hulp bij de statistische analyse en zijn constructieve feedback op het onderzoek en de rapportage.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van het overkoepelende project Wij & Wadvogels is de pilot 'Handelingsperspectief broedsucces vastelandskust' opgezet. Binnen deze pilot wordt onder andere door middel van veldonderzoek de basis gelegd voor het schrijven van een handelingsperspectief voor beheerders om daarmee het broedsucces langs de vastelandskust van de Waddenzee te verhogen. Een van de thema's waar de pilot zich op richt is de voedselbeschikbaarheid als een van de sturende factoren voor het broedsucces van kustvogels, waaronder de Kluut.

In het broedseizoen van 2020 is het voedselaanbod voor Kluten binnen vijf verschillende binnendijkse en buitendijkse broedgebieden langs de noord Nederlandse kust geïnventariseerd (Fieten & Bos 2021). Daarnaast zijn waarnemingen gedaan aan het terreingebruik en gedrag van pullen, zijn abiotische waarden gemeten en is het dieet van klutenpullen middels DNA-analyse onderzocht om vast te stellen welk deel van het voedselaanbod ook daadwerkelijk gegeten wordt.

In het algemeen voor alle gebieden bleek uit de dieet data dat insecten en kreeftachtigen belangrijke voedselcomponenten vormen voor klutenpullen en dat de dichtheid van zeeduizendpoten hoger is in gebieden met een hogere saliniteit (Fieten & Bos 2021). De pullen foerageerden voornamelijk in ondiep water en langs de oever op de slikranden met pikbewegingen, mogelijk op insecten. Uit de resultaten kwam verder naar voren dat in Klutenplas Westernieland het voedselaanbod in de vorm van vliegende insecten en benthische- en waterdieren aanzienlijk lager was ten opzichte van andere gebieden. Daarnaast was er een opvallend verschil zichtbaar tussen het westelijke deel van het gebied en het oostelijke deel van het gebied. Zo was er nauwelijks tot geen voedsel in de vorm van benthische dieren aanwezig in het westelijke deel van de plas ten opzichte van het oostelijke deel en was het oostelijke deel sterk brakker dan het westelijke deel.

Gedurende het seizoen is daarnaast massale sterfte van klutenkuikens vastgesteld. Het ging hier om 20 dode kuikens van verschillende leeftijdsklassen en verschillende mate van decompositie, allen sterk vermagerd (De Boer 2020). Dit zou een direct gevolg kunnen zijn van een gebrek aan voedsel binnen het gebied, wat mogelijk een ecologische val kan vormen voor deze gevoelige soort.

De voedselbeschikbaarheid is afhankelijk van abiotische condities, die gedurende een seizoen sterk kunnen fluctueren. Om inzicht te krijgen in de fluctuaties van abiotische condities en de mogelijke invloed hiervan op het voedselaanbod in Klutenplas Westernieland is opdracht verleend aan A&W voor aanvullende bemonstering gedurende het seizoen.

1.2 Doel- en vraagstelling

Het doel van dit project is inzicht krijgen in de fluctuaties in de abiotische condities en het voedselaanbod voor klutenpullen in Klutenplas Westernieland gedurende de kuikenperiode. Hiervoor is een reeks van meerdere bemonsteringen in de tijd genomen van het voedselaanbod en zijn er verschillende abiotische condities gemeten om fluctuaties inzichtelijk te maken.

In het onderzoek staan de volgende onderzoeksvragen centraal:

- Wat is de relatie tussen het voedselaanbod en de abiotiek (temperatuur, saliniteit en waterstand) gedurende het verloop van het kuikenseizoen?

Deelvragen:

- Wat is de voedselbeschikbaarheid in de vorm van insecten op droogvallende slikranden?
- Bestaat er een verschil in voedselbeschikbaarheid tussen het kuikenseizoen in 2020 en 2021?

2 Methode

2.1 Gebiedsbeschrijving en beheer

De Klutenplas bij Westernieland is een binnendijs brakwatergebied beheerd door Het Groninger Landschap en is gelegen aan de Groninger Noordkust (Figuur 2-1). Het gebied heeft een oppervlakte van ca. 17 ha en kan onderverdeeld worden in een westelijk- en oostelijk deel.

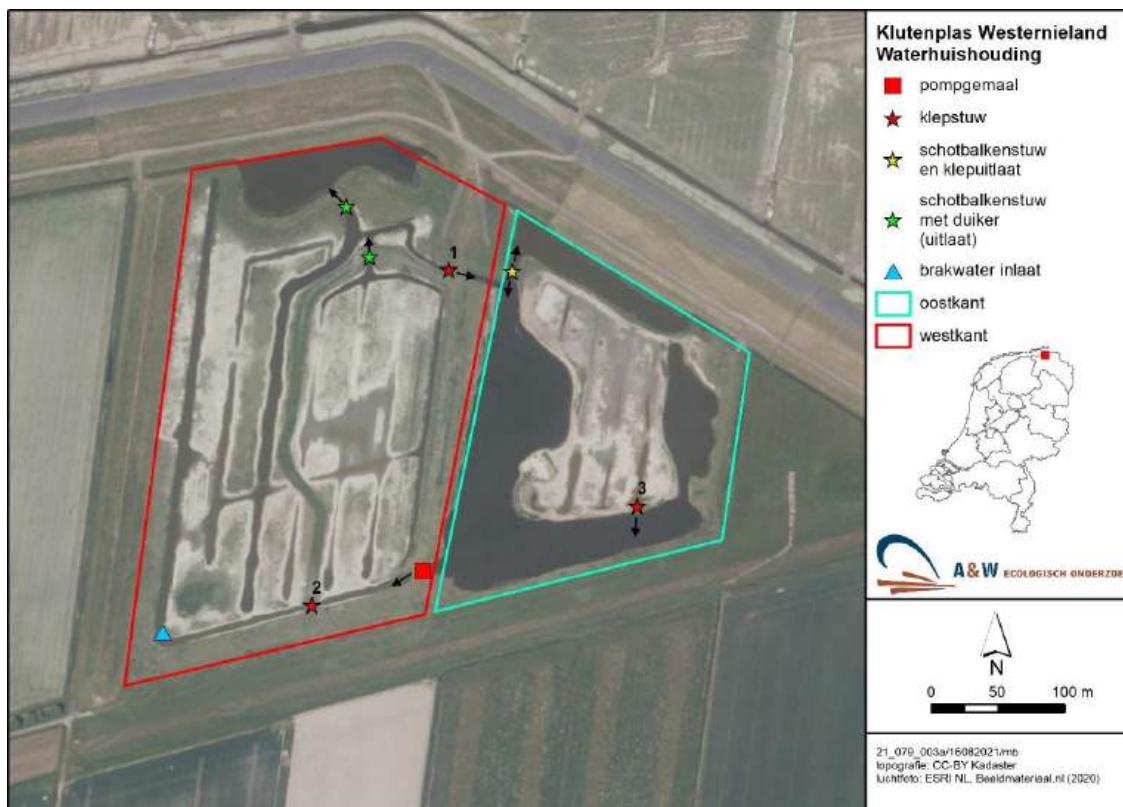


Figuur 2-1 Ligging Klutenplas Westernieland en locatie westelijk- en oostelijk deel.

Het oostelijke deel (ca. 6 ha) is ontstaan in 1986 als gevolg van kleiwinning voor het ophogen van de zeedijk. Dit oostelijke deel wordt gevoed met brakke kwel. Later is aan de westkant ruim 11 ha landbouwgrond aangekocht en ingericht in 2005. In dit westelijke deel zijn slenken en diepere plassen gegraven. In 2014 is in het gebied een herinrichting uitgevoerd om de omstandigheden voor de vogels in het gebied verder te verbeteren. Onderdeel van de herinrichting was het verbinden van het oostelijke- en westelijke deel door de plaatsing van een pompemaal met stuwtejes en inlaten, waarmee water uit het oostelijke deel naar het westelijke deel gepompt kan worden (Figuur 2-2). Hierdoor kunnen fluctuaties in het waterpeil en saliniteit beter gereguleerd worden waardoor brakke vegetatie kan worden gestimuleerd en slikkige oevers kunnen ontstaan, wat gunstig is voor de foerageeromstandigheden voor o.a. jonge kluten pullen. Doordat onder de oostkant van de klutenplas een zoute kwel zit komen zout minnende planten voor in het gebied zoals zee kraal en schijnspruie. In de winter wordt de Klutenplas onder water gezet om brakke vegetaties te stimuleren en ongewenste plantensoorten tegen te gaan. Om verruiging te voorkomen wordt gemaaid en vindt begrazing door schapen plaats.

Daarnaast is in het oostelijke en westelijke deel lokaal een schelpenlaag aangebracht als broedhabitat voor Kluut, plevieren en sterns. In 2021 zijn in het oostelijke deel enkele nieuwe schelpenstrandjes aangelegd en zijn de oude schelpenstrandjes voorzien van een nieuwe laag schelpen.

Daarnaast is van 30-4-2021 t/m 10-8-2021 brak water (psu 8,8 in juli 2021) vanuit een sloot van het aangrenzende landbouwgebied ten westen van de Klutenplas in het gebied gepompt. Dit was een proef om te kijken of er d.m.v. de pomp voorkomen kon worden dat het gemaal Verhorn zouter water zou verpompen richting het zoetwatersysteem Noordpolderkanaal. Het waterpeil was hierdoor gedurende het broedseizoen ca. 15-20 cm hoger dan voorgaande jaren.



Figuur 2-2 Overzichtskartaal waterhuishouding Klutenplas Westernieland

2.2 Onderzoeksopzet en monitoring

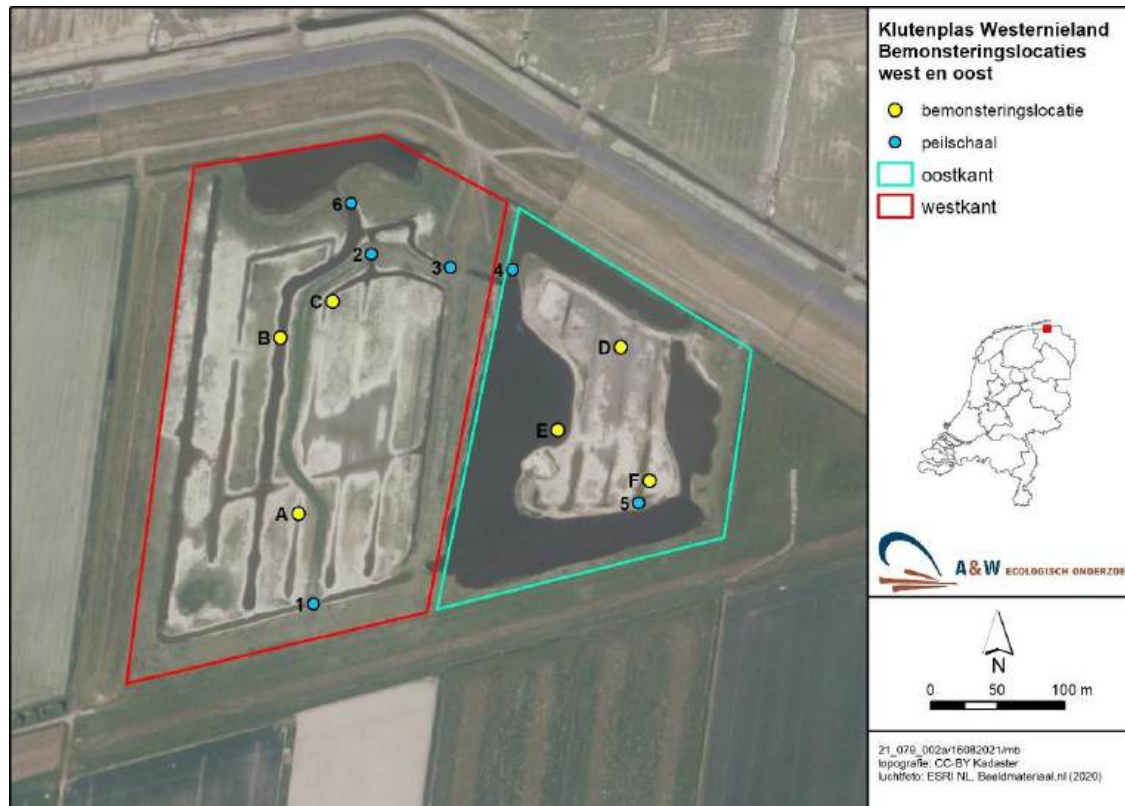
Om de fluctuaties van de voedselbeschikbaarheid in Klutenplas Westernieland voor klutenpullen in beeld te brengen zijn in totaal zes bemonsteringslocaties vastgesteld voor inventarisatie van de voedselbeschikbaarheid en de monitoring van abiotische condities (A t/m E): drie in het westelijke deel en drie in het oostelijke (Figuur 2-3). De bemonsteringslocaties zijn representatief voor de aanwezige land/waterovergangen, slikrandjes en waterpartijen.

Elke locatie is vier maal tijdens het seizoen bemonsterd om zowel de fluctuaties in biotiek (levende organismen = voedselbeschikbaarheid) (paragraaf 2.3) als abiotiek (paragraaf 2.4) in het gebied in kaart te kunnen brengen (Tabel 2-1). Per bemonsteringsronde- en locatie zijn drie deelmonsters genomen om potentieel voedsel in de vorm van bodemdieren (macrozoöbenthos: hierna gerefereerd als '*benthos*') te bepalen. Daarnaast is per bemonsteringsronde- en locatie een monster genomen voor de bepaling van voedsel in de vorm van brakwater macrofauna levend in de waterkolom (hierna gerefereerd als '*plankton*') en insecten ('vliegend' en 'kruipend'). Tevens is per ronde van alle bemonsteringslocaties de watertemperatuur, het zoutgehalte (saliniteit) en de pH gemeten. Om inzicht te krijgen in de fluctuaties in waterpeil is tijdens de bemonsteringsrondes tevens het waterpeil gemeten aan de hand van de in het gebied aanwezige peilschalen. Vanaf 15 mei zijn daarnaast continu de weersomstandigheden in het gebied gemeten door middel van een in het gebied geïnstalleerd weerstation. Voorafgaand aan de bemonsteringen is er tijd besteed aan het doen van waarnemingen m.b.t. het terreingebruik en gedrag van klutenpullen.

Om fluctuaties in het gebied beter te kunnen duiden zijn wanneer mogelijk de abiotische condities op meerdere momenten tussen de vaste bemonsteringsrondes door gemeten. Tevens is het terreingebruik en gedrag op meerdere momenten gedurende het seizoen geobserveerd en genoteerd (paragraaf 2.5).

Tabel 2-1 . Overzicht van bemonsteringslocaties, datum, monitoringsonderdeel (abiotiek (A), biotiek (B) en terreingebruik en gedrag (G) en bemonsterde stations in Klutenplas Westernieland 2021.

Bemonsterings-ronde	Datum	Onderdeel	Bemonsterings-locatie	Peilschaal	Naam
1	21-04-21	A		1, 2, 3, 4, 5, 6	A. Borsch, N. Fieten
	11-05-21	A+B	A, B, C, D, E	1, 2, 3, 4, 5, 6	A. Borsch, N. Fieten
2	28-05-21	A+B+G	A, B, C, D, E	1, 2, 3, 4, 5, 6	A. Borsch, N. Fieten
	31-05-21	G			A. Borsch
	04-06-21	A+G	A, B, C, D, E	1, 2, 3, 4, 5, 6	A. Borsch, N. Fieten
	08-06-21	A+G	A, B, C, D, E	1, 2, 3, 4, 5, 6	A. Borsch, N. Fieten
	10-06-21	G			A. Borsch
3	14-06-21	A+B+G	A, B, C, D, E		A. Borsch, N. Fieten
	17-06-21	A+G	A, B, C, D, E	1, 2, 3, 4, 5, 6	A. Borsch
4	09-07-21	A+B+G	A, B, C, D, E	1, 2, 3, 4, 5, 6	N. Fieten, J. Rippen



Figuur 2-3 Ligging bemonsteringslocaties en peilschalen in Klutenplas Westernieland

2.3 Inventarisatie voedselbeschikbaarheid

Benthos en plankton

Om inzicht te krijgen in de voedselbeschikbaarheid voor klutenpullen in de vorm van benthos zijn binnen het onderzoeksgebied per bemonsteringsronde en per locatie met behulp van een PVC steekbuis (Ø 10 cm, diepte 5 cm), welke vacuüm getrokken kan worden, drie bodemonsters genomen (totaal 18 per bemonsteringsronde). De benthosmonsters zijn, om langere verstoring te voorkomen, achter de dijk aan de kwelder met omgevingswater uitgezeefd middels een 0,1 mm zeef (Figuur 2-4). Mogelijk voedsel in de vorm van plankton is bemonsterd middels een macrofaunanet (maaswijdte 0,5 mm), waarbij een monster is genomen per bemonsteringslocatie per ronde.

Zowel de benthos- als de planktonmonsters zijn vervolgens geconserveerd met 70% alcohol, bewaard in de koelkast en maximaal drie dagen na het verzamelen geanalyseerd onder een binoculair. Alle organismen die zich in de monsters bevonden zijn geteld, op een gestandaardiseerde wijze gemeten (Zwarts 1988) en waar mogelijk tot op soortniveau gedetermineerd.

Insecten: plakstrips

Om te bepalen wat de voedselbeschikbaarheid is voor klutenpullen anders dan wat zich in de waterbodem en de waterkolom bevindt, zijn tevens insecten in het gebied bemonsterd. Voor de bemonstering van vliegende insecten is per ronde en bemonsteringslocatie een insecten

plakstrip (Brimex, 25 x 10 cm; verdeeld in 6 vakken) in het veld gezet, met oriëntatie in noordelijke richting. Plakstrips zijn felgele kleverige strips waaraan vliegende insecten blijven plakken, de gele kleur lokt insecten (Figuur 2-4). Hiermee is in beeld gebracht of er vliegende insecten aanwezig zijn op en nabij de waterranden en in welke aantallen. Na 2 tot 4 dagen zijn de plakstrips uit het veld gehaald en bewaard in de vriezer tot nadere analyse. Het plaatsen en ophalen van de strips is waar mogelijk gecombineerd met reguliere veldbezoeken door beheerders en andere veldwerkers om extra verstoring te vermijden. Per plakstrip zijn van alle zes vakken (totaal 10 x 18 cm) de aantallen insecten geteld, verdeeld in grootteklassen (klein: 0-4 mm; middel 4-8 mm; groot: >8 mm) en gedetermineerd tot op orde of familie niveau.

Insecten: kruimeldief

Om beter inzicht te krijgen in de beschikbare kruipende insecten en andere geleedpotigen voor klutenpullen zijn per bemonsteringslocatie insecten bemonsterd die voorkomen op en nabij de slikrandjes en vegetatierand (hierna gerefereerd als 'kruipende insecten'). Hiervoor is een frame van 40 x 40 cm op het slik geplaatst en zijn de zich daarbinnen bevindende insecten opgezogen door middel van een kruimeldief. De insecten zijn tot nadere analyse bewaard op 70% alcohol. Per monster zijn de aantallen insecten geteld, verdeeld in grootteklassen (klein: 0-4 mm, medium: 4-8 mm en groot: >8 mm) en gedetermineerd tot op orde, familie of waar mogelijk op geslachtsniveau.



Figuur 2-4 Links: Uitzeven benthosmonsters; Rechts: Insectenplakstrip in het veld (Foto's: N. Fietsen)

2.4 Monitoring abiotische condities

De voedselbeschikbaarheid is mede afhankelijk van de abiotische omstandigheden in een gebied. Om te kunnen bepalen hoe de voedselbeschikbaarheid afhangt van fluctuaties in abiotiek zijn verschillende abiotische parameters gemeten, welke staan weergegeven in tabel 2-2.

Tabel 2-2 Overzicht gemeten abiotische parameters

Multiparameter	Peilschaal	Weerstation
Saliniteit (psu)	Waterpeil (cm + NAP)	Luchtvochtigheid (%)
Watertemperatuur (°C)		Temperatuur (°C)
pH		Neerslag (mm)
Zuurstofgehalte (%)*		Windsnelheid (km/u)
		Windrichting (°)
		Windstoten (km/u)

*De gemeten waarden voor het zuurstofgehalte zijn door incorrecte kalibratie van de multimeter niet meegenomen in de data-analyse (zie paragraaf 2.6).

De saliniteit, watertemperatuur, pH en het zuurstofgehalte van het oppervlaktewater in het gebied zijn per bemonsteringslocatie over de tijd gemeten met een multiparameter (Hanna Instruments HI98194 met HI7698194 sonde), waarbij de sensor ca. 10 cm diep in het water is gehouden (Figuur 2-5). In aanvulling op de vaste bemonsteringsrondes zijn deze parameters op drie extra momenten gedurende het seizoen gemeten om beter inzicht te krijgen in de abiotische fluctuaties (zie tabel 2-1).

Om het mogelijke effect van waterdiepte en uitdroging te kunnen bepalen is daarnaast de stand van het water aan de hand van de peilschalen in het westelijke en oostelijke deel van het gebied gemeten. Naast de vaste bemonsteringsrondes is het waterpeil op drie extra momenten gemeten (zie tabel 2-1).

In aanvulling op bovengenoemde parameters is een weerstation in het gebied geplaatst waarmee vanaf 15 mei t/m 15 juli elke tien minuten de luchtvochtigheid, temperatuur, neerslag, windsnelheid is gemeten. De neerslagdata bleek achteraf niet goed geregistreerd, waardoor voor de analyse neerslagdata is gebruikt van het KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut).



Figuur 2-5 Links: Meten abiotische waarden met multiparameter; Rechts: Locatie peilschaal (Foto's: N. Fietsen)

2.5 Terreingebruik en gedrag

Gedurende het kuikenseizoen zijn op acht momenten waarnemingen gedaan m.b.t. het terreingebruik en gedrag van klutenpullen, de foerageermethodes en opnamesnelheden (zie tabel 2-1) (Figuur 2-6). Deze waarnemingen geven inzicht in de foerageerhabitats die van belang zijn voor de klutenpullen en geven een indicatie van wat er mogelijk wordt gegeten.

De waarnemingen zijn uitgevoerd vanaf de dijk rondom de Klutenplas met een telescoop (zoom 10-40 keer) of een verrekijker (vergroting 8-10 keer). Bij de waarnemingen is een klutenpul gedurende maximaal 15 minuten in het oog gehouden. Per individu is het terreingebruik van de pul (oever, ondiep water, diep water) en de methode van foerageren (pikken, zeven, grondelen) genoteerd. Ook zijn de voedselopnamesnelheden geschat, door de tijd te noteren die nodig is om 15 keer te slikken en deze om te rekenen naar aantal slikjes per minuut. Per individu is dit minimaal twee keer gedaan. Tevens is per individu de geschatte leeftijdsklasse genoteerd. De waarneemprotocollen en methoden zijn ontleend aan Joest (2003) en definities van de onderscheiden categorieën zijn daar desgewenst te vinden.



Figuur 2-6 Links: Foeragerende pullen en hun ouders; Rechts: Observaties vanaf de dijk middels een telescoop (Foto's N. Fieten)

2.6 Data verwerking en analyse

Biomassa bepaling

Om een betere inschatting te kunnen geven van de voedselbeschikbaarheid zijn de gemeten alcoholhollengtes (in mm) van de bemonsterde benthos, plankton en insecten omgerekend naar biomassa in mg drooggewicht (DW) op basis van in literatuur geanalyseerde regressie coëfficiënten (zie Bijlage 1). De volgende formules zijn hiervoor toegepast.

- 1) $DW = a \cdot (\text{lengte})^b$
- 2) $\ln(DW) = \ln(a) + b \cdot \ln(\text{lengte})$

Bijlage 1 geeft een overzicht van de formules en gehanteerde regressiecoëfficiënten per soortgroep. Voor de biomassa bepaling en analyse zijn enkel mogelijke soortgroepen geselecteerd die op basis van grootte en voorkomen in de dieetanalyse van Fieten & Bos (2021) belangrijk worden geacht als prooidier voor klutenpullen. De biomassa's zijn doorerekend naar biomassa per m² voor benthos en insecten. Voor plankton zijn de biomassa's per haal met planktonnet berekend.

Benthos

In de monsters van de benthosbemonstering zijn regelmatige gebroken wormen waargenomen. Bij een dichtheidsanalyse worden doorgaans enkel de koppen van gebroken wormen geteld, om dubbeltelling te voorkomen. Echter, voor de biomassabepaling zijn de delen van gebroken wormen wel van belang. Voor de huidige analyse is daarom een schatting van de biomassa van gebroken wormen gemaakt door per monster de gemiddelde biomassa per complete worm te vermenigvuldigen met het aantal gebroken wormen met kop.

Insecten

De aantallen bemonsterde vliegende insecten en kruipende insecten, zijn ingedeeld per grootteklasse: klein (0-4 mm), gemiddeld (4-8 mm), groot (>8 mm) (zie paragraaf 2.3). Voor de lengte naar biomassabepaling is gerekend met de gemiddelde lengte van een grootteklasse met een standaarddeviatie van 2 mm: klein (2 mm), gemiddeld (6 mm), groot (10 mm). Hiermee wordt aangenomen dat de werkelijke variatie in lengte min of meer is uitgemiddeld.

Statistische analyse

De analyse en visualisatie van de ruwe data is uitgevoerd in het programma R (Version 1.3.1073, R Core team 2020). Om de relatie tussen de voedselbeschikbaarheid en abiotische condities gedurende het seizoen te kunnen duiden is gebruik gemaakt van een generalized linear model (GLM¹) en een generalized linear mixed model (GLMM²). Daarbij is rekening gehouden met de tijd door het seizoen en de variatie tussen de deelgebieden (west en oost). De verschillen in voedselbeschikbaarheid in 2020 en 2021 zijn niet statistisch getest, aangezien het in 2020 een enkel meetmoment betreft.

De onafhankelijke en afhankelijke variabelen en 'fixed' en 'random' factors die in het model zijn getoetst staan weergegeven in tabel 2-3, tevens is aangegeven wanneer er gebruikt gemaakt is van een GLM of een GLMM. Voor de toetsing per soortgroep zijn enkel soortgroepen meegenomen die regelmatig in de monsters voorkwamen. Voor de toetsing van de totale biomassa per bemonsteringsmethode is de biomassa van alle soortgroepen waarvoor de biomassa is bepaald, gesommeerd per bemonsteringslocatie. Bij een aantal bemonsteringslocaties zijn de plakstrips van insecten op sommige dagen omvergelopen door de aanwezige schapen in het gebied. Dit was het geval voor de bemonstering op 28 mei (locatie C), 14 juni (locaties A, B en C) en 9 juli (locaties B en C). De data van deze plakstrips zijn van wege de mogelijke afwijking niet meegenomen in de data-analyse. Daarnaast bleek het gemeten zuurstofgehalte onbetrouwbaar door incorrecte kalibratie en is daarom tevens niet in het model meegenomen. Ook windstoten zijn niet meegenomen, aangezien dit sterk gecorreleerd is aan windsnelheid. Windrichting is buiten beschouwing gelaten.

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Generalized_linear_model

² https://en.wikipedia.org/wiki/Generalized_linear_mixed_model

Tabel 2-3 Overzicht toetsingsvariabelen en factoren voor statistische analyse

Fixed factors	Random factors	Afhankelijke variabelen	Onafhankelijke variabelen
		<i>Biomassa</i>	<i>Abiotische condities</i>
Datum	Bemonsteringslocatie	<i>Nereis</i> (mg DW/m ² ; GLMM)	Saliniteit (psu)
Deelgebied	Deelmonster	<i>Corophium</i> (mg DW/m ² ; GLM)	Watertemperatuur (°C)
		<i>Chironomidae</i> (mg DW/m ² ; GLMM)	pH
		Plankton totaal (mg DW/haal; GLM)	Waterpeil (cm + NAP)
		<i>Corixidae</i> (mg DW/haal; GLM)	Luchtvochtigheid (%)
		<i>Mysida</i> (mg DW/haal; GLMM)	Temperatuur (°C)
		Kruipende insecten totaal (mg DW/m ² ; GLM)	Neerslag (mm)
		Kruipende insecten klein (mg DW/m ² ; GLM)	Windsnelheid (km/u)
		Kruipende insecten medium (mg DW/m ² ; GLM)	
		Vliegende insecten totaal (mg DW/m ² ; GLMM)	
		Vliegende insecten klein (mg DW/m ² ; GLMM)	
		Vliegende insecten medium (mg DW/m ² ; GLMM)	
		Vliegende insecten groot (mg DW/m ² ; GLMM)	

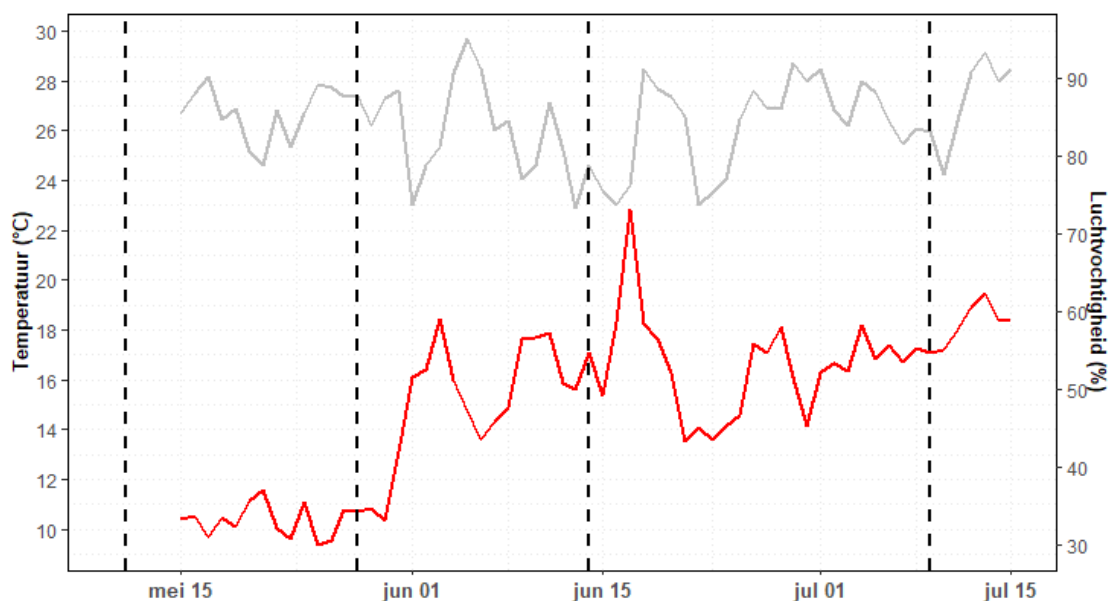
3 Resultaten

3.1 Abiotische fluctuaties door het seizoen

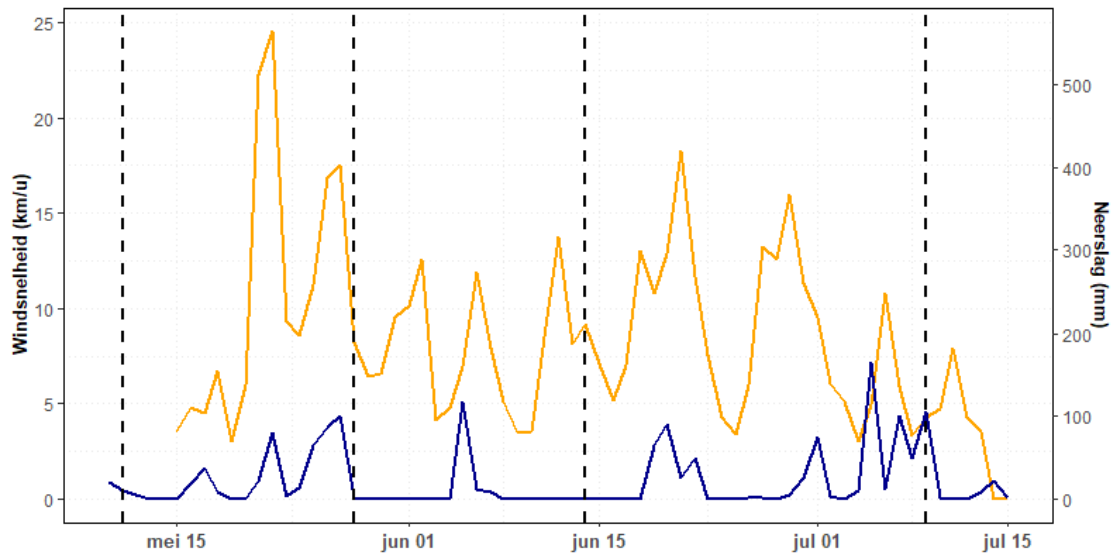
Weersomstandigheden

De weersomstandigheden in Klutenplas Westernieland zijn gemeten door het weerstation van 15 mei 2021 t/m 15 juli 2021. Figuur 3-1 geeft het verloop van de gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid per 24 uur gedurende het seizoen weer. In Figuur 3-2 staan fluctuaties van windsnelheid en neerslag weergegeven in gemiddelde per 24 uur. De momenten waarop de voedselbeschikbaarheid is bemonsterd zijn weergegeven als verticale stippellijn (11 mei, 28 mei, 14 juni en 9 juli).

De gemiddelde temperatuur varieerde tussen de 9,3 en 22,8 graden, met een piektemperatuur op 17 juni en laagste temperatuur op 25 mei. De luchtvochtigheid fluctueerde tussen de 73% en 95%. Gedurende de meetperiode zijn windsnelheden gemeten tussen de 0 en 24,5 km/u, met de minste wind op 14 en 15 juli en een piek op 22 mei. Pieken in windsnelheid werden frequent afgewisseld met dagen met weinig wind. Gedurende de monitoringsperiode is gemiddeld 23 mm neerslag gevallen. De door het KNMI maximaal gemeten neerslag was 165 mm op 5 juli.



Figuur 3-1 Fluctuaties in luchttemperatuur (°C) (rode lijn) en luchtvochtigheid (%) (grijze lijn) gemeten door het weerstation gedurende het seizoen (15 mei t/m 15 jul) weergegeven als gemiddelde per 24 uur. De vier bemonsteringsmomenten voor voedselbeschikbaarheid staan weergegeven als verticale stippellijn.



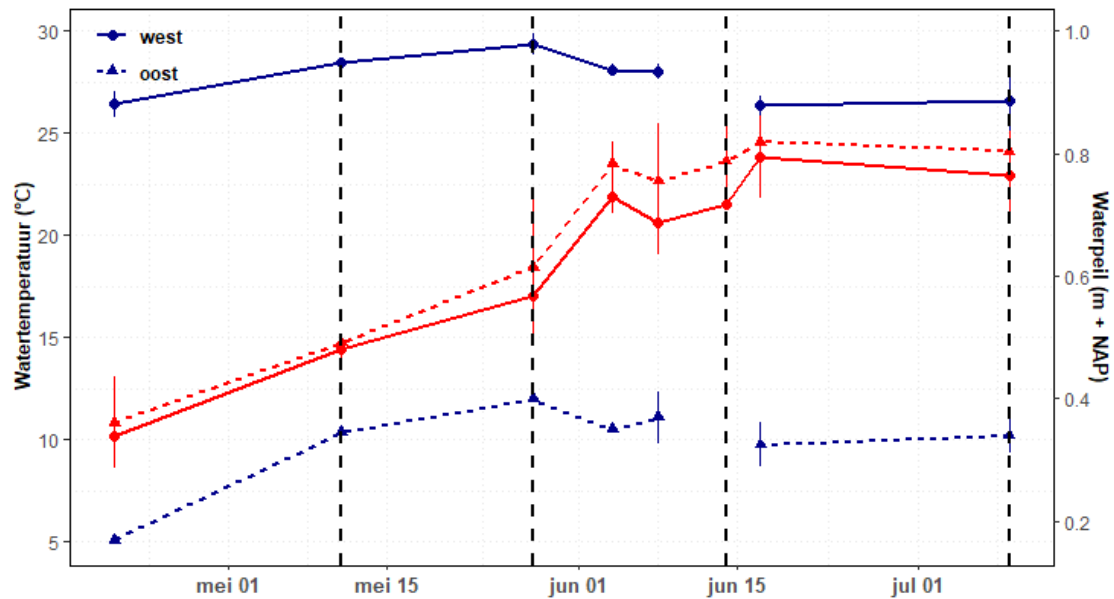
Figuur 3-2 Fluctuaties in windsnelheid (km/u) (gele lijn) gemeten door het weerstation en neerslag (mm) (donkerblauwe lijn) gemeten door het KNMI gedurende het seizoen (15 mei t/m 15 jul) weergegeven als gemiddelde per 24 uur. De vier bemonsteringsmomenten voor voedselbeschikbaarheid staan weergegeven als verticale stippellijn.

Watercondities

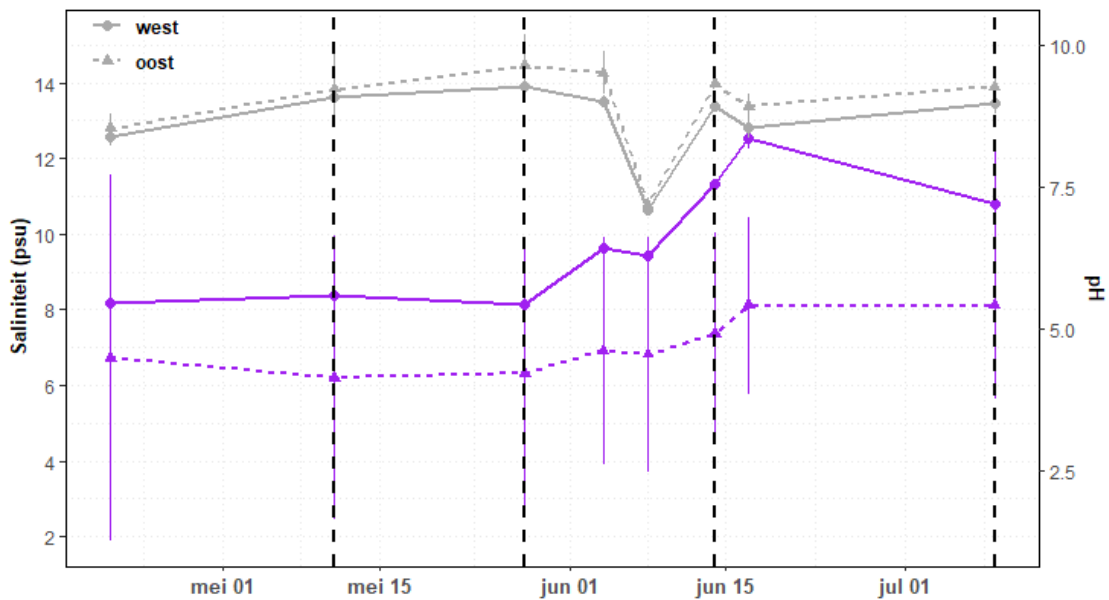
De abiotische watercondities in het westelijke en oostelijke deel van Klutenplas Westernieland zijn 7-8 keer gemeten middels de paramultimeter in het seizoen tussen 24 april 2021 en 9 juli 2021. Figuur 3-3 geeft het verloop van de gemiddelde watertemperatuur en waterpeil gedurende het seizoen per deelgebied weer. Figuur 3-4 geeft de fluctuaties van de saliniteit en de pH per deelgebied weer. De momenten waarop de voedselbeschikbaarheid is bemonsterd zijn weergegeven als verticale stippellijn (11 mei, 28 mei, 14 juni en 9 juli).

Uit Figuur 3-3 blijkt dat de watertemperatuur toeneemt met de tijd van ca. 10 tot 24 graden, waarbij de gemiddelde temperatuur in het oostelijke deel iets hoger ligt dan het westelijke deel. Het waterpeil in het gebied ligt gemiddeld ca. 58 cm hoger in het westelijke deel dan het oostelijke deel. Tot eind mei neemt het waterpeil toe, waarna het afneemt en stabiliseert tot ca. 34 cm + NAP en 89 cm + NAP voor het oostelijk en westelijk deel respectievelijk.

De saliniteit ligt gemiddeld 2,7 psu hoger in het westelijke deel (9,8 psu) dan het oostelijke deel (7,1 psu). In beide deelgebieden neemt de saliniteit toe in de tijd tot halverwege juni van 8,1 tot 12,5 psu (west) en 6,2 tot 8,1 psu (oost), waarna deze in het westelijke deel weer iets afneemt tot 10,1 psu. De pH is gemiddeld genomen gelijk in beide deelgebieden (8,7 west; 8,9 oost) en varieert tussen de 7 en 9,6. Op 8 juni is er een duidelijk lagere pH gemeten ten opzichte van de andere meetwaardes gedurende het seizoen.



Figuur 3-3 Fluctuaties in watertemperatuur (°C) (rode lijn) en waterpeil (m+NAP) (donkerblauwe lijn) in het westelijke (stip) en oostelijke deel (driehoek + stippellijn) gemeten met de paramultimeter gedurende het seizoen (21 april t/m 9 jul) weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken). De vier bemonsteringsmomenten voor voedselbeschikbaarheid staan weergegeven als verticale stippellijn.



Figuur 3-4 Fluctuaties in saliniteit (psu) (paarse lijn) en pH (grijze lijn) in het westelijke (stip) en oostelijke deel (driehoek + stippellijn) gemeten met de paramultimeter gedurende het seizoen (21 april t/m 9 jul) weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken). De vier bemonsteringsmomenten voor voedselbeschikbaarheid staan weergegeven als verticale stippellijn.

3.2 Relatie voedselbeschikbaarheid en abiotiek

Benthos

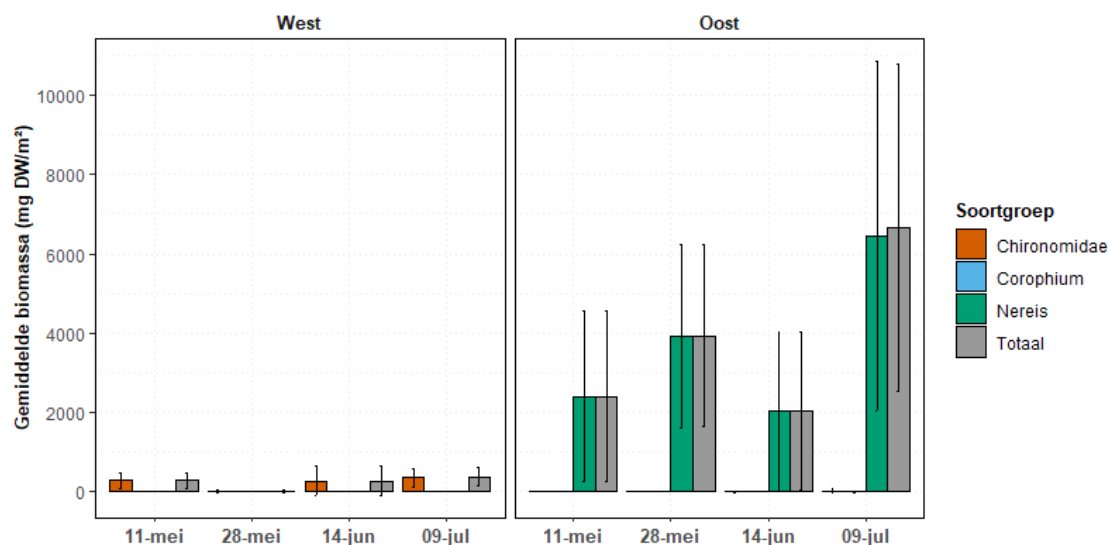
In totaal zijn 4 verschillende soort(groepen) aangetroffen in de bodemonsters (Chironomidae (dansmuggen), Corophium (slijkgarnalen), Gammarus (amphipode) en *Nereis* (zeeduizendpoot). (Zie Bijlage 2, Figuur 2-1), waarvan in het westelijk deel het grootste deel bestond uit Chironomidae en in het oostelijk deel *Nereis* het grootste aandeel vormden. De soortenrijkdom was het hoogst in het oostelijke deel (4 t.o.v. 3 soorten).

Tabel 3-1 geeft de totaal gemiddelde biomassa en dichtheid van soorten aangetroffen in de bodemonsters per deelgebied per bemonsteringsdatum. De totale dichtheid was gemiddeld ca. 664 per m² in het westelijke deel en ca. 977 per m² in het oostelijke deel. De totale biomassa was gemiddeld ca. 239 en 3760 mg drooggewicht per m² in respectievelijk het westelijke en oostelijke deel. Figuur 3-5 geeft de variatie in gemiddelde biomassa per deelgebied en bemonsteringsdatum weer voor de soortgroepen waarvoor de relatie met de abiotische condities is getest.

Uit de data blijkt een significant positieve relatie tussen de watertemperatuur en de biomassa van *Nereis* ($p < 0.001$). Daarentegen blijkt dat de biomassa hoger is met een lagere saliniteit ($p < 0.01$). Voor Chironomidae blijkt dat hoe lager het waterpeil, des te hoger de biomassa ($p < 0.01$). Voor Chironomidae en de totale biomassa was tevens deelgebied een significant verklarende factor ($p < 0.01$ en $p < 0.01$), waarbij de totale biomassa significant hoger lag in het oostelijke deel en voor Chironomidae in het westelijke deel. Aangezien *Nereis* enkel aan de oostkant voorkomt, is deelgebied vanzelfsprekend een verklarende factor, maar niet meegenomen in het model. Voor de overige variabelen was geen significante relatie af te leiden.

Tabel 3-1 Overzicht totale biomassa's (mg DW/m²) en dichtheden (aantal/m²) van soorten aangetroffen in de bodemonsters (gemiddelde $\pm$ SD) per deelgebied.

	West		Oost	
Benthos	<i>Biomassa (mg DW/m²)</i>	<i>Dichtheid (#/m²)</i>	<i>Biomassa (mg DW/m²)</i>	<i>Dichtheid (#/m²)</i>
11-05-2021	287 $\pm$ 196	295 $\pm$ 210	2410 $\pm$ 2156	1139 $\pm$ 917
28-05-2021	14 $\pm$ 23	70 $\pm$ 112	3924 $\pm$ 2294	942 $\pm$ 847
14-06-2021	276 $\pm$ 379	478 $\pm$ 569	2040 $\pm$ 1995	900 $\pm$ 784
09-07-2021	378 $\pm$ 237	1814 $\pm$ 1044	6664 $\pm$ 4132	928 $\pm$ 297



Figuur 3-5 Gemiddelde biomassa (mg DW/m²) van soorten aangetroffen in de bodemonsters per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken).

Plankton

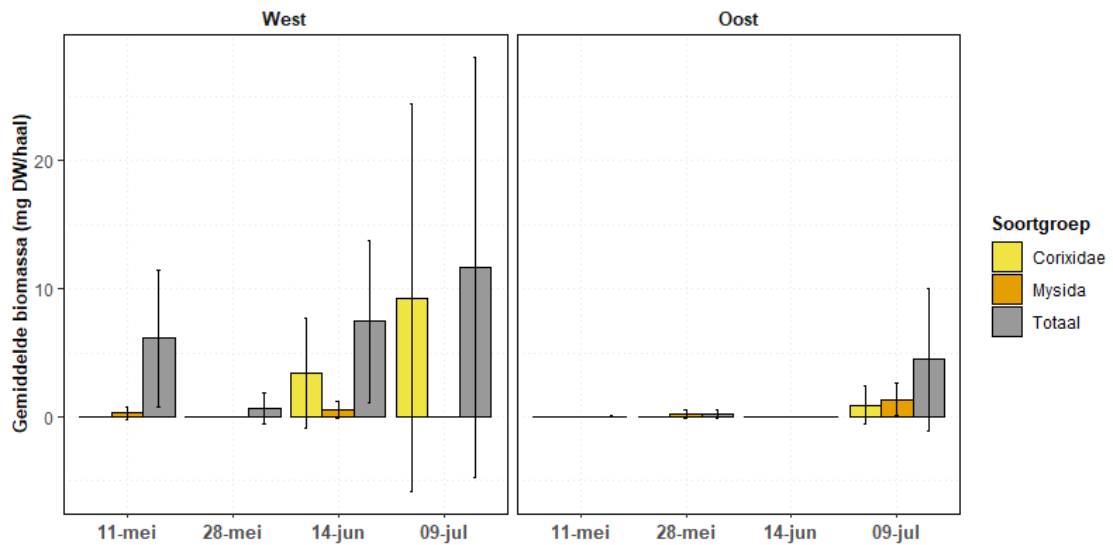
In totaal zijn 7 verschillende soort(groep)en aangetroffen met de bemonstering middels het planktonnet (Chironomidae, Corixidae (duikerwantsen), Corophium, Gammarus, Mysida (aasgarnalen), *Nereis* en Notonectida (bootsmannetjes) (Zie Bijlage 2, Figuur 2-2). De soortenrijkdom was het hoogst in het westelijke deel (6 ten opzichte van 4 soorten(groep)en).

Tabel 3-1 geeft de totaal gemiddelde biomassa en dichtheid weer van soorten bemonsterd met het planktonnet per deelgebied per bemonsteringsdatum. De totale dichtheid was gemiddeld ca. 13,3 per haal in het westelijke deel en ca. 2 per haal in het oostelijke deel. De totale biomassa was gemiddeld ca. 5,8 en 1 mg drooggewicht per haal in respectievelijk het westelijke en oostelijke deel. Figuur 3-6 geeft de variatie in biomassa over de tijd en per deelgebied weer voor de geteste soortgroepen.

Hoewel de totale biomassa van plankton lijkt toe te nemen gedurende het seizoen, was voor geen van de variabelen een significante relatie af te leiden.

Tabel 3-2 Overzicht totale biomassa's (mg DW/haal) en dichtheden (aantal/haal) van soorten bemonsterd met het planktonnet (gemiddelde $\pm$ SD) per deelgebied.

	West		Oost	
Benthos	Biomassa (mg DW/haal)	Dichtheid (#/haal)	Biomassa (mg DW/haal)	Dichtheid (#/haal)
11-05-2021	6 $\pm$ 5	2 $\pm$ 3	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 1
28-05-2021	1 $\pm$ 1	0 $\pm$ 1	0 $\pm$ 0	3 $\pm$ 2
14-06-2021	7 $\pm$ 6	33 $\pm$ 28	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
09-07-2021	12 $\pm$ 16	18 $\pm$ 23	4 $\pm$ 6	5 $\pm$ 4



Figuur 3-6 Gemiddelde biomassa (mg DW/haal) van soorten bemonsterd met het planktonnet per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken).

Insecten: plakstrips

In totaal zijn 6 ordes van insecten aangetroffen met de plakstripbemonstering (Coleoptera (kevers), Diptera (vliegen), Hemiptera (snavelinsecten), Hymenoptera (vliesvleugeligen) en Lepidoptera (vlinders)). Hoewel de plakstrips gericht waren op vliegende insecten zijn ook Araneae (spinnen)³ aangetroffen en meegenomen in de biomassabepaling (Zie Bijlage 2, Figuur 2-3). De orderijkdom was gelijk in beide deelgebieden, echter werden de Hymenoptera enkel aangetroffen in het oostelijke deel en Lepidoptera enkel in het westelijke deel. De tweevleugeligen, vliegen en muggen kwamen het meeste voor met gemiddeld 88 en 98% in het westelijke en oostelijke deel. Daaropvolgend vormden Hemiptera en Coleoptera de grootst vertegenwoordigde groep in het westelijke deel (4 en 2% respectievelijk).

Tabel 3-1 geeft de totaal gemiddelde biomassa en dichtheid weer van insecten bemonsterd met de insectenplakstrips per deelgebied per bemonsteringsdatum. De totale gemiddelde dichtheid was ca. 1072 per m² in het westelijke deel en ca. 2082 per m² in het oostelijke deel. De totale gemiddelde biomassa aan insecten was gemiddeld ca. 4519 (west) en 7004 (oost) mg drooggewicht per m². Figuur 3-7 geeft de variatie in biomassa van insecten per grootteklasse over de tijd en per deelgebied.

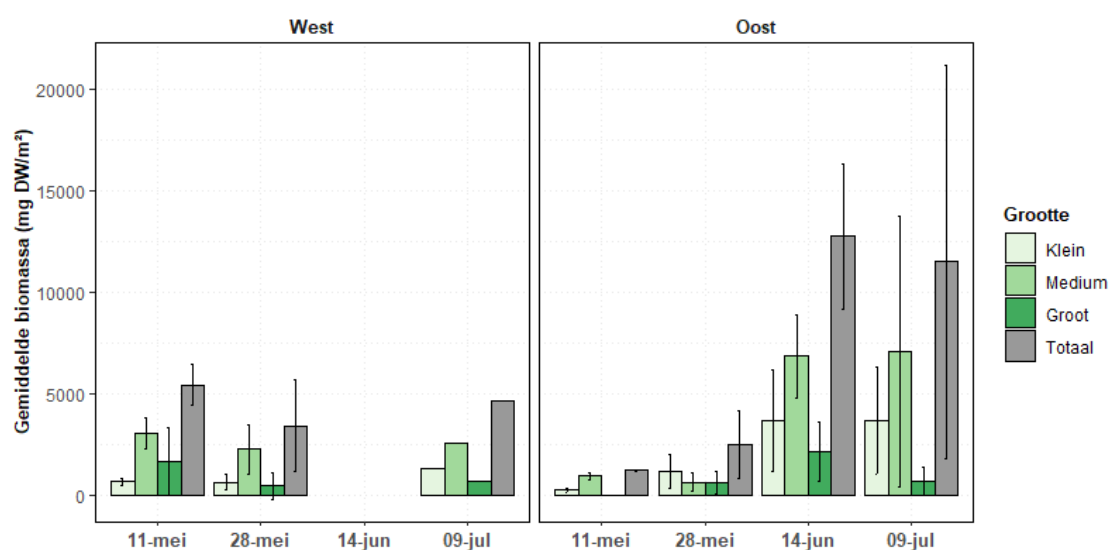
Uit de data blijkt een significant positieve relatie tussen de lucht temperatuur en de biomassa van kleine insecten ($p < 0.01$), medium insecten ($p < 0.01$) en grote insecten ($p < 0.01$). De biomassa van grote insecten bleek daarnaast toe te nemen met een hogere pH-waarde (0.01) en met een lagere watertemperatuur ($p < 0.01$). De totale biomassa aan insecten bleek echter enkel significant negatief gecorreleerd met luchtvochtigheid: hoe lager de luchtvochtigheid, hoe hoger de biomassa ($p < 0.01$). Voor de overige variabelen was geen significante relatie af te leiden.

³ Voor de eenduidigheid blijft gerefereerd worden naar 'insecten'

Tabel 3-3 Overzicht totale biomassa's (mg DW/m²) en dichtheden (aantal/m²) van insecten bemonsterd met de insectenplakstrips (gemiddelde ± SD) per deelgebied.

Insecten	West		Oost	
	Biomassa (mg DW/m ²)	Dichtheid (#/m ²)	Biomassa (mg DW/m ²)	Dichtheid (#/m ²)
11-05-2021	5453 ± 1016	958 ± 411	1248 ± 47	438 ± 182
28-05-2021	3450 ± 2253	815 ± 486	2527 ± 1679	1117 ± 935
14-06-2021*	X	X	12742 ± 3566	3718 ± 3103
09-07-2021	4655 ± 0	1444 ± 493	11500 ± 9664	4056 ± 3181

*De plakstrips van de bemonsteringslocaties A, B en C op 14 juni zijn omvergelopen door schapen in het gebied en niet meegenomen in de analyse. Dit geldt tevens voor 28 mei (C) en 9 juli (B en C).



Figuur 3-7 Gemiddelde biomassa (mg DW/m²) van insecten bemonsterd met insectenplakstrips per grootteklasse per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken). N.B. Data op 14 juni in het westelijke deel ontbreekt.

Insecten: kruimeldief

Met de kruimeldiefmethode zijn in totaal zijn 4 insectenordes op en rond de slikranden aangetroffen (Coleoptera, Diptera, Hemiptera en Hymenoptera). Ook zijn de geleedpotigenordes Araneae en Collembola (springstaarten) aangetroffen (Zie Bijlage 2, Figuur 2-4). Vanwege de verwaarloosbare biomassa van Collembola zijn enkel Araneae meegenomen in de biomassabepaling⁴. Alle ordes kwamen zowel voor in het westelijke als het oostelijke deel. In het westelijke deel werd de dichtheid bepaald door de aantallen Collembola (71%), met daarop volgend Diptera (9%: Nematocera (muggen) en Ephydridae (oevervliegen)) en Hemiptera (9%: Saldula sp. (oeverwantsen)). In het oostelijke deel werd de dichtheid bepaald door Ephydridae (80%) met daaropvolgend Coleoptera (9,3%: Bembidion (loopkevers) en Staphylinidae (kortschildkevers)) en Hemiptera (6%: Saldula sp.).

Tabel 3-1 geeft de totaal gemiddelde biomassa en dichtheid weer van insecten bemonsterd met de kruimeldiefmethode per deelgebied per bemonsteringsdatum. De totale gemiddelde dichtheid was ca. 93 per m² in het westelijke deel en ca. 38 per m² in het oostelijke deel. De totale gemiddelde biomassa aan insecten was gemiddeld ca. 19 (west) en 30 (oost) mg drooggewicht

⁴ Voor de eenduidigheid blijft gerefereerd worden naar 'insecten'

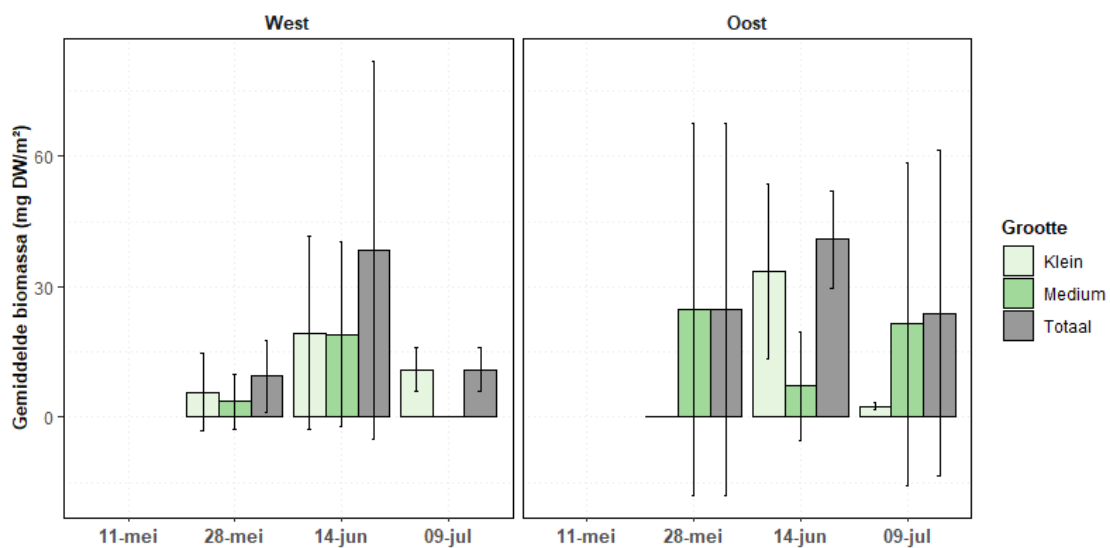
per m². Figuur 3-8 geeft de variatie in biomassa van insecten per grootteklasse over de tijd en per deelgebied.

Uit de data blijkt een significant negatieve relatie tussen de luchtvochtigheid en de biomassa van kleine insecten ($p < 0.01$): hoe lager de luchtvochtigheid, hoe hoger de biomassa. Voor de overige variabelen was geen significante relatie af te leiden.

Tabel 3-4 Overzicht totale biomassa's (mg DW/m²) en dichtheden (aantal/m²) van insecten bemonsterd met de kruimeldief (gemiddelde $\pm$ SD) per deelgebied.

	West		Oost	
Insecten (kruipend)	Biomassa (mg DW/m ²)	Dichtheid (#/m ²)	Biomassa (mg DW/m ²)	Dichtheid (#/m ²)
11-05-2021*	X	X	X	X
28-05-2021	9 $\pm$ 8	183 $\pm$ 1019	25 $\pm$ 43	5 $\pm$ 21
14-06-2021	38 $\pm$ 43	56 $\pm$ 108	41 $\pm$ 11	98 $\pm$ 340
09-07-2021	11 $\pm$ 5	39 $\pm$ 101	24 $\pm$ 38	12 $\pm$ 28

*Er zijn geen kruipende insecten bemonsterd op deze dag vanwege weerscondities en mogelijke extra verstoring



Figuur 3-8 Gemiddelde biomassa (mg DW/m²) van kruipende insecten per grootteklasse per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken).

3.3 Terreingebruik en gedrag

Gedurende het seizoen zijn op 8 dagen waarnemingen gedaan aan terreingebruik en gedrag van klutenpullen, waaronder het de opnamesnelheid van voedsel en de foerageermethode. In totaal zijn 102 losse waarnemingen gedaan, waarvan 60 in het westelijke deel en 42 in het oostelijke deel.

Terreingebruik

De pullen zijn gemiddeld genomen even vaak waargenomen foeragerend op de oever als in ondiep water (beide 47% van de waarnemingen) en 5% in diep water. In het westelijke deel zijn

de pullen iets vaker waargenomen foeragerend op de oever dan in ondiep water (51% west tov. 43% oost). Pullen in een hogere leeftijdscategorie (31-35 dagen) zijn vaker waargenomen foeragerend in dieper water (Zie Bijlage 3).

Foerageergedrag

Het grootste deel van de waarnemingen werd gevoerageerd door middel van pikken (53%), met daaropvolgend zeven (33%) en grondelen (14%). In het westelijke deel werd voornamelijk gepikt (54%) en gezeefd (40%) en weinig gegrondeld (6%). In het oostelijke deel werd eveneens voornamelijk gepikt (51%) en in gelijke verhouding gegrondeld en gezeefd. Voor pullen tot 3 dagen oud was de pikmethode het meest waargenomen. Grondelen werd meer toegepast in oudere leeftijdscategorieën (Zie Bijlage 3).

Opnamesnelheid

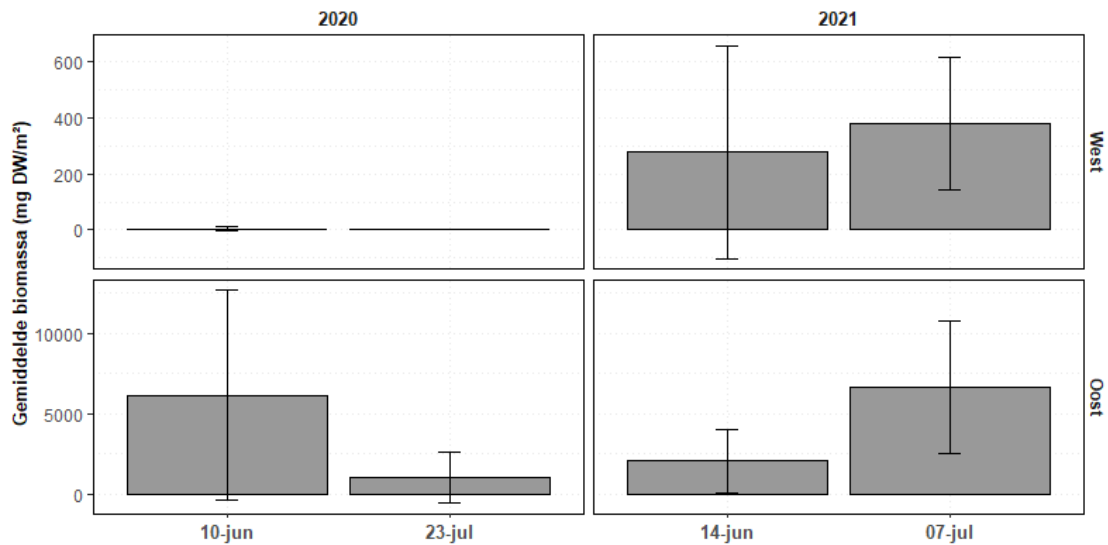
De gemiddelde voedselopnamesnelheid van pullen in het gebied was ca. 10 slikjes per minuut. In het westelijke deel lag de voedselopnamesnelheid iets hoger (ca. 12 slikjes per minuut) dan in het oostelijke deel (ca. 8 slikjes per minuut). Oudere pullen hadden gemiddeld een hogere opnamesnelheid dan jongere pullen (31-35 dagen oud: 29 slikjes per minuut; 1-3 dagen oud: 9 slikjes per minuut).

3.4 Verschillen 2020 vs. 2021

Voedselbeschikbaarheid

Benthos

Figuur 3-9 geeft de verschillen in de gemiddelde biomassa (mg DW/m²) weer van de totale voedselbeschikbaarheid van soorten aangetroffen in de bodemonsters in 2020 en in 2021. De gemiddelde biomassa van twee bemonsteringen in 2021 lag gemiddeld ca. 31% hoger dan bemonsteringen in dezelfde maand in 2020. In het oostelijke deel was de biomassa in 2021 gemiddeld ca. 22% hoger dan in 2020 en in 2021. In het westelijke deel was de biomassa 3000 keer hoger in 2021 dan in 2020. Dit verschil heeft voornamelijk te maken met de aanwezigheid van grote aantallen Chironomidae in 2021 in het westelijke deel (1 mg DW/m² in 2020 vs. 3394 mg DW/m²).

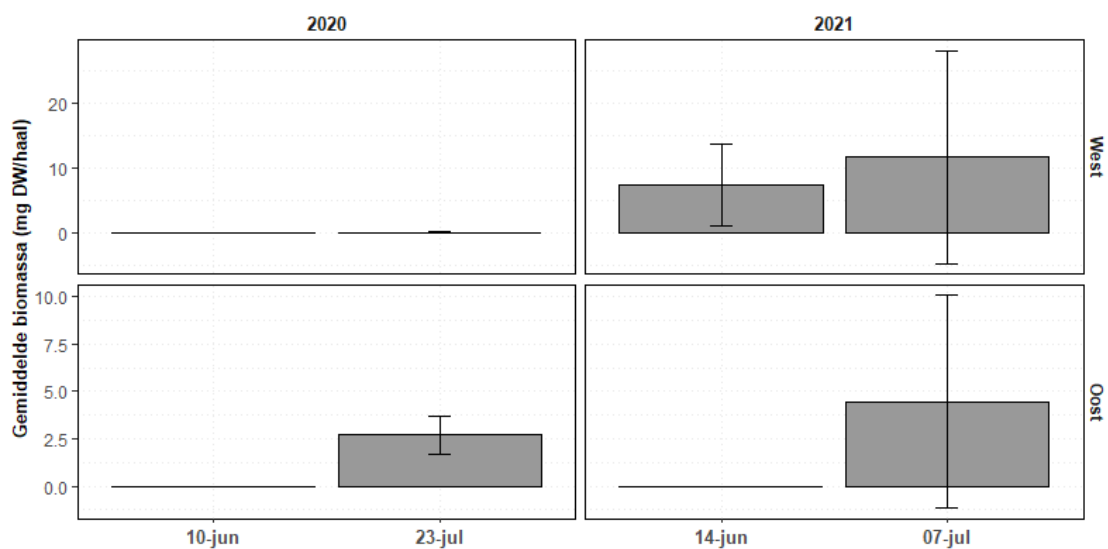


Figuur 3-9 Verschillen in gemiddelde totale biomassa (mg DW/m²) in 2020 en 2021 van soorten aangetroffen in de bodemonsters per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken).

Plankton

Figuur 3-10 geeft de verschillen in de gemiddelde biomassa (mg DW/haal) weer van de totale voedselbeschikbaarheid van soorten bemonsterd met het planktonnet in 2020 en in 2021.

De gemiddelde biomassa van de twee bemonsteringen in 2021 lag gemiddeld 6 keer hoger dan in 2020 in dezelfde maanden. Dit verschil komt met name door de hogere biomassa van plankton in het westelijke deel (Corixidae, Corophium en Gammarus).

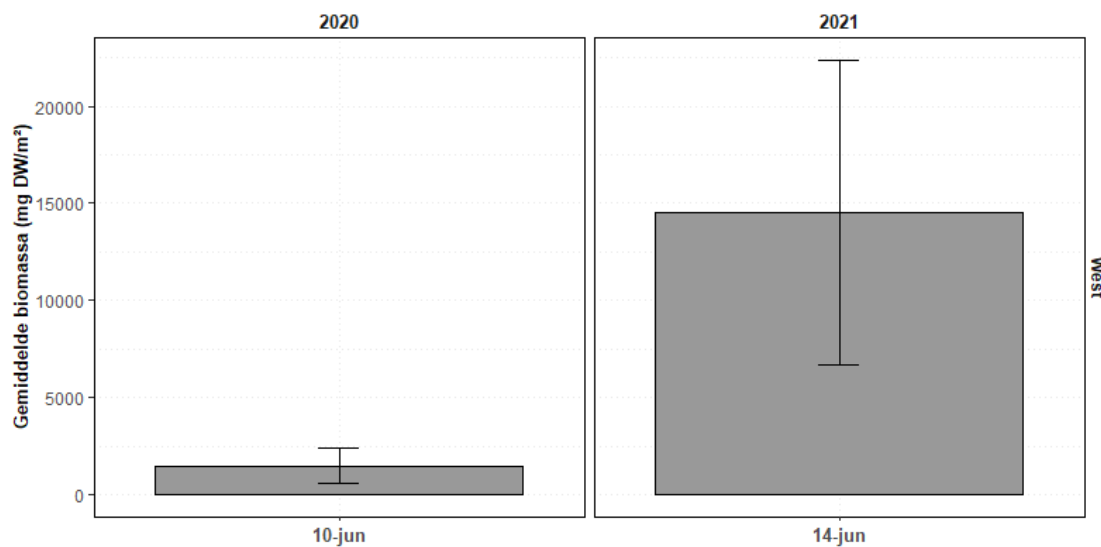


Figuur 3-10 Verschillen in gemiddelde totale biomassa (mg DW/m²) in 2020 en 2021 van soorten bemonsterd met het planktonnet per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken).

Insecten: plakstrips

Figuur 3-11 geeft de verschillen in de gemiddelde biomassa (mg DW/m²) weer van de totale voedselbeschikbaarheid bemonsterd met de insectenplakstrips in 2020 en in 2021. Omdat in 2020 geen plakstrips in het oostelijke deel zijn gezet, kon alleen data van het westelijke deel vergeleken worden.

De biomassa van insecten bemonsterd met plakstrips in juni 2021 lag gemiddeld een factor 10 hoger dan in juni 2020. In beide jaren werd de biomassa voornamelijk bepaald door soorten uit de orde Diptera (vliegen en muggen).



Figuur 3-11 Verschillen in gemiddelde totale biomassa (mg DW/m²) in 2020 en 2021 van insecten bemonsterd met de plakstrips per bemonsteringsdatum in het westelijke deel weergegeven als gemiddelde en standaarddeviatie (foutbalken).

Abiotische condities

Tabel 3-5 geeft de verschillen in gemiddelde abiotische watercondities per deelgebied in juni 2020 en 2021 gemeten met een multiparameter. Omdat niet in elk jaar dezelfde parameters zijn gemeten, konden alleen saliniteit, temperatuur en pH weergegeven worden ter vergelijking.

De pH van het water in het gebied lag een punt hoger in 2020 dan in 2021 rond de meetdatum. De watertemperatuur lag gemiddeld 3,5 graden lager in 2020. Een opvallend verschil is daarnaast dat de saliniteit in 2020 gemiddeld 9,6 psu hoger was dan in 2021. Daarnaast lag de saliniteit in het oostelijke deel in 2020 (sterk brak) 3 psu hoger dan het westelijke deel (brak). In 2021 is dit omgekeerd, waarbij de saliniteit in het westelijke deel (brak) met 2,6 psu hoger ligt dan het oostelijke deel (brak).

Volgens de neerslagdata van het KNMI is er in het jaar 2021 ten opzichte van voorgaande jaren (2020, 2019 en 2018) gemiddeld ca. 6 mm meer neerslag gevallen.

Tabel 3-5 Verschillen in gemiddelde abiotische watercondities (saliniteit, temperatuur en pH) in juni 2020 en 2021 gemeten met een multiparameter per deelgebied.

	West			Oost		
	Saliniteit (psu)	Temperatuur (°C)	pH	Saliniteit (psu)	Temperatuur (°C)	pH
10-06-2020	16,2	17,3	8,3	19,2	18,9	8,2
08-06-2021	9,4	20,6	7,1	6,8	22,6	7,2

Terreingebruik en gedrag

In 2020 zijn op 26 mei en 3 juni waarnemingen gedaan aan terreingebruik en gedrag van klutenpullen. In totaal zijn 43 losse waarnemingen gedaan, allen in het westelijke deel. Alle waargenomen pullen waren tussen de 1 en 10 dagen oud, waarvan het grootste aandeel (82%) tussen de 1 en 3 dagen oud. In 2021 zijn op acht momenten waarnemingen gedaan (zie paragraaf 3.3) aan klutenpullen. Van het totaal aantal waarnemingen was 63% van de pullen tot 10 dagen oud, waarvan iets meer dan de helft 1 tot 3 dagen oud.

In 2020 zijn de pullen vooral waargenomen foeragerend in ondiep water (47%) en de oever (39%) en zeer weinig in diep water (2%). In 2021 foerageerden de meeste pullen tot 10 dagen oud in het westelijke deel op de oever (62%) en in ondiep water (35%). Slechts 4% foerageerde in dieper water.

Foerageren vond in 2020 in de meeste gevallen pikkend plaats (88%), maar ook door middel van zeven (12%). Ook in 2021 foerageerden de pullen in het westelijke deel tot tien dagen het merendeel door te pikken (68%) en daaropvolgend te zeven (32%).

De gemiddelde opnamesnelheid (aantal slikjes per minuut) van pullen tot tien dagen oud in het westelijke deel lag hoger in 2020 met ca. 27 slikjes per minuut dan in het westelijke deel in 2021 (ca. 9 slikjes per minuut).

4 Discussie en conclusie

Het doel van dit project was om inzicht te krijgen in de fluctuaties in de abiotische condities en het voedselaanbod voor klutenpullen in Klutenplas Westernieland gedurende de kuikenperiode. Hiervoor is de voedselbeschikbaarheid in het gebied, in de vorm van soorten levend in de waterbodem en de waterkolom en vliegende en kruipende insecten en andere geleedpotigen, meerdere keren in de tijd bemonsterd en zijn er verschillende abiotische condities gemeten om fluctuaties inzichtelijk te maken. In de volgende paragrafen worden de resultaten toegelicht in het licht van de geformuleerde deelvragen in paragraaf 1.2.

4.1 Relatie voedselbeschikbaarheid, abiotiek en seizoensdynamiek

De hoofdvraag van het onderzoek was of er een relatie bestaat tussen het voedselaanbod en de abiotiek (temperatuur, saliniteit en waterstand) gedurende het verloop van het kuikenseizoen in klutenplas Westernieland. Op grond van theorie en onderzoek blijkt dat het voorkomen van voedselbeschikbaarheid in de vorm van bodemdieren sterk afhankelijk is van de omgevingscondities waaronder o.a. temperatuur, saliniteit, nutriënten, korrelgrootte, stroming en verdamping (en de fluctuaties daarin, e.g. Compton *et al.* 2013). In dit onderzoek zijn op acht momenten tussen 21 april en 9 juli 2021 metingen gedaan aan abiotische condities. Uit de data bleek dat gedurende het seizoen zowel de lucht- als de watertemperatuur in klutenplas Westernieland is toegenomen met maxima van respectievelijk ca. 23 en 24 graden Celcius. De luchtvochtigheid en windsnelheid fluctueerden sterk gedurende het seizoen zonder duidelijke trend. De door het KNMI gemeten gemiddelde neerslag in het meetseizoen (april t/m juli) was 23 mm. De saliniteit in het gebied nam daarnaast toe, waarschijnlijk als gevolg van verdamping (zie Bijlage 4 Figuur 4-2). Opvallend was het verschil tussen het oostelijke en westelijke deel, waarbij de saliniteit in het westelijke deel 2,7 psu hoger ligt. Het waterpeil in het gebied lag gemiddeld ca. 58 cm hoger in het westelijke deel dan het oostelijke deel. Dit is waarschijnlijk deels het gevolg van het door de pomp aangevoerde water uit nabij landbouwgebied. Van het begin van de metingen (21 april) tot eind mei nam het waterpeil toe, waarna het licht afnam en stabiliseerde in beide deelgebieden.

De totale biomassa aan soorten bemonsterd middels bodemonsters ('benthos') was gedurende het seizoen significant hoger in het oostelijke, dan in het westelijke deel, wat met name bepaald werd door de hoge biomassa aan zeeduizendpoten (*Nereis* sp.) in het oostelijke deel. Hierdoor was de totale biomassa benthos en de biomassa van *Nereis* statistisch significant hoger bij een lagere saliniteit en een hogere watertemperatuur, wat in dit geval werd bepaald door de omgevingsfactoren in het oostelijke deel. Dit is tegenstrijdig met de verwachting, aangezien *Nereis* in het algemeen meer voorkomt in zoutere omstandigheden (zie ook Fieten & Bos 2021). Hoewel *Nereis* een grote range aan omgevingsvariabelen (o.a. temperatuur, zout- en zuurstofgehalte) kan tolereren, groeit *Nereis* het beste bij saliniteitswaarden van 20 psu (Bagarrão *et al.* 2014) en ligt de ondergrens van tolerantie voor reproductie bij 5 tot 8 psu (Ozoh & Jones 1990; Scaps 2002). Gezien de hoge biomassa van *Nereis* in het oostelijke deel, de reproductiegrens en een gemeten gemiddelde saliniteit van 7,1 psu, is het mogelijk dat de bodem waarin de zeeduizendpoten leven, zouter is dan de huidige gemeten watersaliniteit erboven. Zoet water drijft op zout water, waardoor de bodem onder het water zouter kan zijn (Essaid 1986). Tevens groeit er zee kraal aan de oostkant van het gebied, wat wijst op zout in de bodem (zie Bijlage 4, Figuur 4-3). Watertemperatuur is daarnaast bepalend voor de ingraafdiepte van zeeduizendpoten; hoe warmer de watertemperatuur, hoe minder diep de zeeduizendpoten zich ingraven en dus hoe meer potentieel voedsel zich aan de oppervlakte bevindt (Esselink & Zwarts

1989). Echter, de variatie in biomassa van zeeduizendpoten per bemonsteringslocatie was relatief groot. Hoewel de relatie tussen de biomassa van zeeduizendpoten en waterpeil niet significant was, zou dit mogelijk wel een rol kunnen spelen. Zoals te zien in bijlage Figuur 4-2 waren lokale delen in het oostelijke deel van het gebied erg verdroogd in de periode mei t/m juli, wat ook een effect kan hebben op de voedselbeschikbaarheid. Zo is bekend dat zeeduizendpoten zich tot 20 centimeter diep ingraven in het sediment tijdens een lager waterpeil om zich te beschermen tegen uitdroging (Widdows, Brinsley & Pope 2009; Oglesby 1969). Uit onderzoek door Fieten & Bos (2021) is daarnaast gebleken dat de korrelgrootte van het sediment in het westelijke deel kleiner is dan in het oostelijke deel. Dit is waarschijnlijk het gevolg van klei-afgravingen in het oostelijke deel, waardoor de condities voor zeeduizendpoten zijn geoptimaliseerd. Zo is o.a. uit onderzoek van Zwarts *et al.* (2011) gebleken dat de hoogste biomassa van zeeduizendpoten, de wapenworm en rodedraadworm wordt aangetroffen bij een mediane korrelgrootte tussen de 80 en 130 μm . Dit is uiterst fijn zand, tot zeer fijn zand t.o.v. slik (2-63 μm) en klei (<2 μm).

Verder bleek de biomassa van rode muggenlarven (Chironomidae) significant hoger in het westelijke deel dan het oostelijke deel. De hogere biomassa in het westelijke deel ligt mogelijk aan het feit dat er meer vegetatie staat dan in het oostelijke deel en een stabielere toevoer van meer nutriëntenrijk water door de pomp met water uit nabijgelegen landbouwgebied. Belangrijk om hierbij te onderkennen is dat de additionele watertoevoer door de pomp waarschijnlijk een mogelijk effect van seizoensdynamiek (o.a. neerslag en verdroging) heeft gemaskeerd. Chironomidae leggen hun eitjes in water en de larven groeien afhankelijk van de soort op in water, de (water)bodem of rottende vegetatie en voeden zich met o.a. detritus, dierlijk materiaal, algen of plantenmateriaal (Karima 2020). De significante relatie tussen biomassa van Chironomidae en lager waterpeil lijkt daarom enigszins contra-intuïtief.

Voor de voedselbeschikbaarheid in de vorm van soorten in de waterkolom bemonsterd met een planktonnet ('plankton') was geen enkele significante relatie met abiotische condities gedurende het seizoen af te leiden. Dit is mogelijk het geval doordat de bemonstering middels haal van een planktonnet meer momentafhankelijk is dan de bemonstering van een vast oppervlak, waardoor de data minder robuust is. Wel is duidelijk dat de bemonstering middels planktonnet inzicht geeft in de aquatische prooi-soorten voor klutenpullen, zoals duikerwantsen (Corixidae) en aasgarnalen (Mysida), welke tevens in de dieetmonsters zijn teruggevonden (Fieten & Bos 2021).

De voedselbeschikbaarheid in de vorm van (vliegende) insecten bemonsterd met de plakstrips bestond het overgrote deel uit tweevleugeligen (Diptera). Deze groep kwam eveneens als meest representatief naar voren in de DNA(dieet)monsters van uitwerpselen van klutenpullen in het gebied. Hoewel de biomassa hoger lag in het oostelijke deel, bleek dit niet significant. De totale biomassa aan insecten bleek hoger, met een lagere luchtvochtigheid. Daarentegen bleek een significant positieve relatie tussen luchttemperatuur en de biomassa van kleine, medium en grote insecten. Ook was er een relatie tussen de biomassa van grote insecten en een hogere pH en lagere watertemperatuur. Het is bekend dat de vliegactiviteit van aquatische insecten sterk afhangt van weersomstandigheden waaronder luchttemperatuur, windsnelheid, lichtintensiteit en relatieve luchtvochtigheid (Vebrová *et al.* 2018). Uit onderzoek van Vebrová *et al.* (2018) naar de effecten van seizoensvariabiliteit en weersomstandigheden op vliegactiviteit van aquatische en terrestrische dansmuggen is gebleken dat de aquatische soorten het meest actief waren bij een lage luchtvochtigheid en een hogere temperatuur gedurende het seizoen, wat overeenkomt met de resultaten uit het huidige onderzoek. Voor terrestrische soorten bleek de activiteit het hoogst bij een gematigde temperatuur en hogere luchtvochtigheid. Voor beide groepen bleek de activiteit af te nemen bij een hogere windsnelheid. Hoewel de meeste studies een positieve relatie hebben gevonden tussen activiteit van insecten en luchtvochtigheid, wat de kans op

uitdroging kan verminderen, zijn er ook studies die het tegenovergestelde hebben gevonden (bij o.a. Coleoptera (kevers) en Hemiptera (wantsen) zie bronnen in Vebrová *et al.* 2018). Echter, het is mogelijk dat effecten van colineariteit meespelen. De piek van beide groepen lag in de ochtend of avond en in juli en september voor aquatische soorten en april en juni voor terrestrische soorten. Hoewel bekend is dat regenval een negatief effect heeft op de activiteit van insecten, was dit niet uit de huidige data af te leiden. Daarnaast zijn een aantal van de datapunten weggevallen, door het omverlopen van plakstrips door schapen. De data is hierdoor mogelijk minder robuust.

4.2 Belang slikranden voor voedselbeschikbaarheid

Een van de deelvragen was welke mogelijke rol droogvallende slikranden kunnen spelen bij de voedselbeschikbaarheid voor klutenpullen. Uit de observaties van het terreingebruik en gedrag van klutenpullen bleek dat pullen tot 10 dagen oud voornamelijk op de slikranden langs de oever en ondiep water foerageren middels pikbewegingen. Met de kruimeldiefmethode zijn soorten uit de ordes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera (vliesvleugeligen), Araneae (spinnen) en Collembola (springstaarten) aangetroffen, waaronder muggen (Nematocera), oevervliegen (Ephydriidae), oeverwantsen (*Saldula* sp.), loopkevers en kortschildkevers. Een deel van deze soort(groep)en is tevens teruggevonden in de DNAdata van de dieetanalyse, waaronder loopkevers (*Bembidion* sp.), kortschildkevers (*Lathrobium* sp.), pissebedden en spinnetjes. Dit duidt erop dat de pullen inderdaad op de verschillende kruipende insecten / geleedpotigen op de slikrandjes foerageren. Hoewel de gemiddelde dichtheid hoger leek in het westelijke deel, was de biomassa hoger in het oostelijke deel, maar niet significant. Wel bleek uit de data eveneens een significant negatieve relatie tussen de luchtvochtigheid en de biomassa van kleine insecten, wat overeenkomt met bevindingen van Vebrová *et al.* (2018) en Boix *et al.* (2011).

4.3 Verschillen 2020 en 2021

Een van de deelvragen was of er een verschil bestaat in voedselbeschikbaarheid tussen het kuikenseizoen in 2020 en 2021. De aanleiding hiervan was dat er in 2020 in het gebied grootschalige sterfte optrad in de jongenfase (20 dode jongen in leeftijd uiteenlopend van 5-21 dagen) ten gevolge van slecht weer, wat er mogelijk voor zorgde dat het voedselaanbod van vooral insecten te laag was (De Boer & Ubels 2021). Hoewel er in 2020 nestpredatie door de bruine rat plaatsvond, was het broedsucces hoger dan voorgaande jaren met 0,78 jong/paar. Naast het gebrek aan predatie in 2021, bleek ook de voedselbeschikbaarheid in 2021 hoger dan in vergelijkbare maanden in 2020. De benthosbiomassa lag in 2021 31% hoger, met name door de grote aantallen rode muggenlarven (Chironomidae) in het westelijke deel. Dit is mogelijk het gevolg van de additionele watertoevoer in het westelijke deel. Tevens is er meer neerslag gevallen in het voorjaar en de zomer van 2021 in vergelijking tot de drie voorgaande droge voorjaren (2018-2020). In 2020 bleek daarnaast de saliniteit in het oostelijke deel hoger dan in het westelijke deel, wat verklaarbaar was door de invloed van zoute kwel met als gevolg de aanwezigheid van zeeduizendpoten (*Nereis*) in dit gebied. Echter, in 2021 bleek de totale saliniteit lager dan in 2020, mogelijk als gevolg van het natte voorjaar, met een hogere saliniteit in het westelijke deel. Door het natte voorjaar is tevens het grondwaterpeil hoger (NOS, 2021), wat mogelijkheid de invloed van de zoute kwel in het oostelijke deel heeft beperkt. Ook de additionele watertoevoer naar het westelijke deel uit de nabijgelegen sloot (saliniteit 8,8 psu) kan hier een rol in hebben gespeeld. Ook de planktonbiomassa (tot 6 keer) en de insectenbiomassa (plakstrips, factor 10) lagen veel hoger in het westelijke deel in 2021 dan in 2020, mogelijk door bovengenoemde redenen. Daarnaast is het mogelijk dat er met de watertoevoer eitjes / larven

van waterorganismen zijn meegekomen, wat mede het verschil kan verklaren. Wel bleek de voedselopnamesnelheid in 2021 lager (9 slikjes/minuut) dan in 2020 (27 slikjes/minuut), wat mogelijk duidt op een lagere voedselbeschikbaarheid. Echter, de resultaten laten het tegenovergestelde zien waarbij tevens het broedsucces van de kluten in klutenplas Westernieland in 2021 het hoogste ooit gemeten was met 0,94 jong/paar.

4.4 Conclusies en advies

Middels dit onderzoek is getracht inzicht te krijgen in de fluctuaties in de abiotische condities en het voedselaanbod voor klutenpullen in Klutenplas Westernieland gedurende de kuikenperiode, de mogelijke rol van slikrandjes voor de voedselbeschikbaarheid en verschillen tussen het kuikenseizoen in 2020 en 2021.

Uit de resultaten blijkt dat weersomstandigheden sterk bepalend zijn voor de voedselbeschikbaarheid in de vorm van insecten in het gebied (hogere temperatuur en lagere luchtvochtigheid). De biomassa van benthos wordt met name bepaald door het deelgebied en de saliniteit, met een hogere biomassa van zeeduizendpoten (*Nereis* sp.) in het oostelijke deel en van rode muggenlarven (Chironomidae) in het westelijke deel. Voor plankton bleek geen duidelijke relatie af te leiden. Uit de data blijkt dat er verschillende soort(groep)en voorkomen op de slikrandjes in het gebied, waaronder loopkevers (*Bembidion* sp.), kortschildkevers (Staphylinidae) en oevervliegen (Ephydriidae) die in het dieet van klutenpullen terugkomen. Dit wordt gestaafd door het waargenomen pikgedrag en het habitatgebruik van klutenpullen. In 2020 bleek de voedselbeschikbaarheid over het algemeen veel lager dan in 2021, met name in het westelijke deel. Dit is waarschijnlijk het gevolg van slechtere weersomstandigheden in voorgaande jaren en de additionele brakwatertoevoer vanuit aangrenzend landbouwgebied in 2021. De watertoevoer zorgde voor een hoger waterpeil, waardoor verdroging werd voorkomen, en mogelijk meer nutriënten (en aanvoer van plankton), met een hogere biomassa aan insecten en aquatische organismen als gevolg. Het broedsucces in 2021 was daarnaast uitzonderlijk hoog met 0,94 jong/paar. In 2020 was het broedsucces 0,78 jong/paar in 2020, wat ook al hoger was dan voorgaande jaren.

Duidelijk is dat klutenplas Westernieland een gevarieerd gebied is met vegetatie, slikkige oeverrandjes en waterpartijen waardoor klutenpullen verschillende mogelijkheden hebben om voedsel te vinden. In 2021 bleek er voldoende gevarieerd voedsel in het gebied te vinden met mogelijk mede hierdoor een uitzonderlijk broedsucces. Op basis van de resultaten wordt dan ook aanbevolen om de buffercapaciteit en variatie in het gebied te behouden voor een hoge voedselbeschikbaarheid door:

- Het waterpeil in het westelijke deel hoog te houden in het voorjaar, (met additionele toevoer wanneer nodig), maar laag genoeg om slikrandjes langs de oever te behouden.
- Verdroging in het oostelijke gebied te voorkomen, door toevoer van extra (kwel)water, om tevens de saliniteit in dit gebied te behouden voor de voedselbeschikbaarheid in de vorm van zeeduizendpoten.

Daarnaast blijft het van belang om langjarige datareeksen op te bouwen van de populatieparameters in relatie tot het habitatgebruik en de voedselbeschikbaarheid om handvaten voor beheer aan te scherpen en optimaliseren.

5 Literatuur

- Bagarrão, R., Costa, P. Baptista, T., Pombo, A. (2014). Reproduction and growth of polychaete *Hediste diversicolor* (OF Müller, 1776) under different environmental conditions. *Frontiers in Marine Science*. 1. 10.3389/conf.FMARS.2014.02.00115.
- Benke, A.C., Hury, A.D., Smock, L.A., Bruce Wallace, J. (1999). Length-mass relationships for freshwater invertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. *Journal of the North American Benthological Society*, 18(3): 308-343.
- Boix, D., Magnusson, A.K., Gascon, S., Sala, J., Williams, D. D. (2011). Environmental Influence on Flight Activity and Arrival Patterns of Aerial Colonizers of Temporary Ponds. *Wetlands* 31(6):1227-1240
- 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.
- De Boer P. (2020). Broedvogels van de Klutenplas in 2020: aantallen en broedsucces. von-rapport 2021/23. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- De Boer, P. & Ubels, B. (2021). Broedvogels van de Klutenplas in 2021: aantallen en broedsucces, met speciale aandacht voor Kluut. Sovon-rapport 2021/95. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Eklöf, J., Austin, A., Bergström, U., Donadi, S., Eriksson, B.D.H.K., Hansen, J., Sundblad, G. (2017). Size matters: relationships between body size and body mass of common coastal, aquatic invertebrates in the Baltic Sea. *Peer J*, DOI 10.7717/peerj.2906.
- 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 & Bos (2021). Voedselbeschikbaarheid en dieet Kluten vastelandskust Wadden – onderzoeksjaar 2020. Deelrapport 1A Wij & Wadvogels project 'Pilot handelingsperspectief broedsucces vastelandskust'. Ecosensys, Altenburg & Wymenga & Sovon Vogelonderzoek. Zuurdijk / Veenwouden / Nijmegen.
- Hawkins C.M. (1985) Population carbon budgets and the importance of the amphipod *Corophium volutator* in the carbon transfer on a Cumberland basin mudflat, upper bay of Fundy, Canada. *Netherlands Journal of Sea Research* 19:165–176
- Joest, R. (2003). "Junge Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta* L.) in Unterschiedlichen Klimazonen: Physiologische Und Ethologische Anpassungen an Ökologische Bedingungen in Norddeutschland Und Südspanien." Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Karima, Z. (2021). Chironomidae: Biology, Ecology and Systematics', in F. K. Perveen (ed.), *The Wonders of Diptera - Characteristics, Diversity, and Significance for the World's Ecosystems*, IntechOpen, London. 10.5772/intechopen.95577.
- Nolte, U. (1990). Chironomid biomass determination from larval shape. *Freshwater Biology*, 24: 443-451.
- Ozoh, P.T.E., & Jones, N.N. (1990). Capacity adaptation of *Hediste (Nereis) diversicolor* embryogenesis to salinity, temperature and copper. *Marine Environmental Research*, 29, 227–243

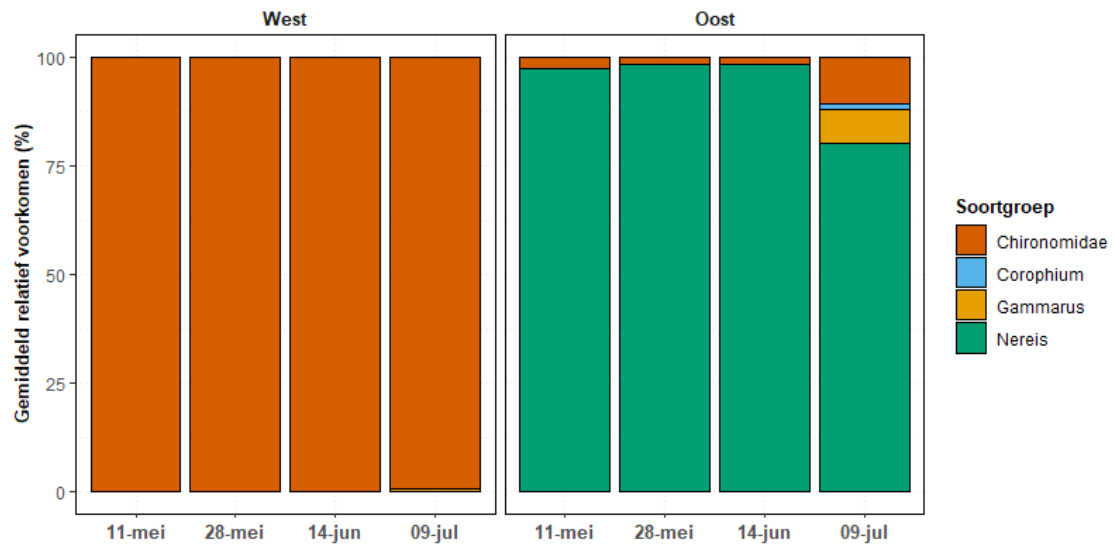
- Rogers, L.E., Buschbom, R. L., Watson, C. R. (1977). Length-Weight Relationships of Shrub-Steppe Invertebrates, *Annals of the Entomological Society of America*, 70(1): 51–53
- Sabo, J.L., Bastow, J.L., Power, M. (2002). Length-mass relationships for adult aquatic and terrestrial invertebrates in a Californian watershed. *Journal of the North American Benthological Society*, 21(2): 336-343.
- Scaps, P. (2002). A review of the biology, ecology and potential use of the common ragworm *Hediste diversicolor* (O.F. Müller) (Annelida: Polychaeta). *Hydrobiologia* 470, 203-218.
- Sell, D.W. (1982). Size-frequency estimates of secondary production by Mysis relicta in Lakes Michigan and Huron. *Hydrobiologia* 93:69-78.
- Vebrová, L., van Nieuwenhuijzen, A., Kolář, V., Boukal, D. (2018). Seasonality and weather conditions jointly drive diel activity patterns of aquatic and terrestrial invertebrates in a river. *Journal of Great Lakes Research*, 44, 18-29.
- Wetzel, M.A., Leuchs, H. (2005). Preservation effects on wet weight, dry weight, and ash-free dry weight biomass estimates of four common estuarine macro-invertebrates: No difference between ethanol and formalin. *Helgoland Marine Research*. 59. 206-213.
- Zwarts, L. (1983). Fluktuaties in het vleesgewicht van bodemdieren: Fries-Groningse wad. 1976-1982. Werkdocument 1983-137 Abw, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.
- Zwarts, L. (1988). De bodemfauna van de Fries-Groningse Waddenkust. Flevovericht nr. 294. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.
- Zwarts, L., Blomert, A. M., Bos, D., & Sikkema, M. (2011). Exploitation of intertidal flats in the Oosterschelde by estuarine birds. A&W rapport 1657 Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Bijlage 1 Biomassa regressiecoëfficiënten

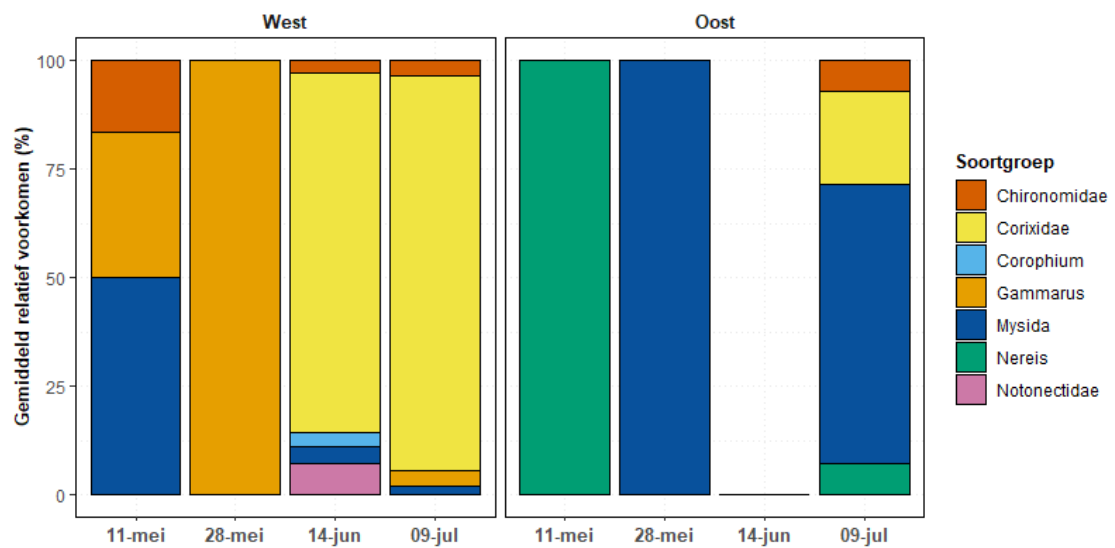
Bijlage Tabel 1-1. Overzicht gehanteerde regressiecoëfficiënten per soortgroep voor de omrekening van (alcohol) lengtes (mm) naar biomassa (mg DW)

Soortgroep	Fase	Ln a / a	b	Formule (voor DW)	Bron
Benthos / Plankton					
Chironomidae	Larve	-6,17	2,37	$LnDW = Ln a + b * Ln(lengte)$	Nolte (1990)
Gammarus		0,047	2,111	$DW = a * (lengte)^b$	Eklöf et al.(2017)
Corixidae	Adult	0,0031	2,904	$DW = a * (lengte)^b$	Benke et al.(1999)
Notonectidae / Corixidae	Adult	0,0031	2,904	$DW = a * (lengte)^b$	Benke et al.(1999)
Corophium	Adult	0,0082	2,775	$DW = a * (lengte)^b$	Hawkins (1985)
Mysida	Adult	0,000176	3,02	$DW = a * (lengte)^b$	Sell (1982)
Nereis sp.		0,54145	1,86558	$AFDW = a * (lengte)^b$ $DW = AFDW * 1,28$	Zwarts (1983) Wetzel et al.(2005)
Insecten					
Diptera		-3,293	2,366	$LnDW = Ln a + b * Ln(lengte)$	Rogers et al.1977
Nematocera		0,1	1,57	$DW = a * (lengte)^b$	Sabo et al.2002
Ephydriidae		-3,293	2,366	$LnDW = Ln a + b * Ln(lengte)$	Rogers et al.1977
Coleoptera		0,04	2,64	$DW = a * (lengte)^b$	Sabo et al.2002
Carabidae (Bembidion)		0,072	2,401	$DW = a * (lengte)^b$	Sabo et al.2002
Haliplidae		0,04	2,64	$DW = a * (lengte)^b$	Sabo et al.2002
Staphlinidae		0,001	4,026	$DW = a * (lengte)^b$	Sabo et al.2002
Hymenoptera		-3,871	2,407	$LnDW = Ln a + b * Ln(lengte)$	Rogers et al.1977
Lepidoptera		-4,037	2,903	$LnDW = Ln a + b * Ln(lengte)$	Rogers et al.1977
Hemiptera		-2,998	2,27	$LnDW = Ln a + b * Ln(lengte)$	Rogers et al.1977
Sadula sp.	Nimf	-2,998	2,27	$LnDW = Ln a + b * Ln(lengte)$	Rogers et al.1977
Sadula sp.		0,079	2,229	$DW = a * (lengte)^b$	Sabo et al.2002
Araneae		-3,106	2,929	$LnDW = Ln a + b * Ln(lengte)$	Rogers et al.1977

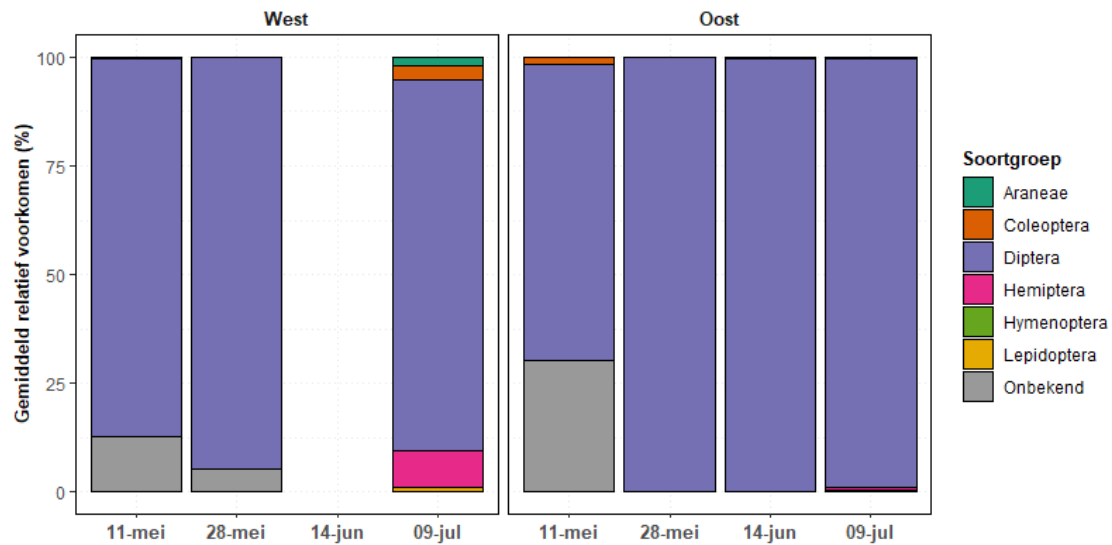
Bijlage 2 Grafieken voedselbeschikbaarheid



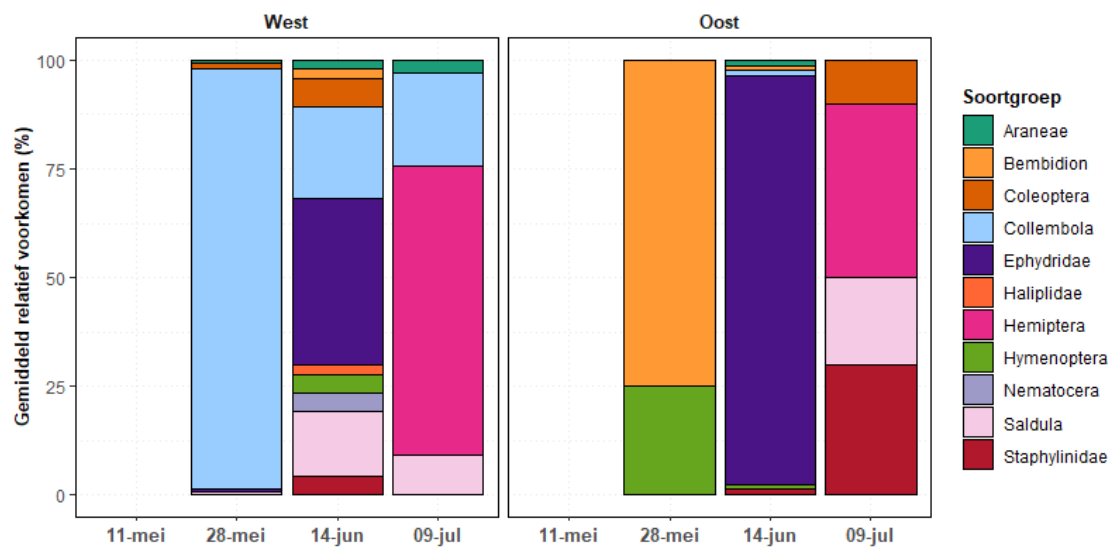
Bijlage Figuur 2-1 Benthos per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddeld relatief voorkomen (%). N.B. wanneer mogelijk is het aandeel weergegeven op genus niveau.



Bijlage Figuur 2-2 Plankton per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddeld relatief voorkomen (%). N.B. wanneer mogelijk is het aandeel weergegeven op genus niveau.

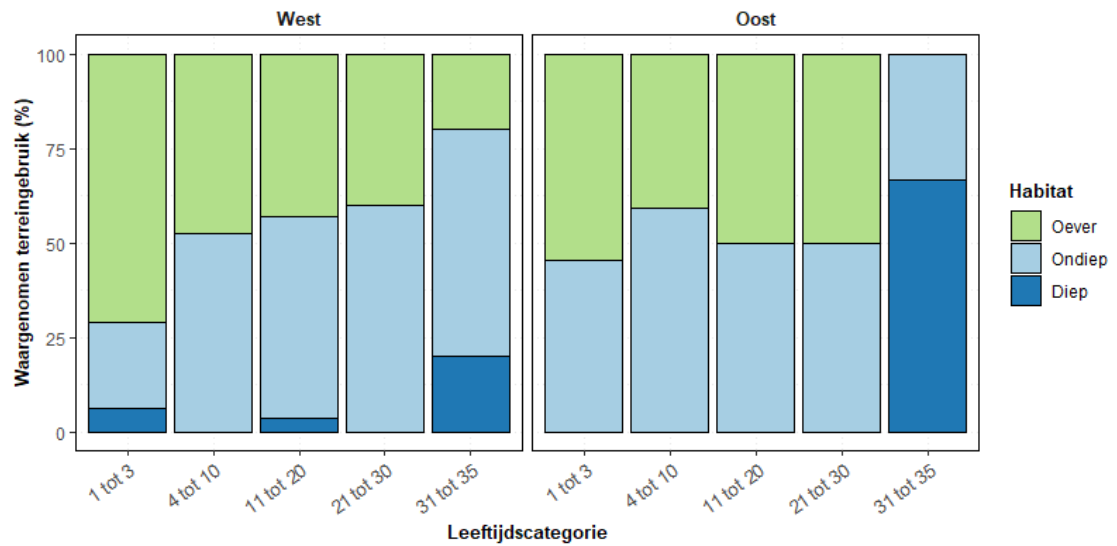


Bijlage Figuur 2-3 Vliegende insecten per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddeld relatief voorkomen (%)

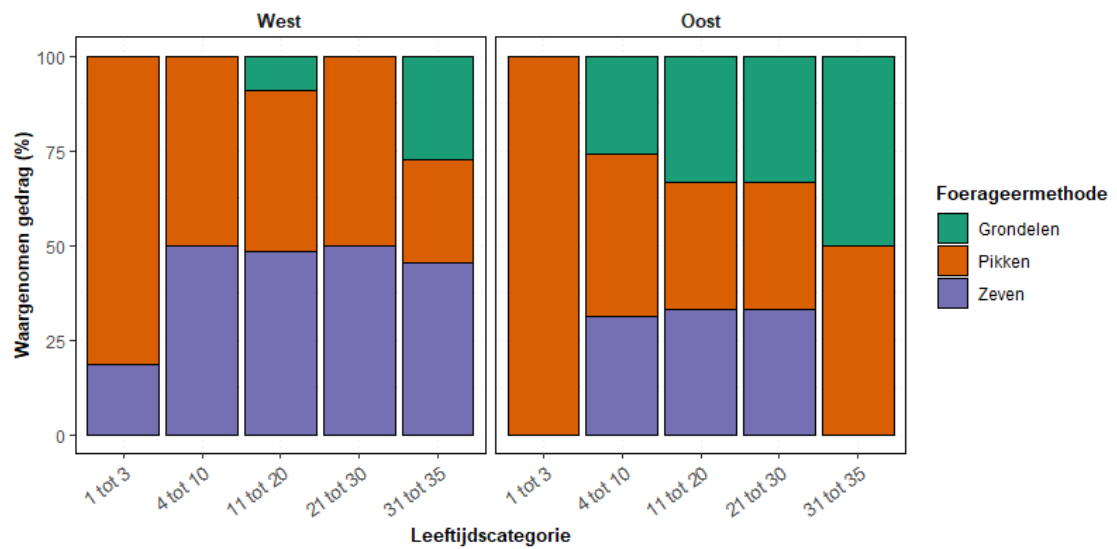


Bijlage Figuur 2-4 Kruipende insecten per deelgebied en bemonsteringsdatum weergegeven als gemiddeld relatief voorkomen (%). N.B. wanneer mogelijk is het aandeel weergegeven op familie of genus niveau.

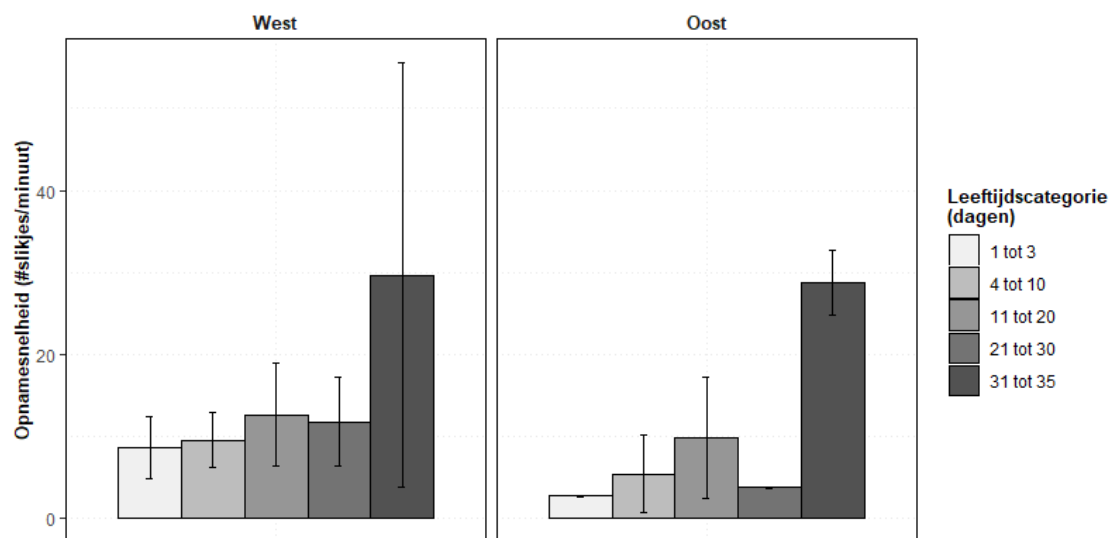
Bijlage 3 Grafieken terreingebruik en gedrag



Bijlage Figuur 3-1 Waargenomen terreingebruik van klutenpullen per deelgebied en leeftijdscategorie in dagen



Bijlage Figuur 3-2 Waargenomen foerageergedrag van klutenpullen per deelgebied en leeftijdscategorie in dagen



Bijlage Figuur 3-3 Gemeten opnamesnelheden (omgerekend naar aantal slikjes per minuut) van klutenpullen per deelgebied en leeftijdscategorie

Bijlage 4 Gebiedsimpressie



Bijlage Figuur 4-1 Westelijk deel klutenplas Westernieland; Boven: gebiedsimpressie 21 april 2021; Onder: gebiedsimpressie 28 mei 2021



Bijlage Figuur 4-2 Lokale verdroging oostelijk deel klutenplas Westernieland; Links: gebiedsimpressie 11 mei 2021; Rechts: gebiedsimpressie 9 juli 2021



Bijlage Figuur 4-3 Vegetatie op slikrandjes Klutenplas Westernieland; Links: Melkkruid (*Glaux maritima*) in het westelijke deel; Rechts: Zeekraal (*Salicornia europaea*) in het oostelijke deel



Bijlage Figuur 4-4 Benthosmonster klutenplas Westernieland; Links: wormengangen in het slik in het oostelijke deel; Rechts: Zeeduizendpoot (*Nereis* sp.)

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