Een Zegen in de Delta - 2018-2022

Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta

Maurice Kooiman, Rens Cronau, Ivanka Spruijt, Mick Vos, Jisk van den Ende & Sanne Ploegaert





RAVON

Een Zegen in de Delta - 2018-2022

Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta

Maurice Kooiman, Rens Cronau, Ivanka Spruijt, Mick Vos, Jisk van den Ende & Sanne Ploegaert



















Colofon

Status uitgave:	Definitief
Datum uitgave: Datum correctie:	14-9-2023 15-12-2023
Titel:	Een Zegen in de Delta – 2018-2022
Subtitel:	Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta
Wijze van citeren:	Kooiman, M., R. Cronau, I. Spruijt, M. Vos, J. van den Ende & S. Ploegaert, 2023. Een Zegen in de Delta – 2018-2022. Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta. Projectnummer 2022.089. RAVON, Nijmegen.
Rapportage & dataverwerking:	Maurice Kooiman, Rens Cronau, Ivanka Spruijt & Sanne Ploegaert
Veldwerk:	Mick Vos & Jisk van den Ende
Foto's omslag:	Noordzeehouting gevangen tijdens een zegentrek in de Nieuwe Waterweg (foto: Jisk van den Ende) & Zegentrek tijdens een avondexcursie bij Rockanje (foto: Henk van Leenen).
Aantal pagina's incl. bijlagen:	131
Projectnummer:	2022.089
Projectleiding:	Sanne Ploegaert
Projectpartners en financiering:	Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid, Provincie Zuid-Holland, Staatsbosbeheer, Waterschap Brabantse Delta, Wereld Natuurfonds, Sportvisserij Nederland en Natuurmonumenten.
Akkoord voor vrijgave:	Sanne Ploegaert

© 2023 Stichting RAVON, Nijmegen

Inhoud

1 Inleiding 5
1.1 Kader 5
1.2 Monitoring kraamkamerfunctie oeverhabitats 5
1.3 Doel en onderzoeksvragen 6
1.4 Terugblik op eerste stappen implementatie kierbeheer en eerdere rapportages “Een Zegen in de Delta” 8

2 Methode 11
2.1 Selectie deelgebieden en monsterlocaties 11
2.2 Monsterperioden 15
2.3 Methode zegenbevissingen 15
2.4 Registratie habitatparameters 16
2.5 Ontwikkeling veldmethode 18
2.6 Indeling vissen in estuariene gildes 18
2.7 Dataverwerking en analyse 19
2.7.1 Soortensamenstelling 19
2.7.2 Biomassa 20
2.7.3 Diversiteit 20
2.7.4 Habitatparameters 22

3 Omstandigheden 2018-2022: spuien, inlaten en zoutgehalte 25
3.1 Bediening Haringvlietsluizen 25
3.2 Zoutgehalte 27

4 Vergelijking tussen jaren 2018-2022 30
4.1 Soortensamenstelling 30
4.1.1 Dichtheid ecologische gilden 31
4.1.2 Aandeel ecologische gilden 37

5 Biomassa 39
5.1 Bijdrage gebieden aan biomassa 39
5.2 Aandeel gilden in biomassa 41

6 Diversiteit 42
6.1 Scheelhoek 42

7 Habitatparameters 48
7.1 Leeswijzer 48
7.2 Spreiding en frequentie van habitatparameters 48
7.3 Verkenning relatie tussen visgemeenschap en habitat 51
7.3.1 Alle soorten 52
7.3.2 Stromingsminnende soorten (zonder stromingsmetingen van 2022) 53
7.3.3 Stromingsminnende soorten inclusief stromingsmetingen 2022 54
7.3.4 Plantminnende soorten 55
7.3.5 Piscivore soorten 56
7.3.6 Exoten 57
7.3.7 Vaakst aangetroffen soorten 58
7.3.8 Diversiteitsindexen 60
7.3.9 Biomassa 61
7.3.10 Aandeel individuen van totaalvangst per functionele groep 62
7.3.11 Verkenning habitatvoorkeur Bot – GAM modellering 64

8 Locatiespecifieke uitwerking 67
8.1 Gat van Den Ham 67
8.2 Grote Noordwaard 69

9 Synthese 74
9.1 Soortensamenstelling 74
9.2 Biomassa 76
9.3 Diversiteit 76
9.4 Habitatparameters 77
9.5 Locatiespecifieke uitwerking 79

10 Burgerparticipatie, Publiciteit & Samenwerking 80
10.1 Burgerparticipatie 80
10.2 Unieke videoserie 81
10.3 Kustvissengids 82
10.4 Publiciteit 83
10.5 Samenwerking 84
10.6 Dankwoord 84

Literatuur 85

Bijlage 1: Vissoorten die kunnen voorkomen in estuaria 87

Bijlage 2: Soortspecifieke waarden voor berekening biomassa 91

Bijlage 3: Aanvullende tabellen toepassing diversiteitsindex 92

Bijlage 4: Aanvullende figuren vergelijking tussen jaren 2018-2020 96

Bijlage 5: Aanvullende figuren biomassa 106

Bijlage 6: Aanvullende figuren diversiteit 108

Bijlage 7: Aanvullende figuren habitatparameters 112

1 Inleiding

1.1 Kader

Van nature vormen rivierdelta's, ook wel estuaria genoemd, een belangrijke toegangspoort voor trekvissen die migreren tussen zoet en zout water. Daarnaast vormt de natuurlijke zoet-zoutovergang een belangrijke kraamkamer voor mariene vissoorten. Hiervan profiteren ook visetende vogels en zoogdieren. Vanwege deze natuurlijke rijkdommen, vestigden zich al vroeg mensen in de rivierdelta's. Tegenwoordig zijn het doorgaans dichtbevolkte gebieden met veel menselijke activiteiten, zoals in de haven van Rotterdam. Om de mensen in de delta te beschermen tegen het water zijn in Nederland in de jaren zeventig de Deltawerken aangelegd. Hierdoor veranderden de natuurlijke estuariene zoet-zoutovergangen en brakwaterzones in harde scheidingen tussen zoet en zout water. De gegraven Nieuwe Waterweg met steile oevers vormt nu de enige open verbinding tussen zoet en zout water in de delta van de Rijn en Maas. Met name de aanleg van de Haringvlietdam in 1970, had een grote invloed op de vismigratiemogelijkheden en de estuariene dynamiek in deze rivierdelta. De getijdendynamiek verdween grotendeels, evenals het areaal aan zand- en slibplaten. Typische estuariene soorten verdwenen en trekvissen konden de Haringvlietsluizen in de dam moeilijk passeren om hun paaigronden en opgroeigebieden te bereiken.

In het 'Kierbesluit' is vastgelegd dat de Haringvlietsluizen weer op een kier gezet worden om zo trekvissen te kunnen laten passeren en te zorgen voor een minder harde overgang tussen zoet en zout water. Het getijdeverschil verandert met het beoogde Kierbeheer niet noemenswaardig, daarvoor is de opening te klein. Sinds december 2018 worden de Haringvlietsluizen bedient volgens dit nieuwe beleid. Onder de noemer 'lerend implementeren' werkt Rijkswaterstaat aan het stapsgewijs instellen van dit nieuwe sluisbeheer. Hierin vormen het vergroten van de connectiviteit voor trekvissen door de Haringsluizen en het controleren van de verspreiding van zoutwater in het Haringvliet de twee belangrijke pijlers. De insteek hierbij is dat het zout in het Haringvliet niet verder mag komen dan de denkbeeldige lijn Middelharnis-Spui.

1.2 Monitoring kraamkamerfunctie oeverhabitats

Naast een migratieroute voor trekvissen, vormen de deltawateren een belangrijke kraamkamer voor een breed scala aan vissoorten van zoet, brak en zout water. De ondiepe, relatief laag-dynamische zones worden vaak gezien als ecologisch zeer waardevol, en geschikt als opgroeizone voor juveniele vissen, omdat ze snel opwarmen en veel voedsel bieden, waardoor ze een belangrijke bijdrage leveren aan de productiviteit van het systeem. Over het gebruik van deze zones door jonge vissen en specifieke habitat eisen is tot op heden weinig bekend, omdat de huidige monitoring (MWTL) in de delta over het algemeen plaatsvindt in de vaargeul (boomkor/stortkuil) of in structuurrijke oevers van zoet water (elektrovisserij). Ook in de door RWS beoogde monitoring (Paalvast, 2016) van het effect van de kier in de Haringvlietsluizen blijven de ondiepe habitats onderbelicht (Kranenbarg & Schiphouwer, 2017). De kier in de Haringvlietsluizen zou de migratie van juveniele vissen vanuit de Voordelta kunnen faciliteren. Deze juveniele vissen kunnen vervolgens opgroeien in de ondiepe habitats van de delta, en daarmee positief bijdragen aan de samenstelling en productie van visgemeenschap.

Om de visdiversiteit en de functie en waarde van de verschillende ondiepe habitats voor vissen in kaart te brengen en te monitoren heeft RAVON samen met partners (Rijkswaterstaat, Provincie Zuid-Holland, Wereld Natuur Fonds, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, en Sportvisserij Nederland) het project 'Een Zegen in de Delta' opgezet in 2017. Sinds 2022 is ook Waterschap Brabantse Delta aangehaakt. Publieke participatie is een belangrijk onderdeel van het project, met inzet van vrijwilligers bij de bemonsteringen. Hiermee wordt ook de zichtbaarheid van de onderwaternatuur vergroot.

1.3 Doel en onderzoeksvragen

Het onderzoek kent 2 belangrijke peilers: (1) het meten van grootschalige en langjarige veranderingen in de juveniele visgemeenschap in het kader van het aangepaste beheer van de Haringvlietsluizen en de dynamiek van het estuarium en (2) het versterken van de kennis van het habitatgebruik van juveniele vissen ten behoeve van effectievere inrichting. Door verschillende habitats te onderzoeken langs de zoet-zout gradiënt wordt inzicht verkregen in welke vissoorten (als juveniel) wanneer aanwezig zijn in de verschillende estuariene zones. Naast variatie in saliniteit kan het habitat verschillen in bijvoorbeeld de bodemsamenstelling, de hoeveelheid waterplanten, de mate van beschutting en de steilheid van het talud in de oever. Het in kaart brengen van het habitatgebruik door juveniele vis over zowel grotere zones en gradiënten als op lokaal niveau geeft inzicht in het functioneren van de oevernatuur als opgroeigebied.

Biomassa en biodiversiteit
Kraamkamers voor vissen in de delta zijn echter niet alleen van belang voor de levenscyclus van veel vissoorten van verschillende gildes, maar ook voor de productie van vis als voedsel voor visetende vogels, zeezoogdieren en roofvissen. Om beter naar de productie van juveniele vis in de verschillende gebieden te kijken is het nuttig om naast de dichtheden ook de bijdrage aan geproduceerde biomassa te bepalen voor de verschillende gebieden. De grootte van de biomassa zegt samen met de biodiversiteit veel over het functioneren van de kraamkamers in de Zuid-Hollandse delta en hoe de verschillende gebieden bijdragen aan de visgemeenschap. Meer inzicht in de biodiversiteit wordt verkregen door het toepassen van een binnen dit project ontworpen estuarium-specifieke diversiteitsindex op basis van de aangetroffen visgemeenschap, waarbij het voorkomen van verschillende ecologische gildes wordt meegewogen.

Bepalende habitatparameters
Aansluitend aan het bepalen van de biomassa en biodiversiteit is identificeren van de bepalende habitatparameters de logische vervolgstap. Tijdens de bevissingen worden uitgebreide habitatopnames gedaan. Het correleren van specifieke habitat eigenschappen aan de bepaalde biodiversiteit, biomassa en dichtheden biedt handvatten voor inrichting en bescherming van de ondiepe oevernatuur van de Zuid-Hollandse delta. Dit wordt gedaan door de relaties tussen de onafhankelijke habitatparameters en de hiervan afhankelijke scores voor biodiversiteit, biomassa en dichtheden statistisch te analyseren.

Gilde- en soortspecifiek habitatgebruik; handvatten voor inrichting en beheer
Met de uitwerking van de biomassa, biodiversiteit en habitatparameters ligt er een stevig fundament waarop gebouwd kan worden om gilde-specifiek en soortspecifiek habitatgebruik uit te werken. Hoe gebruiken juveniele trekvissen bijvoorbeeld de Zuid-

Hollandse delta, welke habitatparameters zijn belangrijk voor deze groep en welke habitats zijn specifiek belangrijk voor jonge houting en welke voor bot? Deze inzichten kunnen bijdragen aan het doelbewust en effectief inrichten en beheren van ondiepe oevernatuur.

Monitoring effecten Kierbeheer en lokale inrichtingsmaatregelen
Daarnaast is het de verwachting dat, wanneer de Haringvlietsluizen regelmatig op een kier staan, de soortensamenstelling van juveniele vis aan de directe binnenzijde van de Haringvlietdam op termijn verder kan veranderen. Het is daarom van belang om de ontwikkelingen van de visgemeenschap, parallel aan het 'lerend implementeren' van het kierbeheer, te blijven volgen. Op die manier zal ook duidelijk worden of verschuivingen in de visgemeenschap een meer structureel karakter krijgen als gevolg van gewijzigd kierbeheer. Aanvullend kunnen ook de effecten van natuurontwikkeling in de vorm van lokale inrichtingsmaatregelen, zoals het aanleggen van natuurvriendelijke oevers, ophogen van kribvakken of zandbanken, worden gevolgd. Waar is bijvoorbeeld sprake van een goede ontwikkeling van het habitat en de visgemeenschap, en waar gaat dit juist achteruit? En welke factoren liggen hieraan ten grondslag? Deze inzichten kunnen de basis vormen voor adviezen met betrekking tot inrichting en beheer.

Onderzoeksvragen
Om inzicht te krijgen in het habitatgebruik van juveniele vissen in de Zuid-Hollandse delta en de ontwikkelingen in het kader van het kierbeheer en lokale inrichtingsmaatregelen zijn de volgende onderzoeksvragen zijn geformuleerd:

1. Wanneer komen welke soorten voor en in welk deel van de delta?
2. Wat is op basis van de waargenomen soorten, dichtheden, biomassa en diversiteit het belang van verschillende delen van de delta als habitat en opgroeigebied voor de verschillende gilden?
3. Welke correlatie bestaat er tussen de waargenomen dichtheden, biomassa, diversiteit en de eigenschappen van het habitat?
4. Wat is het effect van het kierbeheer op het voorkomen van soorten?
5. Wat is het effect van lokale natuurontwikkelingsmaatregelen, zoals bijvoorbeeld natuurvriendelijke oevers, op het voorkomen van soorten?

Deze onderzoeksvragen vormen het kader waarbinnen de verzamelde gegevens worden geanalyseerd. De onderzoeksvragen en de ontwikkelingen in de delta worden over meerdere jaren behandeld en gevolgd. Om natuurlijke fluctuaties tussen jaren te ondervangen is langjarige monitoring noodzakelijk.

Focus rapportages

In de rapportages van "Een Zegen in de Delta" wordt met beperkte middelen stapsgewijs en doelgericht gewerkt aan het vergroten van het inzicht in het functioneren van de Zuid-Hollandse delta als kraamkamer, het habitatgebruik van juveniele vissen, en de effecten van het aangepaste beheer van de Haringvlietsluizen. Hierbij wordt verder doorgebouwd op de voorgaande stappen, maar steeds met een andere focus:

- **2018:** In 2018 is de uitgangssituatie vastgelegd voorafgaand aan het aangepaste beheer van de Haringvlietsluizen (Ploegaert et al., 2019).
- **2019:** De daaropvolgende rapportage richtte zich voornamelijk op een vergelijking tussen de juveniele visgemeenschap van de nulmeting in 2018 en de

visgemeenschap in 2019 welke onder invloed staat van het aangepaste sluisbeheer. Dit is gedaan aan de hand van de aangetroffen dichtheden (Kooiman & Ploegaert, 2020).

- **2020:** In de vorige rapportage (jaren 2018-2020) lag de focus op een eerste analyse van de biomassa en functionele diversiteit (Kooiman & Ploegaert et al., 2022).
- **2021-2022:** In de onderhavige rapportage (jaren 2018-2022) ligt de focus op een eerste analyse van de relatie tussen de eigenschappen van de juveniele visgemeenschap en eigenschappen van het habitat, zowel in het algemeen als voor specifieke soorten en gilden.
- **2023:** In de volgende rapportage (jaren 2018-2023) zal de relatie tussen de visgemeenschap en het habitat verder modelmatig worden uitgewerkt.

1.4 Terugblik op eerste stappen implementatie kierbeheer en eerdere rapportages "Een Zegen in de Delta"

Implementatie kierbeheer
Bij het openstellen van de Haringvlietsluizen hanteert Rijkswaterstaat het principe van lerend implementeren. Dit betekent dat de Haringvlietsluizen zeer geleidelijk in toenemende mate open gaan bij waterstanden aan de buitenzijde die gelijk zijn aan, of hoger zijn dan, de waterstand aan de binnenzijde (dit wordt 'inlaten' genoemd). Op deze manier wordt de verspreiding van zout water in het Haringvliet beperkt. Het gevolg hiervan is dat de effecten van de kier in de Haringvlietsluizen op de visgemeenschap waarschijnlijk ook geleidelijk zichtbaar worden. Daarnaast zijn er met de huidige mate van inlaten al grenzen bereikt binnen de randvoorwaarden van zoetwatervoorziening en waterveiligheid. Van een grote systeemverandering is tot op heden dan ook geen sprake. Voor een soort als spiering is het cruciaal dat ze vanuit zee naar zoet water met geschikt habitat kunnen migreren om zich voort te planten. Soorten als haring en jonge houting hebben een brakwaterzone nodig om te paaien en/of op te groeien. Die zone mag echter dynamisch zijn, en zich zowel aan de buitenzijde als de binnenzijde van de Haringvlietdam bevinden, maar moet dan wel voor een langere tijd bestaan.

Het jaar 2019 stond, als eerste volle jaar onder het nieuwe beheer, in het teken van verschillende proeven naar de werking en beheersing van zoutverspreiding. In 2019 werd er vaak maar kortdurend ingelaten. Hierbij werd de diepe zone vlak achter de sluizen (zoutvang) gevuld met zout water. Dit zoute water werd vervolgens door middel van spuien en via de hier aanwezige zoutriolen weer afgevoerd naar zee. Ook werden er proeven uitgevoerd naar de nalevering van zout. Oftewel, de mate waarin zout uit dieper gelegen putten verspreidde naar andere gebieden en waterlagen. Ook in de periode van 2020 t/m 2022 is geregeld water ingelaten. Vergeleken met 2018 werden hierdoor gemiddeld hogere en sterker fluctuerende zoutwaarden gemeten aan de binnenzijde van de Haringvlietdam. Deze fluctuaties hadden weinig effect in de oeverzone, waar de waarden als zoet gekenmerkt konden worden.

Effecten kierbeheer kruisnetmonitoring 'Samen voor de Aal'
In de kruisnetmonitoring binnen het project 'Samen voor de Aal' is nog geen duidelijk effect zichtbaar van het kierbeheer op de vangst van glasaal bij de monitoringslocaties langs het Haringvliet en Hollands Diep (Peters et al., 2022).

Effecten kierbeheer doortrekmetingen ATKB
Uit doortrekmetingen blijkt dat vissen wel degelijk gebruik maken van de kier. Tijdens het voorjaar van 2020 (maart t/m mei) onderzocht ATKB in opdracht van Rijkswaterstaat gedurende 7 inlaatperioden welke vissen door de kieropening zwommen. In totaal werden 23 vissoorten aangetroffen. Het overgrote deel bestond uit juveniele haring en sprot (ruim 95%). Het grootste deel van de overige soorten bestond uit (glas)aal, bot en zeebaars. Daarnaast werden onder meer driedoornige stekelbaars en spiering aangetroffen. Het totaal aantal vissen dat in de onderzoekmomenten gedurende inlaatperioden binnenkwam werd geschat op ruim 2.6 miljoen (Van de Ven, 2020). Het is echter nog onduidelijk hoeveel er van de binnengetrokken vissen ook daadwerkelijk in het Haringvliet blijven of direct na binnenkomst met afgaand water weer mee naar zee bewegen. Zolang er aan de buitenzijde van de Haringvlietdam voor langere tijd sprake is van een (dynamische) brakwaterzone, is dit voor marien juveniele soorten als haring geen probleem. Voor een diadrome zwakke zwemmer als de spiering is het echter cruciaal om zoet water met geschikt habitat aan de binnenzijde van de Haringvlietdam te bereiken om zich voort te planten.

Effecten kierbeheer beschreven in eerdere rapportages van 'Een Zegen in de Delta'
Tijdens bemonsteringen van 'Een Zegen in de Delta' in 2018-2020 werden een aantal verschuivingen gemeten in de visgemeenschap in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta. Zo werd in 2019 en 2020 bijvoorbeeld een hogere dichtheid mariene juveniele soorten aangetroffen in het westelijk deel van het Haringvliet dan tijdens de nulmeting in 2018. Daarnaast is de dichtheid diadromen in de visgemeenschap over het algemeen genomen over de gehele breedte van het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta toegenomen door de jaren heen, net als hun aandeel in de visgemeenschap. Er is echter voorzichtigheid geboden bij het toewijzen van dergelijke verschillen in de soortensamenstelling aan het kierbeheer. Ook natuurlijke fluctuaties (bijv. verschillen in afvoer, temperatuur en voortplantingssucces) spelen een belangrijke rol bij de verschuivingen in de visgemeenschap. Het is daarom van belang om de ontwikkelingen van de visgemeenschap, parallel aan het 'lerend implementeren' van het kierbeheer, te blijven volgen. Op die manier zal ook duidelijk worden of verschuivingen in de visgemeenschap een meer structureel karakter krijgen als gevolg van het kierbeheer (Kooiman & Ploegaert et al., 2022).

Een eerste analyse van de functionele diversiteit van de visgemeenschap in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta, met behulp van een binnen dit project ontworpen estuarium-specifieke diversiteitsindex, op basis van de verzameld data tijdens 'Een Zegen in de Delta' in 2018-2020 leidde ook tot waardevolle inzichten in het kader van het kierbeheer. Zo blijkt duidelijk de meerwaarde van een natuurlijke zoet-zout overgang. De hoogst scorende gebieden (Nieuwe Waterweg en het oostelijke deel van de Voordelta) liggen beiden in de mesohaline zone, die wordt gekenmerkt door een sterk wisselende saliniteit. De hoogst scorende gebieden worden echter op de voet gevolgd door het westelijk deel van het Haringvliet, dat tegenwoordig regelmatig in verbinding staat met de zee als gevolg van het kierbeheer. Daarnaast scoren gebieden met een hogere connectiviteit met de zee via de Nieuwe Waterweg (Nieuwe Maas, Oude Maas en Spui) hoger dan de verder landinwaarts gelegen, laagst scorende, meest oligohaline gebieden (Haringvliet Oost, Nieuwe Merwede, Biesbosch en Hollands Diep). Een hogere score hangt in deze context vaak onder meer samen met een grotere rol voor marien juvenielen en estuarien residenten in de visgemeenschap. Dit wijst op de meerwaarde van een verhoogde connectiviteit met de zee. Uit de analyse van de diversiteit van de monsterlocaties binnen Haringvliet West

blijkt duidelijk dat de locaties in de nabijheid van de Haringvlietdam een hogere diversiteit hebben dan de verder landinwaarts gelegen locaties. Dit laat zien dat dit mogelijke effect van het kierbeheer duidelijk meetbaar is, maar ook dat de invloed op juveniele visgemeenschap in de oeverzone vooralsnog beperkt blijft tot de zone aan de directe binnenzijde van de Haringvlietdam.

In 2021-2022 is de implementatie van het kierbeheer voortgezet. Mogelijke invloed hiervan op de juveniele visgemeenschap in de ondiepe oeverzone komt aan bod in de onderhavige rapportage.

2 Methode

De monitoring binnen het project 'Een Zegen in de Delta' loopt vanaf 2018. Hierbij wordt een groot aantal ondiepe oeverzones en nevengeulen in de Zuid-Hollandse delta intensief met de broedzegen bemonsterd op juveniele vis en worden uitgebreide habitatopnames gedaan. De opzet en methodiek zijn in de loop van de jaren steeds verder uitgebreid en aangescherpt, en worden in dit hoofdstuk beschreven.

2.1 Selectie deelgebieden en monsterlocaties

Binnen de monitoring zijn er 15 deelgebieden geselecteerd die verschillen met betrekking tot factoren als de rivier en zoet-zout dynamiek. Drie van deze gebieden bevinden zich in het Haringvliet (West, Centraal en Oost). Hierdoor kan het effect van de Kier op de opgroeifunctie van vissen, waaronder doelsoorten als houting, harder, fint, spiering, bot, haring, aal, zeebaars en brakwatergrondel in beeld gebracht worden. De andere deelgebieden zijn de Voordelta (West en Oost) en Monding Nieuwe Waterweg (kustzone), Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas (riviertakken met hoge connectiviteit Noordzee), Hollands-Diep, Biesbosch, Nieuwe Merwede en Amer (riviertakken stroomopwaarts van het Haringvliet) en Oude Maas, Spui en Beneden Merwede (tussengelegen riviertakken, al dan niet met hoge connectiviteit Noordzee). Door deze deelgebieden, en de monsterlocaties daarbinnen, met elkaar te vergelijken kan in beeld gebracht worden in hoeverre factoren als zoutgehalte, stroming, getijdewerking, bodemsubstraat en de mate van connectiviteit met de Noordzee van invloed zijn op het voorkomen van soorten.

De Nieuwe Waterweg kan daarnaast als referentiegebied voor een toekomstige, meer natuurlijke zoet-zout overgang in het Haringvliet dienen. De Nieuwe Waterweg staat in open verbinding met de zee een heeft daardoor een geleidelijke zoet-zout gradiënt. De eigenschappen van de Nieuwe Waterweg zijn onnatuurlijk, aangezien ondiepe zandplaten en zones met weinig turbulentie, behorende bij een natuurlijk estuarium, grotendeels ontbreken. In de Voordelta (direct aan de buitenzijde van de Haringvlietdam) zijn daarentegen wel veel van deze ondiepe en laag-dynamische zones aanwezig. Daarnaast geven de vangsten in de Voordelta en Nieuwe Waterweg een indicatie van wat in potentie het Haringvliet op kan zwemmen tijdens het inlaten, en wat aan zoetwatervissen uitgespoeld raakt tijdens het spuien. De aanleg van de Haringvlietdam had niet alleen effect op de omstandigheden in het Haringvliet zelf. Ook verder stroomopwaarts gelegen gebieden, zoals de Biesbosch, veranderden aanzienlijk. De historisch belangrijke functie van dit zoetgetijdengebied als voortplantings- en/of opgroeigebied voor diverse mariene juveniele en diadrome soorten, waaronder de Noordzeehouting, en de huidige sterke natte dooradering (grootschalige natuurherstelmaatregelen hebben plaatsgevonden) maken maakt ook deze zone zeer relevant.

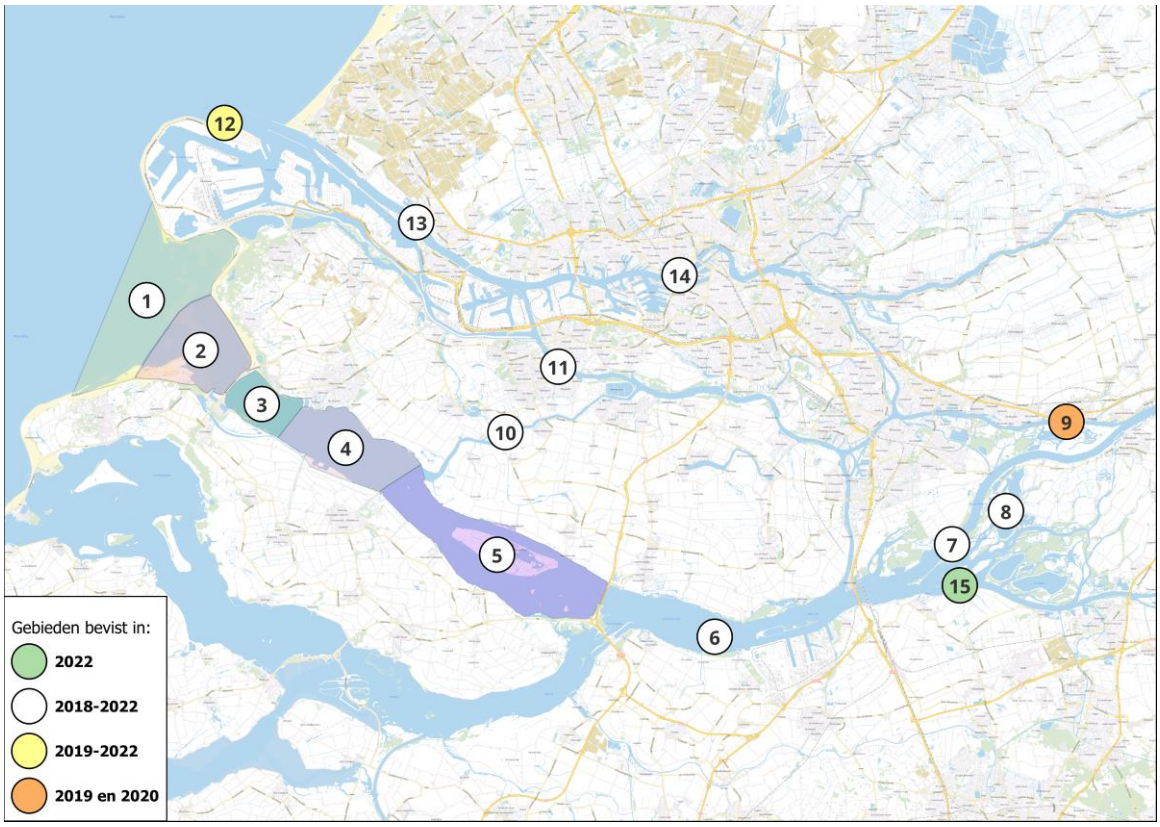


Figuur 2.1: Zegentrek bij de Slijkplaat, een eiland in het centrale deel van het Haringvliet (foto: Sanne Ploegaert).

De 15 bemonsterde gebieden staan weergegeven op de kaart in figuur 2.2. Op basis van de te verwachten zoet-zout gradiënt die zal ontstaan na het open zetten van de kier zijn de verschillende estuariene zones rondom het Haringvliet aangegeven in de kaart (Kranenbarg en Backx, 2004). Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit een eerste inschatting was en dat uiteindelijk nog moet blijken hoe de kier functioneert en waar de verschillende zones precies komen te liggen. Het Haringvliet zelf is daarbij ingedeeld in drie deelgebieden. De volgende zones zijn te onderscheidden:

- Zoute zone: in deze zone is er weinig invloed meer van het zoete water. Het chloridegehalte ligt rond de 35 g/l. Monstergebied: de Maasvlakte (geel weergeven in figuur 2.2).
- Sterk brakke zone: in deze zone domineert de invloed van de zee. Het chloridegehalte varieert van 10 tot 17 g/l. Monstergebied: Voordelta (roze weergeven in figuur 2.2).
- Brakke zone: in deze zone mengen zee- en rivierwater. Het chloridegehalte varieert van 3 tot 10 g/l. Monstergebied: Haringvliet West (groen weergeven in figuur 2.2).
- Zwak brakke zone: in deze zone komt zoet rivierwater voor het eerst in contact met zeewater. De zoutindringing is zeer gering, het chloridegehalte varieert van 0,3 tot 3 g/l. Monstergebied: Haringvliet Centraal (lila weergeven in figuur 2.2).
- Zoete zone: in deze zone is er geen invloed meer van zoutwater. Deze zone ligt ten Oosten van de lijn Spui-Middelharnis. Monstergebied: Haringvliet Oost (paars weergeven in figuur 2.2).

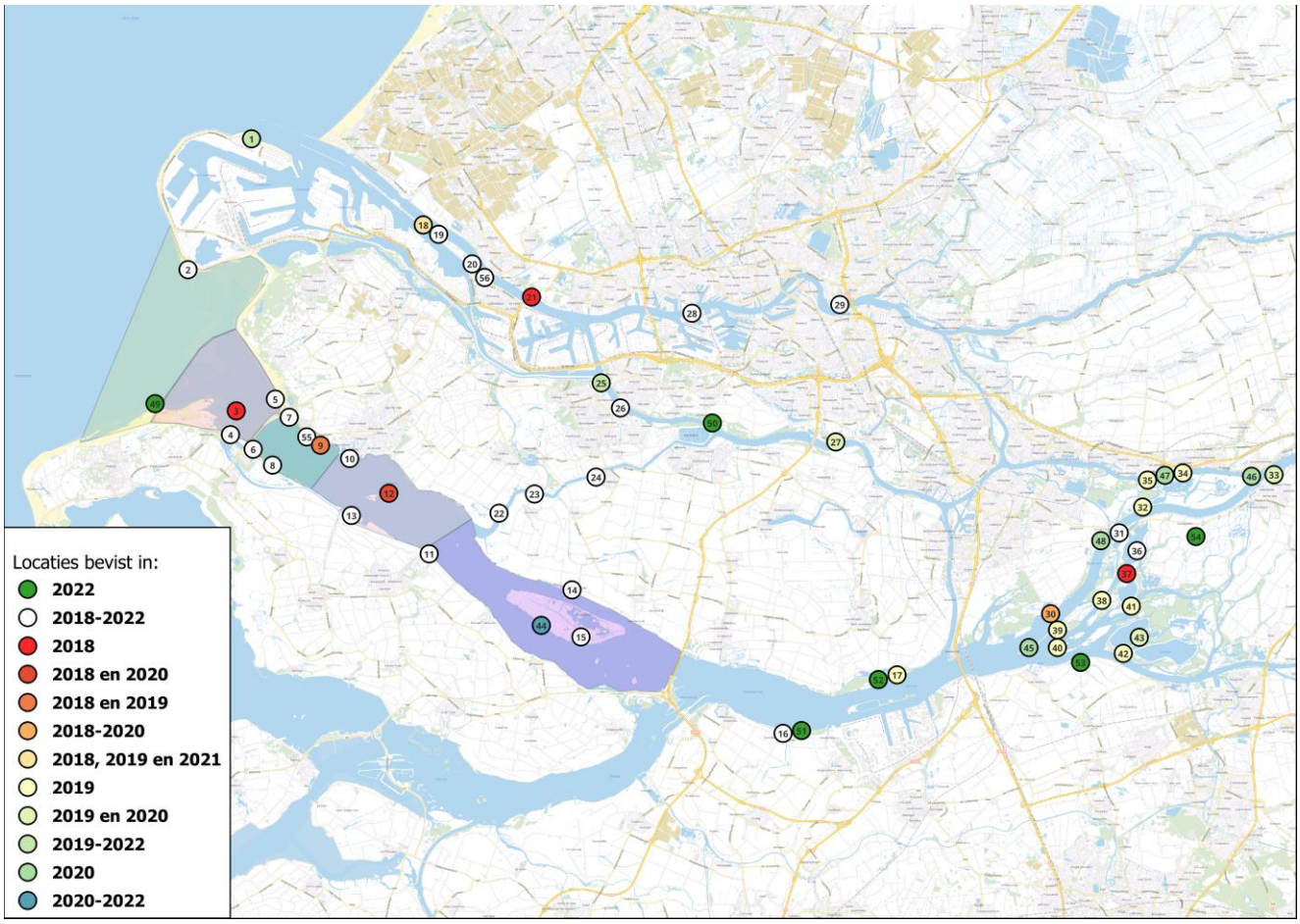
Figuur 2.2: Kaart van de onderzochte gebieden (zie nummers) en de verschillende estuariene zones in het Haringvliet (zie beschrijving in de tekst hierboven).



1) *Voordelta West*
2) *Voordelta Oost*
3) *Haringvliet West*
4) *Haringvliet Centraal*
5) *Haringvliet Oost*
6) *Hollands Diep*
7) *Nieuwe Merwede*
8) *Biesbosch*
9) *Beneden Merwede*
10) *Spui*
11) *Oude Maas*
12) *Monding N. Waterweg*
13) *Nieuwe Waterweg*
14) *Nieuwe Maas*
15) *Amer*

Binnen de 15 onderscheidden deelgebieden (figuur 2.2) zijn 54 monsterlocaties geselecteerd (figuur 2.3), die al dan niet nog verder zijn opgedeeld in sublocaties. In totaal zijn er in 2018 t/m 2022 op deze locaties 866 zegentrekken gedaan. Het totaal met broedzegens bemonsterde oppervlak betreft ruim 49 hectare (tabel 2.1). De monsterlocaties zijn geselecteerd op basis van een goede spreiding binnen de deelgebieden, de potentie van het habitat als opgroeigebied voor juveniele vis, bevisbaarheid (de oevers dienen flauw af te lopen voor bevissing met de zegen) en bereikbaarheid. Een groot deel van de locaties wordt ieder jaar bemonsterd om een goede vergelijking tussen jaren en seizoenen mogelijk te maken. Daarnaast worden jaarlijks een aantal aanvullende locaties bemonsterd om een zo goed mogelijk beeld van de visgemeenschap en het habitatgebruik te krijgen. Hierbij wordt sinds een aantal jaren gestuurd op het creëren van meer spreiding in de diversiteit van de beviste habitats. Een deel van de aanvullende locaties bevist in 2019 zijn uitgevoerd voor het “Kansen voor de Fint in de Biesbosch” project waar met onder andere bevissingen met de broedzegen en eDNA bemonsteringen onderzoek wordt gedaan naar het voorkomen van fint (Tummers et al., 2021). Sinds 2022 is Waterschap Brabantse Delta aangehaakt bij de monitoring met de locatie Gat van den Ham aan de Amer (3 sublocaties). Daarnaast maakt Staatsbosbeheer het sinds 2022 mogelijk om op 6 sublocaties in de Grote Noordwaard (Biesbosch) te monitoren.

Figuur 2.3: Monsterlocaties binnen de 15 onderzochte deelgebieden. Sommige locaties zijn nog verder onderverdeeld in sublocaties. Het aantal sublocaties is in die gevallen tussen haakjes achter de locatienamen onder de kaart gezet.



1) *Edisonbaai*
2) *Slufter (2)*
3) *Kwade Hoek 1*
4) *Kwade Hoek 2*
5) *Rockanje*
6) *Zoet of Zout*
7) *Boelies*
8) *Scheelhoek*
9) *Quackgors*
10) *Hellevoetsluis*
11) *Middelharnis*
12) *Slijkplaat*
13) *Sommelsdijk*
14) *Tiendgorzen*
15) *Tiengemeten*
16) *Tonnekreek*
17) *Strijensas*
18) *Nieuwe Waterweg 1*
19) *Nieuwe Waterweg 2*
20) *Nieuwe Waterweg 3*
21) *Nieuwe Waterweg 5*
22) *Beningerwaard*
23) *Costa del Spui*
24) *Nieuw Beijerland*
25) *Voedingskanaal*
26) *Spijkenisse*
27) *Barendrecht*
28) *Quarantaine strandje*
29) *Brienenoord (2)*
30) *Merwedestrandjes*
31) *Veerweg*
32) *Hollandse Biesbosch*
33) *Werkendam*
34) *Beneden Merwede 3*
35) *Beneden Merwede 1*
36) *Kleine Noordwaard*
37) *Biesboschmuseum*
38) *Gat v/d Kleinen Hil*
39) *Noordergat v/d Visschen A*
40) *Noordergat v/d Visschen B*
41) *Gat v/v Kampen*
42) *Gat v/d Kerksloot A*
43) *Gat v/d Kerksloot B*
44) *Tiengemeten buiten (3)*
45) *Deeneplaatweg*
46) *Beneden Merwede 4*
47) *Beneden Merwede 2*
48) *Kop van het Land*
49) *Strand Ouddorp*
50) *Het Kooigat*
51) *Tonnekreek buiten*
52) *Oeverlanden*
53) *Gat v/d Ham (3)*
54) *Grote Noordwaard (6)*

Tabel 2.1: Totaal aantal uitgevoerde zegentrekken en de totaal beviste oppervlakte per gebied per jaar.

	Totaal											
	Oppervlakte (ha)						Zegentrekken					
Gebied	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal
Amer	0.000	0.000	0.000	0.000	0.203	0.203	0	0	0	0	6	6
Beneden Merwede	0.000	0.229	0.147	0.000	0.000	0.376	0	4	4	0	0	8
Biesbosch	0.525	0.821	0.238	0.329	1.149	3.064	10	18	7	6	24	65
Haringvliet Centraal	1.086	0.580	0.673	0.209	0.444	2.992	18	10	12	6	10	56
Haringvliet Oost	0.437	0.465	0.827	0.774	1.120	3.624	12	9	17	17	21	76
Haringvliet West	3.575	2.556	1.591	2.221	2.085	12.028	43	42	26	28	28	167
Hollands Diep	0.052	0.199	0.233	0.152	0.372	1.008	2	7	7	6	12	34
Monding Nieuwe Waterweg	0.000	0.213	0.441	0.208	0.194	1.057	0	5	10	6	6	27
Nieuwe Maas	0.343	0.396	0.328	0.549	0.579	2.196	9	9	9	10	14	51
Nieuwe Merwede	0.261	0.751	0.377	0.383	0.290	2.062	5	13	11	6	6	41
Nieuwe Waterweg	1.672	0.656	0.373	1.287	0.719	4.708	25	14	10	20	12	81
Oude Maas	0.117	0.409	0.421	0.344	0.655	1.946	4	11	12	8	17	52
Spui	0.259	0.510	0.645	0.624	0.657	2.694	10	11	16	14	16	67
Voordelta Oost	4.146	1.475	0.759	0.751	1.060	8.190	42	24	11	12	12	101
Voordelta West	0.248	0.179	0.563	0.687	1.280	2.957	3	2	7	9	13	34
Totaal	**12.721**	**9.441**	**7.616**	**8.518**	**10.807**	**49.103**	**183**	**179**	**159**	**148**	**197**	**866**

2.2 Monsterperioden

Er is gestreefd om in ieder geval de vaste monsterlocaties drie keer in het jaar te bevissen. Daarbij zijn de volgende perioden onderscheidden:

- Voorjaar: 1 april tot 30 juni
- Zomer: 1 juli tot 15 september
- Najaar: 16 september tot 30 november

Op deze manier wordt inzicht verkregen in habitatgebruik door het seizoen heen in relatie tot de verschillen in trekgedrag, paaigedrag en opgroeihabitat tussen soorten. Het zwaartepunt van de bemonsteringen ligt in de zomer wanneer over het algemeen de hoogste dichtheden juveniele vissen voorkomen. Bij de locatiekeuze in het voorjaar is rekening gehouden met seizoensgebonden migratie van specifieke doelsoorten, zoals spiering, houting en haring.

2.3 Methode zegenbevissingen

De bemonsteringen zijn gericht op juveniele vissen en zijn uitgevoerd met kleine (broed)zegens van circa 25 meter lang met een maaswijdte van 3-5mm. Met deze zegens zijn locaties met een relatief vlakke en schone bodem bevist. Hierbij zijn de zegens door minimaal 2 personen wadend gevist tot een diepte van ongeveer een meter. De vangsten bestaan daarbij hoofdzakelijk uit kleinere vissen <20 cm, grotere vissen bevinden zich op grotere diepte en/of zwemmen sneller weg waardoor ze weinig gevangen worden. De uitvoering heeft voor een groot deel plaatsgevonden in excursieverband met vrijwilligers onder begeleiding van een deskundige RAVON medewerker. Om bemonsteringen plaats te laten vinden met voldoende dekking in ruimte en tijd is tevens een deel van de inventarisaties uitgevoerd door medewerkers van RAVON.

De bemonsteringen zijn gestandaardiseerd uitgevoerd, waarbij de vangstinspanning (bemonsterd oppervlak) wordt geregistreerd zodat de dichtheid van de vissoorten bepaald

kan worden. De vangstefficiëntie van ieder vangtuig en daarmee ook een broedzegen is niet honderd procent effectief. Alle aangetroffen soorten worden indien mogelijk meteen in het veld tot op soortniveau gedetermineerd. Zeer jonge vislarven worden in ieder geval tot op familie-niveau gedetermineerd en indien mogelijk aan de hand van foto's tot op soortniveau. Gevangen vissen worden tot op de millimeter nauwkeurig gemeten. Wanneer er grote aantallen vissen in een trek worden gevangen, wordt een steekproef genomen waarbij minimaal 40 exemplaren per soort worden doorgemeten als maat voor de lengteklasse verdeling. De overige vissen worden gedetermineerd en geteld. Bij de vangst van extreem grote aantallen wordt een representatief subsample genomen en behandeld zoals hierboven beschreven. Op basis van de deelmonster factor wordt bepaald hoeveel exemplaren er in totaal per soort en lengte gevangen zijn.



Figuur 2.4: De vangst wordt nauwkeurig opgemeten. In dit geval een bot, gevangen in de Nieuwe Waterweg. (foto: Mick Vos).

2.4 Registratie habitatparameters

Om meer inzicht te krijgen in het habitatgebruik van vissoorten en gilden worden sinds 2019 verschillende habitatparameters geregistreerd die naar verwachting invloed hebben op het voorkomen van juveniele vissen en kleine vissoorten (<20.5 cm). Voor de selectie van habitatparameters is gebruik gemaakt van een combinatie van expert knowledge, veldobservaties, en wetenschappelijke literatuur. Zo zijn sinds 2019 de oevergradiënt, plant- en alg-bedekking, bodemsamenstelling, saliniteit, temperatuur, doorzicht en het volume slib en vegetatie in de zegen per trek geregistreerd. Vanaf 2021 is hier stroming binnen het zegentraject en langs de oever (als proxy voor turbulentie) aan toegevoegd evenals harde structuren rondom de zegentrek. Vanaf 2023 worden ook de connectiviteit van de locatie en het zuurstofgehalte in het water gemeten.



Figuur 2.5: De stroomsnelheid wordt nauwkeurig gemeten op verschillende punten in en om het traject van de zegentrek (Foto: Jisk van den Ende).

In veld gemeten habitatparameters

Na het uitvoeren van de zegentrek en het identificeren en meten van de vissen zijn de geselecteerde habitatparameters (bodemsamenstelling, sliblaag, vegetatiebedekking, hellingshoek, temperatuur, saliniteit, stroomsnelheid) opgemeten evenals het volume slib en vegetatie opgevist in de zegen.

De bodemsamenstelling wordt uitgedrukt in het aandeel (%) zand, klei, grind en schelpen in de bovenste 5cm van de bodem onder de toplaag slib. De sliblaag wordt uitgedrukt in de dikte (cm) van de laag slib op de vaste bodemlaag. Vegetatiebedekking van ondergedoken planten, helofyten, drijfplanten en algen wordt uitgedrukt in percentage bedekking door een inschatting boven het wateroppervlakte te maken. De hellingshoek (^{o}) wordt vanaf de kant tot het verst in het water gelegen gedeelte van het zegentraject gemeten. De temperatuur (^{o}C) en saliniteit (ppt) zijn 10 cm onder het wateroppervlakte gemeten met het meetinstrument Hanna saliniteitsmeter HI98319. De stroomsnelheid (m/s) is zowel in het traject van de zegentrek en op 1 meter afstand van de oever parallel aan de oever op drie punten gemeten met het meetinstrument Valeport Model 801 – EM Flowmeter. Daarnaast is het volume slib en vegetatie (m^3) dat meegekomen is in de zegen met een meetlint opgemeten.

Naast deze standaard geregistreerde habitatparameters wordt sinds 2021 de aanwezigheid van structuren in een straal van 100m rondom de zegentrek die in contact met het water staan in detail geregistreerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen: stortsteen, rietkraag, asfalt, drasplas helofyten, krib, langsdam, strekdam en overige structuren.

Daarnaast is vanaf 2023 een start gemaakt met zuurstofmetingen 10 cm onder het wateroppervlakte met het meetinstrument Lutron PDO-519.

Op kaart ingetekende habitatparameters
Naast de in het veld uitgevoerde metingen zijn achteraf, aan de hand van de gemeten coördinaten van de zegentrek, de afstand tot open water (t.b.v. connectiviteit) en het oppervlakte van structuren in een straal van 100 meter om de trek heen geregistreerd. Dit is gedaan door de kortste afstand van het midden, het eindpunt en het beginpunt van de zegentrek tot de opening naar het open water, de breedte van de opening, en het oppervlakte van aanwezige structuren in QGIS in te tekenen.

2.5 Ontwikkeling veldmethode

De habitatparameters samen met de vangst- en locatiegegevens vormen een grote hoeveelheid gegevens die op gestandaardiseerde wijze in het veld worden verzameld. Om de opname van deze gegevens en de verwerking ervan te stroomlijnen wordt gebruik gemaakt van een specifiek voor het project ontworpen app. Hierin worden alle gegevens in het veld geregistreerd en wordt bijvoorbeeld het zegentraject direct digitaal vastgelegd. De app zorgt ook direct voor een back-up van de verzamelde gegevens in de cloud. Gezien er met de vangstgegevens gerekend wordt is het cruciaal om in het veld zo nauwkeurig mogelijk te meten. Om bijvoorbeeld de vangstinspanning zo nauwkeurig mogelijk te kunnen bepalen wordt de breedte van de zegentrek bepaald met een laser. Een deel van de habitatparameters wordt niet ter plekke geregistreerd, maar achteraf ingetekend met behulp van GIS. Het gaat bijvoorbeeld om de omvang van structuren in de nabijheid van de zegentrek en de afstand naar open water.

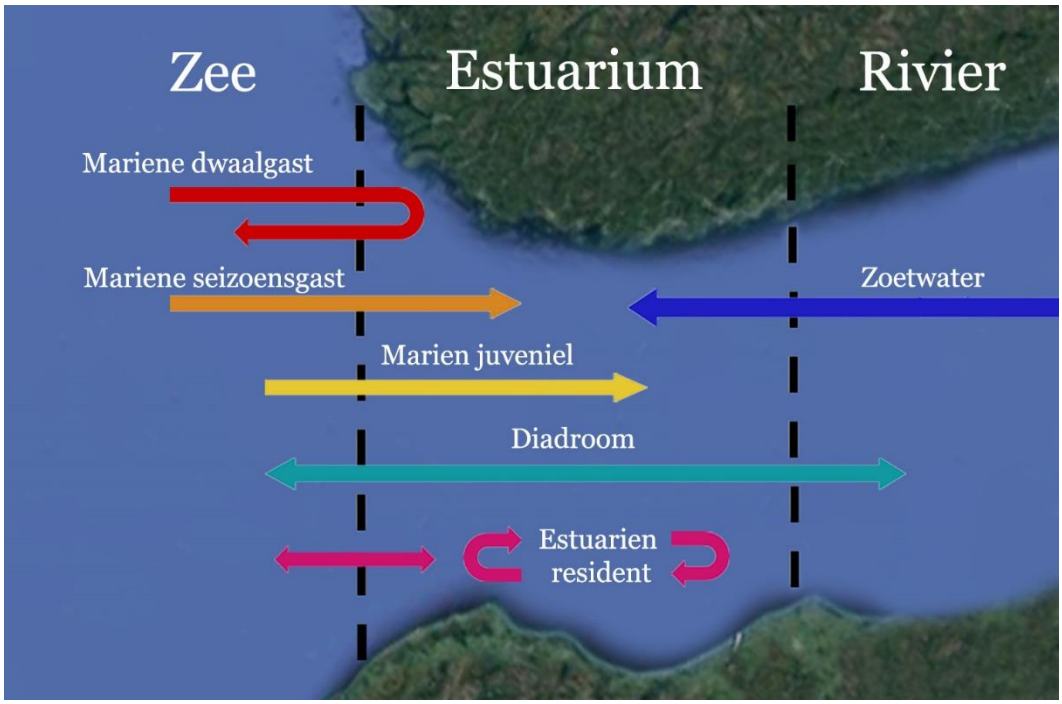
2.6 Indeling vissen in estuariene gildes

Estuaria bieden verschillende functies voor vissen zoals voortplantingsgebied, opgroeigebied, foerageergebied of doortrekgebied in de migratiefase. Vissoorten gebruiken estuaria voor verschillende functies gedurende verschillende levensfases afhankelijk van hun soortspecifieke ecologie, zoals levenscyclus, habitatvoorkeuren en migratiestrategie. Op basis hiervan worden de volgende ecologische gildes onderscheiden (deze gildes vormen de handvatten bij het analyseren van de monstergegevens):

- **diadroom:** dit zijn soorten die tussen zoet- en zoutwater migreren. Deze soorten gebruiken het estuarium als trekroute tussen paai- en opgroeigebied. Veel diadrome soorten blijven als juveniel nog enige tijd in het estuarium, om op te groeien of te acclimatiseren. Binnen de diadrome soorten wordt er nog onderscheid gemaakt tussen anadrome vissen die vanuit zee de rivieren optrekken om te paaien en katadrome vissen die juist vanuit zoetwater naar zee trekken op te paaien.
- **estuarien resident:** soorten die hun hele levenscyclus in het estuarium kunnen vervullen. Deze soorten zijn vaak tolerant ten aanzien van fluctuaties in zoutgehalte.
- **mariene juveniel:** mariene soorten waarvoor estuaria functioneren als opgroeigebied.
- **mariene seizoensgast:** mariene soorten die in een vast seizoen gebruik maken van het estuarium, meestal in volwassen stadium.

- **mariene dwaalgasten:** mariene soorten waar voor het estuarium geen noodzakelijke functie heeft maar wel af en toe wordt bezocht.
- **zoetwatersoorten:** soorten die leven in zoetwater en gebruik maken van de zoetwatergetijdenzone en afhankelijk van hun zouttolerantie soms ook in (zwak) brakke zones.

Het indelen van de gevangen soorten in de verschillende estuariene gilden is gedaan aan de hand van het overzicht uit De Leeuw & Backx (2000). Dit overzicht is terug te vinden in bijlage 1. De tijd van het jaar en fysische en chemische milieuomstandigheden bepalen de uiteindelijke samenstelling van de visgemeenschap op verschillende locaties in het estuarium. Figuur 2.6 geeft een schematische weergave van de gildes in een estuarium.



Figuur 2.6: Schematische weergave van een estuarium met de daarin aangetroffen van de ecologische gildes (Kranenbarg & Backx, 2004).

2.7 Dataverwerking en analyse

Om een zo representatief mogelijk beeld te krijgen van de visgemeenschap in de verschillende deelgebieden zijn bij de algemene beschouwing (hoofdstuk 3) de totale vangstgegevens gebruikt. Dit in tegenstelling tot de onderlinge vergelijking van de drie bemonsteringsjaren (hoofdstuk 5) en de uitwerking van de biomassa (hoofdstuk 6) en de diversiteit (hoofdstuk 7), waarbij gekozen is om alleen de vangstgegevens mee te nemen van locaties die in alle jaren bevist zijn.

2.7.1 Soortensamenstelling

De vangst per hectare wordt in deze rapportage gebruikt als maat voor de dichtheid van de gevangen vissoorten. Hierbij is gekozen om de dichtheid per zegentrek als uitgangspunt te nemen. Door het nemen van gemiddeldes is vervolgens stapsgewijs opgeschaald naar hogere niveaus (bezoek, seizoen, locatie, gebied). Op die manier blijven lokale en

periodieke verschillen in de vangstdichtheden zoveel mogelijk behouden. Dit heeft tot gevolg dat berekende dichtheden en figuren over de nulmeting in deze rapportage licht af kunnen wijken van de nulmeting.

2.7.2 Biomassa

Het aantal kilogram per hectare (biomassa) wordt in deze rapportage gebruikt als maat voor de biomassa binnen de verschillende gebieden in de Zuid-Hollandse delta. Om biomassa goed in kaart te kunnen brengen is het van belang om zoveel mogelijk te kijken naar de vissen die jonger zijn dan 1 jaar (0+). Dit is in eerste instantie gedaan door alleen de vissen van afgerond <20 cm mee te nemen in deze analyse. Deze afmeting is gekozen op basis van de zeer snel groeiende Noordzeehouting. Een analyse van de groeisnelheid van deze soort, op basis van de gegevens uit 'Een Zegen in de Delta', wees uit dat de Noordzeehouting binnen 1 seizoen een lengte van tegen de 20 cm kan bereiken (Kooiman & Ploegaert, 2020). Het nadeel van deze ruwe selectie is dat er nu ook vissen zijn meegenomen die afgerond <20 cm zijn tijdens het volwassen stadium, zoals bijvoorbeeld alver. Het gewicht van de geselecteerde vissen is bepaald met behulp van de onderstaande formule:

$$W = a * L^b$$

Waar: W = gewicht (gram)
a = soortspecifieke waarde (zie bijlage 2)
L = lengte (cm)
b = soortspecifieke waarde (zie bijlage 2)

Er is gekozen om de biomassa (kg/ha) per zegentrek als uitgangspunt te nemen bij het analyseren van de gegevens.

2.7.3 Diversiteit

Om de diversiteit binnen de verschillende deelgebieden in de Zuid-Hollandse delta te beoordelen op basis van de aangetroffen visgemeenschap is een estuarium-specifieke index ontwikkeld, waarbij het voorkomen van verschillende ecologische gildes wordt meegewogen. Deze index is voortgebouwd op de grondig gevalideerde Estuarine Fish Assessment Index (EFAI) voorgesteld door Cabral et al. (2012). De EFAI is de meest gevalideerde index wat betreft zijn robuustheid en doeltreffendheid (10 publicaties) en sluit goed aan op de beoordeling voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) (Souza & Vianna, 2020). Om tot een bruikbare index te komen die specifiek kan worden toegepast op de Zuid-Hollandse delta, en in het kader van het bieden van handvatten voor inrichting, is de EFAI sterk aangepast en uitgebreid. Zo zijn de gebruikte referentiewaarden gebaseerd op vangstgegevens uit de Zuid-Hollandse Delta (Een Zegen in de Delta 2018-2020), worden meer componenten van de visgemeenschap kwantitatief beoordeeld (in plaats van op basis van expert judgement), en is de basisindex aangevuld met een bonus voor stromingsminnende en plantminnende soorten. Het resultaat is de zogenaamde Estuariene Vis Index Zuid-Hollandse Delta (EVI-ZHD). Onderstaand een beknopte beschrijving van de EVI-ZHD. Een gedetailleerde beschrijving volgt in een aparte publicatie.

Basisindex

Tabel 2.3 geeft een overzicht van de criteria, referentiewaarden en corresponderende scores van de EVI-ZHD voor de beoordeling van gebieden binnen de Zuid-Hollandse delta als geheel (niet gecorrigeerd voor saliniteit). Voor het berekenen van het aandeel in de visgemeenschap per gilde/groep is de dichtheid (aantal/ha) per zegentrek als uitgangspunt gebruikt. Voor het berekenen van het aantal soorten per gilde/groep is gebruik gemaakt van de som van het aantal soorten per gebied per jaar. De EVI-ZHD score kan worden omgerekend naar de zogenaamde Ecological Quality Ratio (EQR) als maat voor de ecologische kwaliteit van het overgangswater. Deze waarde wordt ook gebruikt om de doelstellingen van de KRW te toetsen (Altenburg et al., 2018) en is daarmee zowel ecologisch als beleidsmatig relevant.

Tabel 2.3: Criteria, referentiewaarden en corresponderende scores van de EVI-ZHD voor de beoordeling van gebieden binnen de Zuid-Hollandse delta als geheel (niet gecorrigeerd voor saliniteit).

Criteria	**Referentiewaarden en scores - overall**				
	1	2	3	4	5
Basisindex					
Soortenrijkdom (totaal aantal soorten)	≤13	14-16	17-18	19-20	≥21
Marien juveniele soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%		>0-<1%	≥1-<11%	≥11%
Aantal soorten	0	1	2		≥3
Estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%		>0-<1%	≥1-<24%	≥24%
Aantal soorten	0		1	2	≥3
Diadrome soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<1%	≥1-<3%	≥3-<5%	≥5-<15%	≥15%
Aantal soorten	≤2	3		4	≥5
Piscivore soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<31%	≥31-<52%	≥52-<71%	≥71-<84%	≥84%
Aantal soorten	≤6	7	8	9	≥10
Exotische soorten					
Aandeel in visgemeenschap	≥17%	≥5-<17%	≥1-<5%	>0-<1%	0%
Aantal soorten	≥4	3	2	1	0
Verstoringsgevoelige estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%		>0-<1%	≥1-<18%	≥18%
Aantal soorten	0		1	2	≥3
Bonus					
Stromingsminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap	>0-<7%	≥7-<27%	≥27-<50%	≥50-<67%	≥67%
Aantal soorten	>0-≤2	3		4	≥5
Plantminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0
Aantal soorten					>0

Correctie voor saliniteit
Binnen het estuarium kunnen gebieden opgedeeld worden op basis van saliniteit (bijlage 3, tabel 1). Het betreft de oligohaline zone (<5 ppt), mesohaline (5-18 ppt) en polyhaline zone (18-30 ppt). Naast referentiewaarden en corresponderende scores voor de Zuid-Hollandse als geheel, zijn ook referentiewaarden en corresponderende scores bepaald per saliniteitzone (bijlage 3, tabel 2 t/m 4).

Bonus stromingsminnende en plantminnende soorten t.b.v. handvatten voor inrichting
Gebieden worden soms specifiek ingericht voor het behalen van KRW-doelstellingen. Het vergroten van de diversiteit, en daarmee de KRW-score, kan in dit kader vaak worden bereikt door toelegging op de meer kritische gilden, zoals stromingsminnend en plantminnend. Om meer handvatten te bieden voor lokale inrichting ten behoeve van deze gilden is, volgens dezelfde principes als de basisindex, een score toegekend aan het aandeel stromingsminnende en plantminnende soorten binnen de visgemeenschap. Deze score dient in essentie niet gezien te worden als een bijdrage aan de totale biodiversiteitscore, maar als een opzichzelfstaande score. Deze score kan echter wel als bonusscore worden ingezet om gebieden binnen de delta te vergelijken wat betreft het functioneren voor deze gilden, zoals in deze rapportage.

Aangepaste index voor gebruik bij de relatie met habitatparameters
Om de relatie tussen de diversiteit en het habitat inzichtelijk te maken was het nodig om de bestaande index enigszins aan te passen, zodat deze naast locatieniveau ook toepasbaar is op het niveau van een zegentrek. Op die manier kan de aangetroffen diversiteit in een zegentrek rechtstreeks worden gekoppeld aan de gemeten eigenschappen van het habitat op dat specifieke moment en die specifieke locatie. Voor het berekenen van het aantal soorten per gilde/groep bij de reguliere index is gebruik gemaakt van de som van het aantal soorten per gebied per jaar. Bij de aangepaste index is het aantal soorten per zegentrek als uitgangspunt genomen. De referentiewaarden en corresponderende scores die daarmee samenhangen zijn hierop aangepast (bijlage 3, tabel 5 t/m 8). Voor het berekenen van het aandeel in de visgemeenschap per gilde/groep bij de reguliere index werd reeds gebruik gemaakt van de dichtheid (aantal/ha) per zegentrek als uitgangspunt. Het was daarom niet nodig om referentiewaarden en corresponderende scores die daarmee samenhangen aan te passen voor toepassing binnen de aangepaste index.

2.7.4 Habitatparameters

Om handvatten te bieden voor inrichting en bescherming van de ondiepe oevernatuur van de Zuid-Hollandse delta zijn de bepaalde biodiversiteit, biomassa en visdichtheden gecorreleerd aan de lokaal aanwezige habitatparameters. Hiervoor wordt eerst de spreiding tussen en binnen habitatparameters weergegeven, vervolgens worden habitatparameters verkennend gecorreleerd aan soortengroepen door middel van RDAs en daarna voor een specifieke soort in meer detail gecorreleerd door middel van een GAM.

Spreiding en frequentie van habitatparameters
Voor de gehele periode van 2020 tot en met 2022 is de spreiding aan aanwezige habitatparameters voor alle beviste locaties gevisualiseerd. Hierin is 2019 niet meegenomen omdat er in sinds 2020 een vaste selectie aan habitatparameters continu uitgevoerd zijn welke in 2019 nog gedeeltelijk ontbraken. Van de gemeten habitatparameters zijn de gemiddelde, de laagste en hoogste observatie uiteengezet in een tabel. De spreiding van observaties is vervolgens weergegeven in histogrammen en

daarnaast is het verschil in spreiding tussen seizoenen weergegeven in violinplots. Doordat sommige locaties niet gedurende alle seizoenen meegenomen konden worden kunnen kleine verschillen in representatie zichtbaar zijn. Er is niet gecorrigeerd voor inspanning omdat de violin plots slechts bedoeld zijn om seizoenspatronen weer te geven.

RDA ordinogram
Correlaties tussen habitatparameters en visdichtheden (aantal/ ha) zijn zichtbaar gemaakt met behulp van "Redundancy Analyses" (RDAs). RDAs verkennen de relaties tussen de response en verklarende variabelen (respectievelijk visvangsten en habitatparameters). RDAs zijn multivariate analyses waarbij correlaties tussen meerdere geselecteerde verklarende en meerdere response variabelen in een keer inzichtelijk gemaakt kunnen worden door ze in een tweedimensionaal figuur te plaatsen (Een ordinogram/ biplot). Aangezien dit een eerste verkennende stap is in het correleren van habitatparameters en visgemeenschappen zijn alle metingen uit 2020, 2021 en 2022 meegenomen en is geen onderscheid gemaakt tussen ruimtelijke of periodieke groeperingen.

De RDAs zijn toegepast op meerdere selecties van response variabelen (soortgroepen en diversiteit indexen). Soorten kunnen hierbij in meerdere selecties vallen en dus in meerdere RDAs vertegenwoordigd zijn. In de selecties is onderscheid gemaakt tussen: alle soorten, stromingsminnende soorten, plantminnende soorten, piscivore soorten, exoten, 10 vaakst voorkomende soorten (aantal zegentrekken), 10 meest gevangen soorten (aantal individuen), stromingsminnende soorten gevangen in 2022 gecombineerd met stromingsdata uit 2022, diversiteiten indexen (Shannon index, Simpson Index, EQR en EQR gecorrigeerd voor saliniteit; zie paragraaf 2.7.3 voor meer info). Daarna zijn RDAs uitgevoerd op de gildes en groepen waarbij dichtheden van alle vissoorten per groep dan wel gilde gesommeerd werden. Ook zijn, naast het aantal individuen of soorten, de totale biomassa (zie paragraaf 2.7.2 voor meer info), en biomassa per groep en gilde uitgezet tegen de habitatparameters.

Model selectie
De RDAs zijn uitgevoerd in de programmeringsomgeving voor statistiek R, gebruikmakend van het "vegan" package. Na het uitvoeren van een initiële RDA en het testen op multicollineariteit is het model geoptimaliseerd door het verwijderen van correlerende verklarende variabelen totdat er geen multicollineariteit meer aanwezig was. Hierbij zijn telkens de variabelen verweiderd waarvan op basis van expert knowledge verwacht werd dat ze de minst directe invloed hadden. Daarnaast is het model gesimplificeerd met behulp van de "step" functie waarbij verklarende variabelen verwijderd worden wanneer deze niet toevoegen aan de verklarende kracht van het model (geselecteerd met behulp van een AIC score waarbij een lagere AIC een beter verklarend model aangeeft).

GAM

Lineaire en non-lineaire relaties tussen habitat en visgemeenschap
Een detailanalyse naar de correlatie tussen habitatparameters en de bot als casus-soort is uitgevoerd met behulp van een Generalised additive model (GAM). GAMs zijn modellen die, anders dan RDAs, naast lineaire functies ook met non-lineaire functies om kunnen gaan, welke vaak aanwezig zijn in natuurlijke situaties. Door middel van de GAM kunnen per soort of gilde de directe correlaties tussen habitatparameters en voorkomen van een specifieke soort of gilde bekeken worden. In de rapportage over de jaren 2018-2023 zullen GAMs een centrale rol hebben.

Data voorbereiding

Voor het uitvoeren van de GAMs is een subselectie gemaakt waarin, anders dan in de RDAs waar alle data van 2020, 2021 en 2022 is gebruikt, alleen de data gebruikt is van de locaties waar gedurende alle drie de jaren metingen uitgevoerd zijn. Teldata van bot, gecorrigeerd voor de geleverde inspanning (beviste m^2), is als afhankelijke variabele uitgezet tegen de volledige set aan verklarende variabelen (paragraaf 2.4, waarbij vegetatie is gebruikt als het cumulatief van alle vegetatiebedekking). Naast de habitatparameters zijn jaar en weeknummer toegevoegd als verklarende variabelen om trends van vissoorten over de tijd heen te kunnen zien. Bovendien is de locatie van de zegentrekken als random effect toegevoegd aan het model en is er rekening gehouden met variatie in jaar en weeknummer per locatie om te corrigeren aan niet habitat gerelateerde schommelingen in visgemeenschap over tijd.

Model selectie

Het GAM model is zowel met een poisson- als negative binomial verdeling uitgevoerd om te testen voor overdispersie waarna het best voorspellende model geselecteerd is op basis van laagste AIC waarde. Daarna is het GAM model geoptimaliseerd door middel van "backward selection" waarbij de verklarende variabelen met de laagst voorspellende kracht (hoogste p-waarde) een voor een uit het model verwijderd zijn totdat geen verbetering in de verklarende kracht van het model meer geïdentificeerd werd, op basis van een afnemende AIC-score. De GAMs zijn eveneens uitgevoerd in de programmeringsomgeving voor statistiek R, gebruikmakend van het "mgcv" package.

3 Omstandigheden 2018-2022: spuien, inlaten en zoutgehalte

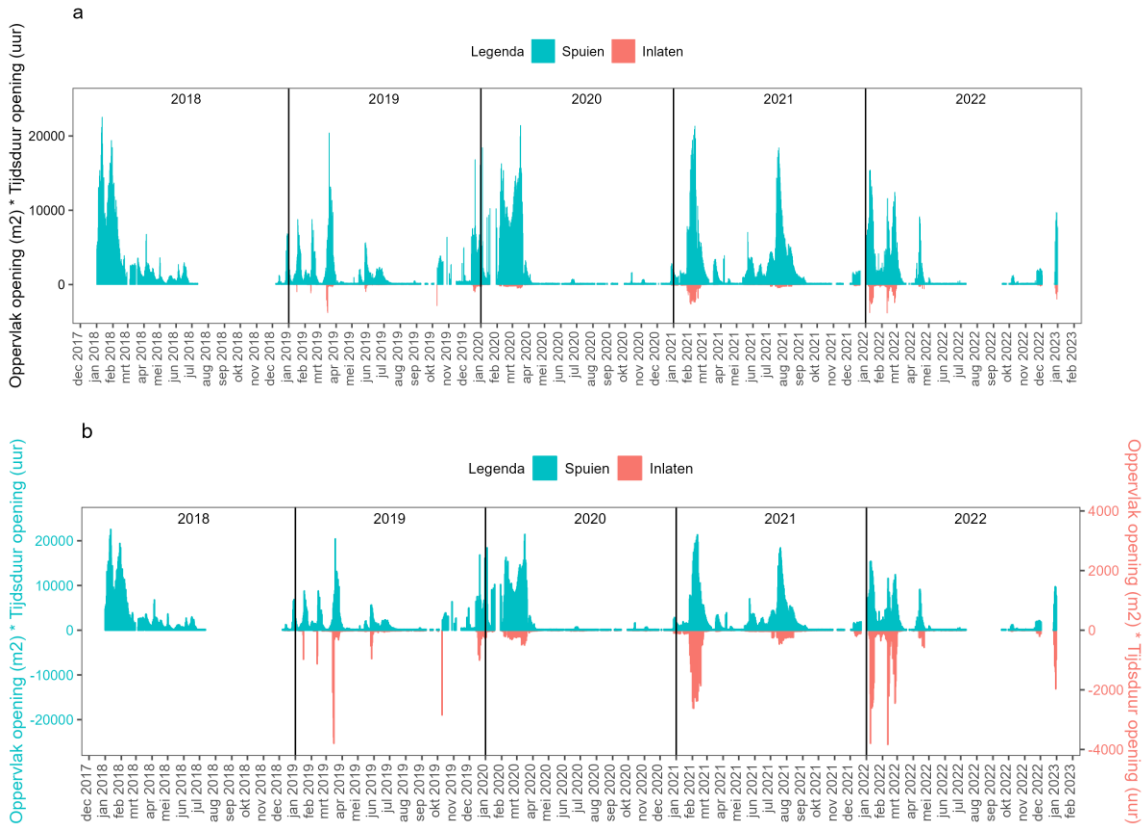
2019 was het eerste jaar dat de Haringvlietsluizen als gevolg van het Kierbesluit volgens het principe van lerend implementeren werden beheerd, met als doel het verhogen van de connectiviteit tussen de Voordelta en het Haringvliet. In 2020-2022 is dit beheer voortgezet. De mate van inlaten en als gevolg fluctuaties in zoutgehalte zijn naar verwachting belangrijke factoren die potentieel verschillen tussen vangsten van 2018, 2019, 2020, 2021 en 2022 kunnen verklaren. De mate van spuien door de Haringvlietsluizen heeft echter ook grote invloed op de omstandigheden voor vissen in de Voordelta en de dynamiek aan de binnenzijde van de dam. Belangrijk is de droogte in de zomer van 2018, waardoor gedurende de nulmeting, de Haringvlietsluizen voor een langere periode volledig gesloten waren, terwijl 2019 een 'normaler' jaar was qua rivierafvoer en spuiregime. De zomer van 2020 was opnieuw relatief droog. De Haringvlietsluizen werden niet voor een langere periode volledig gesloten, zoals in 2018, maar er werd wel een stuk minder gespuid dan in 2019. De zomer van 2021 kenmerkte zich juist door een zeer hoge rivierafvoer met overstromingen in Nederland en elders in Europa. De zomer van 2022 was daarentegen zeer droog, waardoor de Haringvlietsluizen net als in 2018 voor een langere periode volledig werden gesloten. Om de heersende omstandigheden voor de visgemeenschap in 2018 t/m 2022 weer te geven worden in dit hoofdstuk de bediening van de Haringvlietsluizen (paragraaf 3.1) en de gemeten zoutwaarden in de oeverzone tijdens de zegenbemonsteringen in de Voordelta, het Haringvliet West en de Nieuwe Waterweg besproken (paragraaf 3.2).

3.1 Bediening Haringvlietsluizen

Sinds november 2018 is de bediening van de Haringvlietsluizen gewijzigd. In 2019-2022 hebben de Haringvlietsluizen tijdens ruim 2000 vloedperioden op een kier gestaan. In de meeste gevallen, op enkele proeven en bij hoge rivierafvoeren na, werd er ingelaten met de meest zuidelijke schuif met een doorstroomoppervlakte van 25 vierkante meter volgens het principe 'Visvriendelijk sluisbeheer'. Dat principe maakt gebruik van de diepe plek aan de Haringvlietzijde van de sluizen, ook wel zoutvang genoemd. Onderin deze zoutvang zijn zoutriolen aangebracht, een soort drainagesysteem dat het zoute water naar de zeezijde spoelt bij eb. Met het visvriendelijk sluisbeheer kon de zoutvang bij vloed worden gevuld met zeewater waarna deze bij eb weer werd geleegd. Hierdoor kon er zonder verziltingsrisico's worden ingelaten variërend van 15 minuten tot ruim 6 uur (met enkele uitschieters naar ruim 20 uur). In totaal is er sinds 2019, het eerste jaar van lerend implementeren, ongeveer 3000 uur ingelaten.

In figuur 3.1 is het beheer voor de jaren 2018 t/m 2022 in meer detail weergegeven, waarbij zowel het spuien als het inlaten is gekwantificeerd. Als maat voor de hoeveelheid spuien of inlaten is de grootte maal de tijdsduur van de opening in sluizen gebruikt. In figuur 3,1a is duidelijk zichtbaar dat het inlaten in het niet valt bij het spuien. Voor 2018, het jaar van de nulmeting, is het opvallend dat er in de wintermaanden nog sterk wordt gespuid en de sluizen in de zomer en het najaar volledig dicht bleven als gevolg van de lage rivierafvoeren dat jaar. Grote pieken in de mate van spuien zijn in de periode 2019-2022 te zien op momenten dat er wordt zoetgespoeld na het inlaten. Na het starten met inlaten in december 2018 worden pieken in de mate van inlaten gemeten tijdens perioden van visvriendelijk sluisbeheer (met grote verschillen in tijdsduur opening) en experimenten met het vullen

van de diepe putten aan de binnenzijde van de sluizen. In de periode oktober-december 2019 werd er niet ingelaten en slechts zeer beperkt gespuid. Dit was onderdeel van een experiment naar verspreiding (nalevering) van zout nadat de diepe putten gevuld waren met zoutwater. In 2020 werd gedurende bijna het gehele jaar zowel gespuid als ingelaten. Het zwaartepunt lag in de maanden februari en maart, waarin ingelaten werd met relatief lange tijdsduren. Vergeleken met 2019 vond het zwaartepunt van het inlaten daarmee eerder in het jaar plaats. Dit is gunstig voor de in februari-maart stroomopwaarts migrerende spiering. Voor glasaal, waarvan de migratiepiek in april ligt, is de relatief vroege afbouw van het inlaten minder gunstig. Het inlaten is sterk gekoppeld aan de rivierafvoer. Hoe meer er wordt gespuid, des te meer er kan worden ingelaten. Wat betreft het spuien werd in 2020, in tegenstelling tot het voorjaar en de zomer van 2018 en 2019, vanaf ongeveer eind maart alleen nog maar met een relatief kleine opening gespuid. Dit is dan ook de reden voor de relatief vroege afbouw van het inlaten in 2020. In 2021 werd gedurende bijna het hele jaar gespuid en ingelaten. Er zijn twee zwaartepunten te onderscheiden; in februari en in juli-augustus. Het zwaartepunt in februari is zoals eerder beschreven gunstig voor spiering, maar minder gunstig voor glasaal. Het zwaartepunt in juli-augustus hangt samen met zeer hoge rivierafvoeren als gevolg van extreme neerslag die op verschillende plekken in Europa, maar ook in Nederland leidde tot overstromingen. In 2022 werd opnieuw vroeg in het jaar veel gespuid en ingelaten, met een zwaartepunt in januari-februari. Dit jaar is er echter ook in april wat meer ingelaten in vergelijking met 2020 en 2021. Dit is gunstig voor intrekkende glasaal, waarvan de migratiepiek in april ligt. Als gevolg van de extreem droge zomer van 2022 werd er in de rest van het jaar nog maar weinig gespuid en ingelaten. Van ongeveer half juli tot half september waren de Haringvlietsluizen zelfs volledig gesloten.

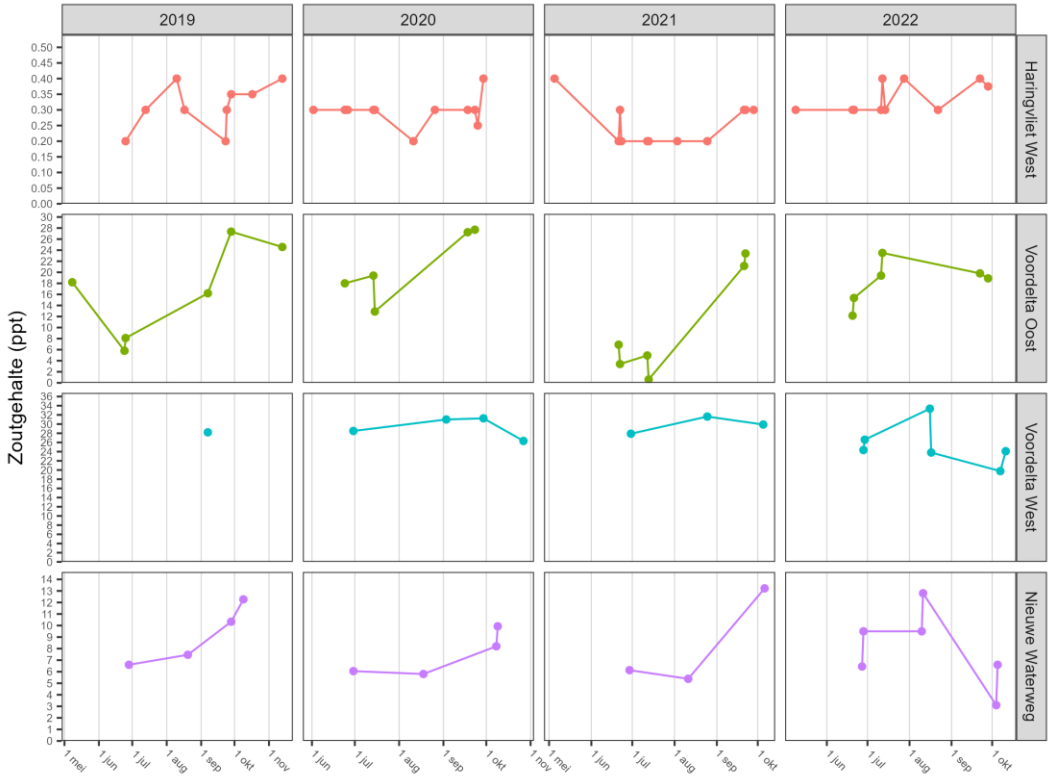


Figuur 3.1: De hoeveelheid spuien en kieren in 2018-2023, waarbij gebruik is gemaakt van de grootte maal de tijdsduur van de openingen in de Haringvlietsluizen als maat

hiervoor. Figuur 3.1a maakt gebruik van één as voor zowel het spuien als het inlaten. Figuur 3.1b maakt gebruik van aparte assen voor het spuien en inlaten.

3.2 Zoutgehalte

Zoutwaarden zijn tijdens de bemonsteringen met de broedzegen geregistreerd. Deze zijn gemeten in de ondiepe oeverzones op de locatie van iedere zegentrek. Deze gegevens laten een gedetailleerd beeld zien van de fluctuaties van het zoutgehalte in tijd en ruimte in de gehele Zuid-Hollandse delta. In figuur 3.2 zijn de gemeten zoutwaarden tijdens de zegenbemonsteringen per jaar weergegeven voor de Voordelta en het westelijke Haringvliet. Hiermee kunnen de eventuele effecten van zowel het inlaten als het spuien op het zoutgehalte in de oeverzone van deze gebieden worden geduid. Daarnaast zijn ook de gemeten zoutwaarden in de Nieuwe Waterweg weergegeven. Met een natuurlijke overgang van zoet naar zout en een nog intacte invloed van getijdewerking, kan dit gebied dienen als een goede referentiesituatie ten opzichte van de Voordelta.



Figuur 3.2: Gemeten zoutwaarden (ppt) tijdens de zegenbemonsteringen van 2019-2022 in de Voordelta, het westelijke deel van het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg.

Haringvliet West

De gemeten zoutwaarden tijdens de zegenbemonsteringen in het westelijke deel van het Haringvliet lieten door de jaren en seizoenen heen slechts beperkte fluctuaties zien. De oeverzone is gedurende alle bemonsteringen zoet te noemen, waarbij de gemeten zoutwaarden fluctueren tussen ongeveer 0.2 ppt en 0.4 ppt. De hoogste waarden werden gemiddeld genomen gemeten in het najaar. De zoutwaarden waren gemiddeld genomen het laagst in 2021, toen veel neerslag in de zomer zorgde voor een hoge rivierafvoer (en overstromingen elders in het land en in de rest van Europa). De gemeten zoutwaarden waren gemiddeld genomen het hoogst tijdens het extreem droge jaar 2022, toen de

Haringvlietsluizen voor langere tijd volledig dicht bleven tijdens de zomermaanden. Ook tijdens het relatief natte jaar 2019 was de saliniteit gemiddeld genomen relatief laag.

Voordelta Oost
De gemeten zoutwaarden in het oostelijke deel van de Voordelta laten door de jaren en seizoenen heen juist sterke fluctuaties zien van zoet naar zout, waarbij de gemeten zoutwaarden fluctueren tussen ongeveer 0.5 ppt en 28 ppt. Ook hier werden de hoogste waarden gemiddeld genomen gemeten in het najaar. De saliniteit in het oostelijke deel van de Voordelta is in sterke mate afhankelijk van rivierafvoer en daarmee spui-activiteit. De zoutwaarden waren gemiddeld genomen het laagst in de relatief natte jaren 2019 en 2021, en het hoogst in de relatief droge jaren 2020 en 2022.

Voordelta West
Zoutwaarden in het westelijke deel van de Voordelta waren, in tegenstelling tot die het oostelijke deel, juist relatief stabiel en lieten geen duidelijke afname zien in tijden van hogere afvoeren. De invloed van spui-activiteit op de omstandigheden in dit gebied lijkt daarmee beperkt. De zoutwaarden varieerden grofweg tussen de 20 en 34 ppt, en zijn daarmee structureel zout te noemen.

Nieuwe Waterweg
In de Nieuwe Waterweg zijn de zoutwaarden ook relatief stabiel in vergelijking met de Voordelta. Met uitzondering van 2022 werden doorgaans wel de hoogste zoutwaarden gemeten in het najaar. Het zoutgehalte varieerde grofweg tussen de 3 en 13 ppt, maar was doorgaans boven de 5 ppt, waardoor het kan worden getypeerd als brak. Verschillen in saliniteit tussen relatief natte en relatief droge jaren zijn niet zo sterk als in de oostelijke Voordelta. Het grootste verschil is zichtbaar tussen het eerste deel van het relatief natte jaar 2021 en het relatief droge jaar 2022.

De gemeten zoutwaarden in de oeverzone zijn gemiddeld veel lager dan de gemeten zoutwaarden van de meetpunten van Rijkswaterstaat (Kooiman & Ploegaert et al., 2022), welke in de hoofdstroom meten en op verschillende dieptes. De gemeten zoutwaarden tijdens de zegenbevissingen zijn in tegenstelling tot de continue reeksen van Rijkswaterstaat momentopnamen en daarmee afhankelijk van bijvoorbeeld getij. Ze geven echter de lokale omstandigheden waarbij de bemonstering is uitgevoerd goed weer.



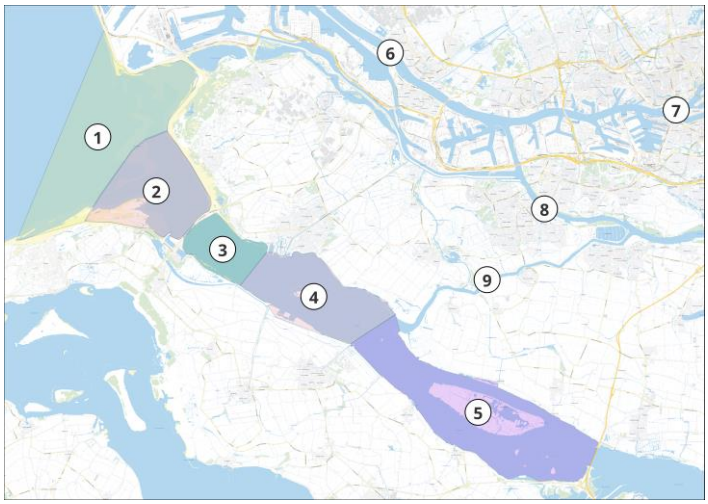
Figuur 3.3: De Haringvlietsluizen, die sinds eind 2018 regelmatig op een kier staan met als doel het verbeteren van de connectiviteit tussen het Haringvliet en de Voordelta (Foto: Mark Voorendt).

4 Vergelijking tussen jaren 2018-2022

In dit hoofdstuk wordt de visgemeenschap in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta (figuur 4.1) vergeleken tussen de verschillende bemonsteringsjaren op basis van de dichtheid en het aandeel van de verschillende ecologische gilden. Hierbij zijn alleen locaties gebruikt die in alle bemonsteringsjaren zijn bevist. Verschuivingen in aandelen en dichtheden kunnen zowel het gevolg zijn van natuurlijke fluctuaties (bijv. verschillen in afvoer, temperatuur en voortplantingssucces), als van gewijzigd beheer van de Haringvlietsluizen.

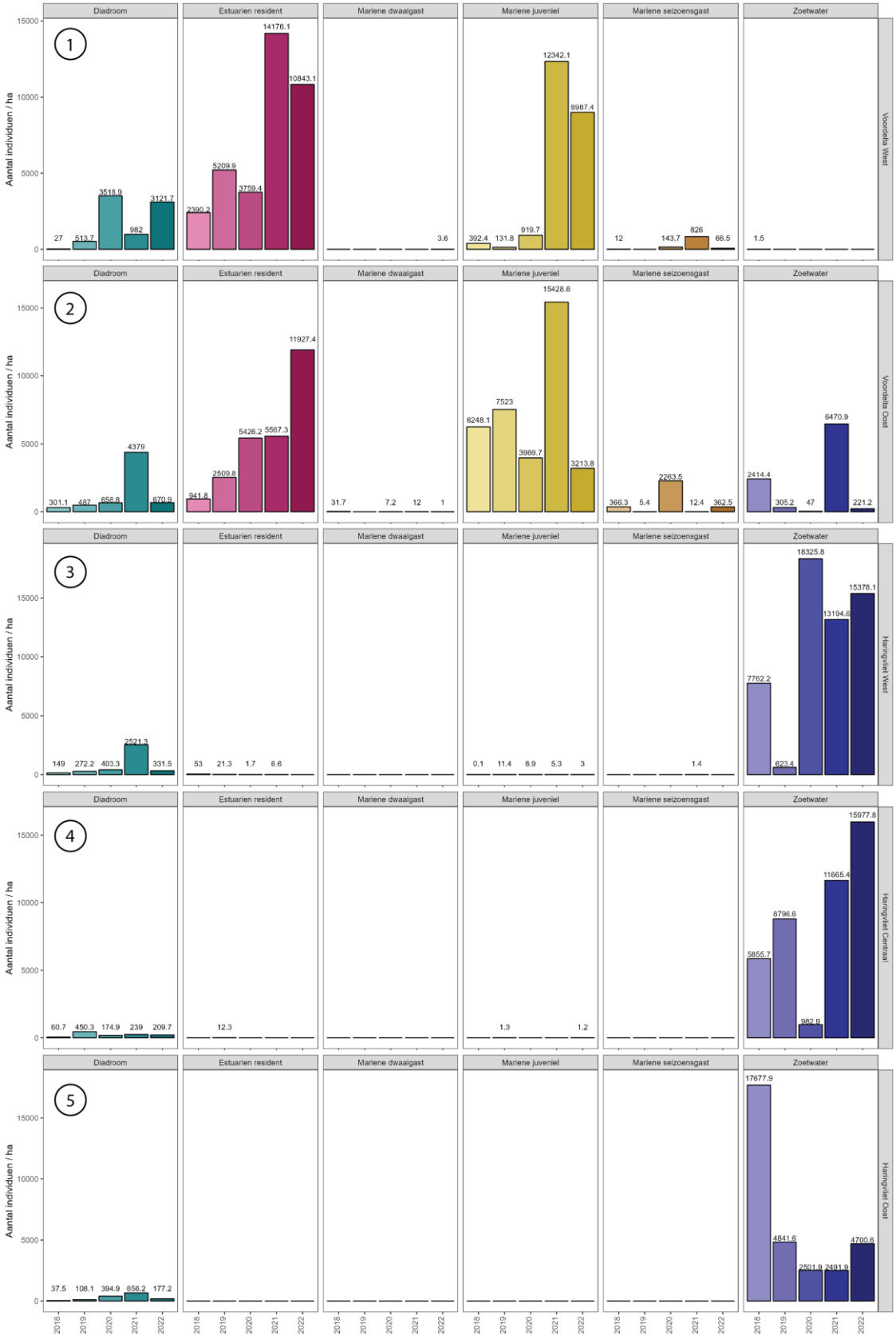
4.1 Soortensamenstelling

De nulmeting in 2018 gaf een duidelijk beeld van de soortensamenstelling van de verschillende gebieden in de Zuid-Hollandse delta (Ploegaert et al., 2019). Hierin was de harde scheiding die de Haringvlietsluizen waren duidelijk terug te zien in de visgemeenschappen met een door zoetwatervissen gedomineerde visgemeenschap in het Haringvliet en de wat ecologische gildes betreft meer diverse gemeenschap van de Voordelta. In de verdeling over de ecologische gildes was het uitspoelen van zoetwatervissen naar de Voordelta ook zichtbaar. De Nieuwe Waterweg bood een goede referentie met een natuurlijke overgang van zoet naar zout en een nog intacte invloed van getijdewerking, wat gereflecteerd werd in een diverse visgemeenschap waarbij het aandeel estuarien residenten en/of marien juvenielen in het westelijke deel dominant was en de zoetwatervissen verder stroomopwaarts op de Nieuwe Maas het grootste aandeel hadden. Het jaar 2018 werd gekenmerkt door grote droogte en lage rivierafvoeren gedurende de zomermaanden. De Haringvlietsluizen bleven als gevolg van deze droogte een periode dicht, waarbij er ook geen afvoer mogelijk was naar de Voordelta. Vanaf eind 2018 staan de Haringvlietsluizen vrijwel dagelijks op een kier. In de jaren 2019-2022 bleven de grote lijnen van de soortensamenstelling gebaseerd op de verschillende estuariene gilden grotendeels gelijk voor de verschillende gebieden in de Zuid-Hollandse delta. Er werden echter ook een aantal verschillen gemeten. In de onderstaande paragrafen worden deze verschuivingen in de visgemeenschap uiteengezet.



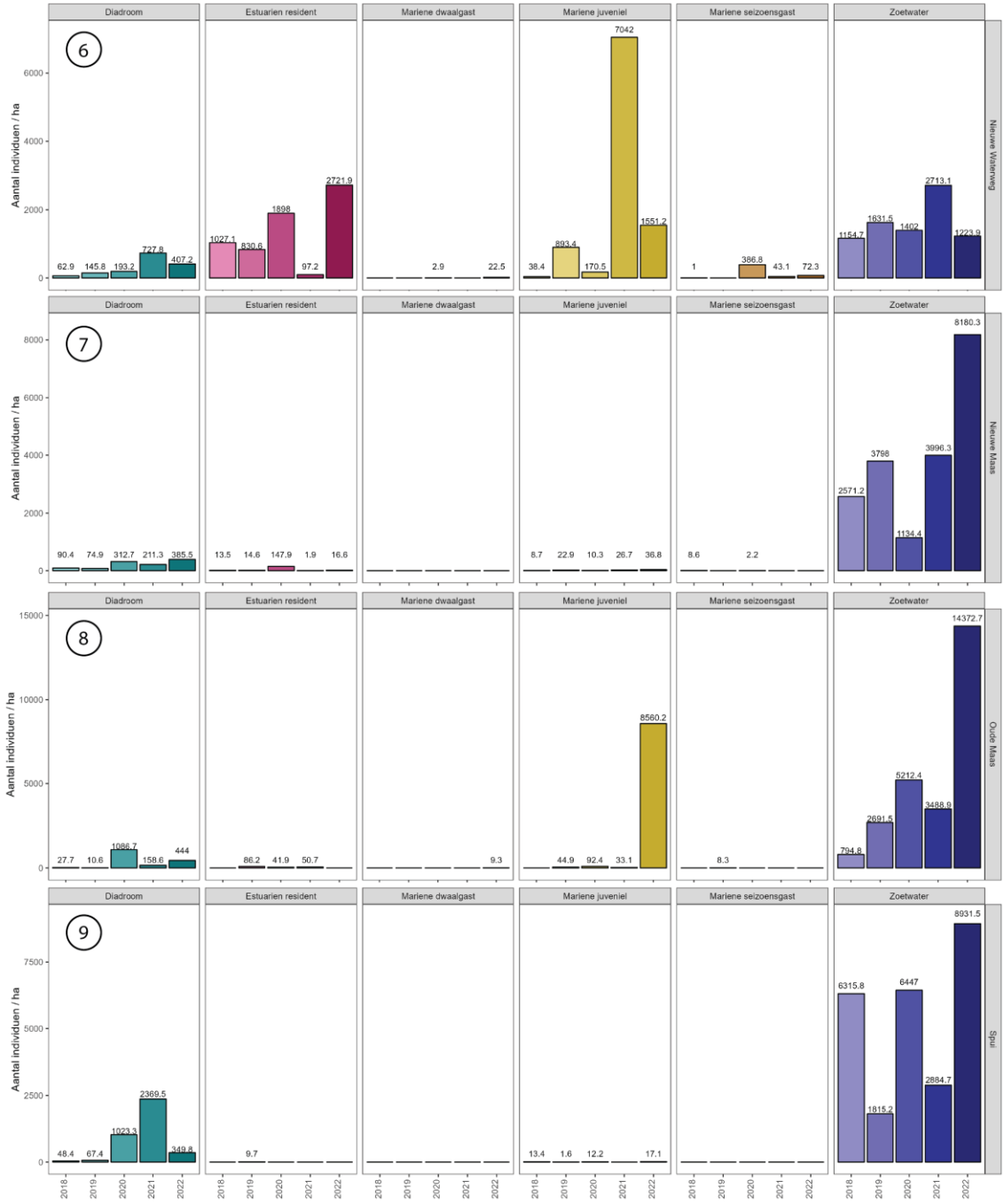
Figuur 4.1: Overzichtskaart van de ligging van de gebieden in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta. De nummers corresponderen met die in figuur 4.2a en 4.2b.

4.1.1 Dichtheid ecologische gilden



Figuur 4.2a: Dichtheden in aantal per hectare per gilde in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta in 2018-2022 (deel 1). Voor deze weergave zijn alleen locaties

gebruikt die in alle jaren zijn bevist. De nummers 1-9 corresponderen met de gebieden in figuur 4.1.



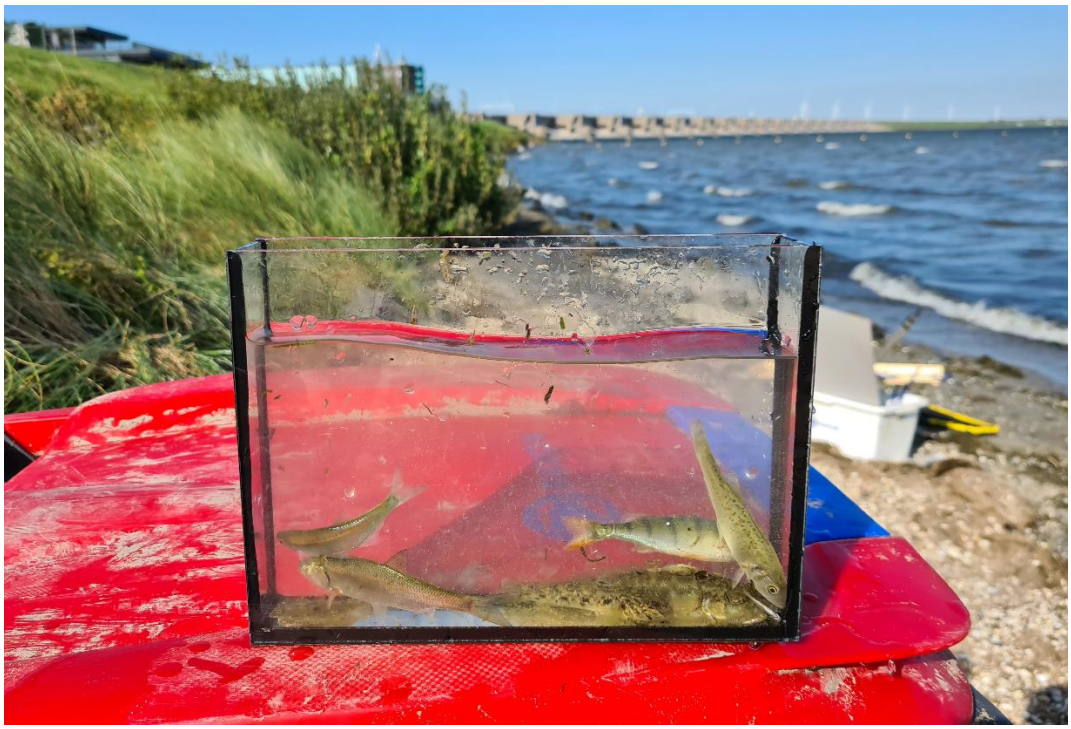
Figuur 4.2b: Dichtheden in aantal per hectare per gilde in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta in 2018-2022 (deel 2). Voor deze weergave zijn alleen locaties gebruikt die in alle jaren zijn bevist. De nummers 1-9 corresponderen met de gebieden in figuur 4.1.

Marien juvenielen

De dichtheid marien juvenielen in de oostelijke Voordelta was het hoogst in de relatief natte jaren 2019 en 2021 (figuur 4.2a en bijlage 4, figuur 5). Er is vooral een duidelijke piek zichtbaar tijdens het jaar 2021, wat zich kenmerkte door zeer hoge rivierafvoeren tijdens

de zomermaanden. Qua soorten gaat het hierbij voornamelijk om jonge haring en in mindere mate jonge zeebaars (bijlage 4, figuur 13). Als gevolg van de relatief hoge afvoeren in 2019 en 2021 was de saliniteit in de oostelijke Voordelta over het algemeen genomen relatief laag (figuur 3.2). Marien juveniele soorten zoeken specifiek de overgangszone van zout naar zoet op en worden sterk aangetrokken tot zoete afvoer. De omstandigheden in de oostelijke Voordelta tijdens jaren met relatief hoge afvoeren waren daardoor gunstig voor marien juveniele soorten. Over het algemeen was de dichtheid marien juvenielen in het oostelijke deel van de Voordelta ook aanzienlijk hoger dan in het overwegend zoutere westelijke deel (figuur 4.2a en bijlage 4, figuur 5). Een uitzondering hierop is het relatief droge jaar 2022, waarin de zoutwaarden tijdens de zomermaanden in het oostelijke deel van de Voordelta ook relatief hoog waren in vergelijking met de voorgaande jaren (figuur 3.2). Waarschijnlijk was er op dat moment sprake van verminderde concentratie van marien juveniele soorten in dit deel van de Voordelta als gevolg van het ontbreken van de lokkende werking van zoete afvoer. De dichtheden marien juvenielen in de Nieuwe Waterweg laten in grote lijnen hetzelfde patroon zien als in de oostelijke Voordelta, met een duidelijke piek in 2021 (figuur 4.2b). Verschillen in saliniteit tussen relatief natte en relatief droge jaren waren hier echter niet zo sterk als in de oostelijke Voordelta. Het grootste verschil is zichtbaar tussen het eerste deel van het relatief natte jaar 2021 en het relatief droge jaar 2022 (figuur 3.2). Waarschijnlijk speelt de lokkende werking van de hoge afvoer een grotere rol dan eventuele veranderingen in de saliniteit als gevolg hiervan. De relatief beperkte verschillen in saliniteit tussen relatief natte en relatief droge jaren in de Nieuwe Waterweg in vergelijking met de Voordelta, worden mogelijk echter (deels) veroorzaakt doordat in de Nieuwe Waterweg uit praktische overwegingen altijd bij laag water met opkomend tij wordt gevist. Daarnaast wordt de saliniteit gemeten in het wateroppervlak, waardoor eventuele verschillen mogelijk maar beperkt zichtbaar zijn in de metingen.

De dichtheden marien juvenielen aan de binnenzijde van de Haringvlietdam vallen in het niet bij die in de Voordelta (figuur 4.2a en bijlage 4, figuur 1). Ook is hier een heel ander patroon zichtbaar in het verloop van de dichtheden door de jaren. De dichtheid marien juvenielen was hier het hoogst in 2019, het eerste jaar dat de Haringvlietsluizen als gevolg van het Kierbesluit volgens het principe van lerend implementeren werden beheerd. In de jaren daarna nam de dichtheid marien juvenielen in het Haringvliet West geleidelijk af. Veruit de laagste dichtheid werd echter nog steeds gemeten in 2018, het jaar voorafgaand aan de implementatie van het aangepaste beheer van de Haringvlietsluizen. Qua soorten gaat het vooral om jonge zeebaars (figuur 4.3), maar ook haring, koornaarvis en schar (bijlage 4, figuur 9). Doortrekmetingen tijdens het voorjaar van 2020 door ATKB toonden aan dat er wel grote aantallen haring binnenkomen via de kier (Van de Ven, 2020). Mogelijk spoelt een groot deel hiervan bij het daaropvolgende afgaande water weer terug naar zee. Ook het ontbreken van een zoet-zout overgang aan de binnenzijde van de dam onder de huidige omstandigheden speelt mogelijk een rol bij het blijvende verschil met de Voordelta wat betreft de dichtheden marien juvenielen in de oeverzone. Zoutwaarden die hier werden gemeten tijdens de zegenbemonsteringen kunnen tot op heden in ieder geval worden gekenmerkt als zoet (figuur 3.2).



Figuur 4.3: Juveniele zeebaars (bovenste vis aan de rechterkant) gevangen tussen de zoetwatervissen in het westelijke deel van het Haringvliet in 2020 (Foto: Mick Vos).

In de Oude Maas is in 2022 sprake van een uitzonderlijke piek in de dichtheid marien juvenielen (figuur 4.2b). Deze wordt veroorzaakt door de vangsten van grote aantallen jonge haring tijdens het bezoek in het voorjaar. Mogelijk bevonden deze vissen zich op dat moment zo ver stroomopwaarts door het verder reiken van het effect van de getijdenwerking als gevolg van de lage rivierafvoer.

Estuariene residenten

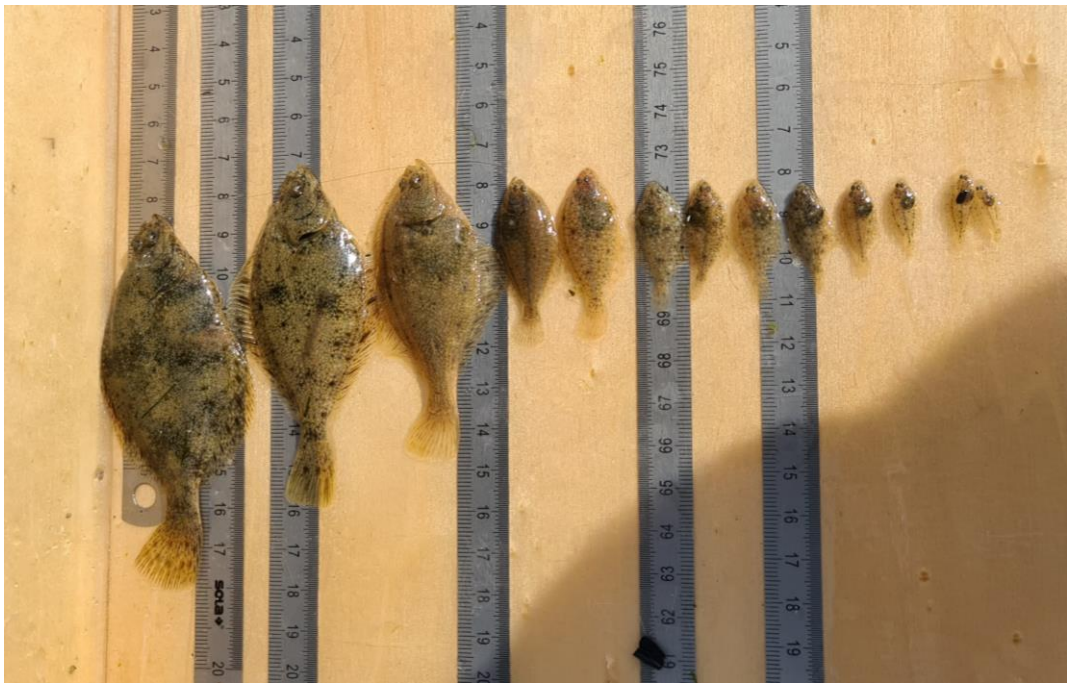
De dichtheden estuariene residenten in de Voordelta en de Nieuwe Waterweg laten over het algemeen genomen een toename zien door de jaren heen (figuur 4.2a, figuur 4.2b en bijlage 4, figuur 6). In het westelijke deel van de Voordelta werden de hoogste dichtheden estuarien residenten gemeten tijdens de relatief natte jaren 2019 en 2021. Dit patroon is niet terug te zien in het oostelijke deel van de Voordelta. Met name in 2021 was de dichtheid estuariene residenten aanzienlijk hoger in het westelijke deel van de Voordelta. Mogelijk werd dit veroorzaakt door zoetere omstandigheden in de oostelijke Voordelta (figuur 3.2) als gevolg van verhoogde spui-activiteit (figuur 3.1), waardoor de zoutgradiënt opschoof richting het westen en estuarien residente soorten mee schoven met de geprefereerde omstandigheden. Tijdens de periode van zeer hoge afvoeren in het voorjaar en de zomer werden in de oostelijke Voordelta beduidend minder brakwatergrondels en dikkopjes gevangen dan in drogere jaren met minder spui-activiteit. Daarnaast werden ook in de Nieuwe Waterweg zeer weinig estuarien residenten gevangen in het relatief natte jaar 2021, waarin de saliniteit met name in het voorjaar en de zomer beduidend lager was dan bijvoorbeeld het relatief droge jaar 2022 (figuur 4.2b). De zoutwaarden gemeten tijdens de zegenbemonsteringen in het westelijke deel van de Voordelta waren, in tegenstelling tot het oostelijk deel van de Voordelta, echter relatief stabiel, lieten geen duidelijke afname zien in tijden van hogere afvoeren en konden door de jaren heen structureel worden gekenmerkt als zout (figuur 3.2). Mogelijk hangt de ruimtelijke verschuiving van estuarien residente soorten daarom niet alleen samen met veranderingen in saliniteit als gevolg van hogere afvoeren, maar speelt ook de verstoringsgevoeligheid van soorten hier een rol.

Brakwatergrondel en dikkopje, waar het grootste deel van de gemeten dichtheden estuariene residenten uit bestaan (bijlage 4, figuur 14), worden beiden aangemerkt als gevoelig voor verstoringen in het habitat (Breine, 2009). Mogelijk raakte het habitat in de oostelijke Voordelta en Nieuwe Waterweg zodanig verstoord als gevolg van de hoge rivierafvoeren, dat deze soorten zich meer zeewaarts verplaatsten waar de verhoogde afvoer minder invloed had op de omstandigheden.

In tegenstelling tot de toename van de dichtheid estuariene residenten die zichtbaar is in de Voordelta, is in het westelijke deel van het Haringvliet over het algemeen genomen juist een afname te zien (figuur 4.2a en bijlage 4, figuur 2). Qua soorten gaat het hier voornamelijk om de brakwatergrondel en een enkel dikkopje (bijlage 4 figuur 10). Naast de beperkte invloed van zout water, speelt mogelijk de snelle opmars van de exotische Kaukasische dwerggrondel tot in het westelijke deel van het Haringvliet (Ploegaert et al., 2020) ook een rol bij de achteruitgang van de estuarien residente brakwatergrondel in Haringvliet West. In 2021 was de dichtheid estuarien residenten wel een stuk hoger dan in de omliggende twee jaren. Mogelijk komt dit doordat er tijdens de zomer van 2021 relatief veel kon worden ingelaten in vergelijking met andere jaren vanwege de zeer hoge rivierafvoeren.

Diadromen

De dichtheden diadromen in de oostelijke Voordelta laten over het algemeen genomen een toename zien door de jaren heen, met een duidelijke piek in het relatief natte jaar 2021 (figuur 4.2a en bijlage 4, figuur 7) . De dichtheden in de Nieuwe Waterweg laten precies hetzelfde patroon zien (figuur 4.2b). In de westelijke Voordelta werd in 2021 daarentegen juist een relatief lage dichtheid diadromen gemeten (figuur 4.2a). Mogelijk kan dit worden verklaard door de verhoogde spui-activiteit in 2021 (figuur 3.1), die zorgde voor een sterke zoete lokstroom en daarmee een duidelijke migratierichting voor diadrome soorten in de nabijheid van de Haringvlietdam. In tegenstelling tot de dichtheden marien juvenielen en estuarien residenten laten de dichtheden diadromen aan de binnenzijde van de Haringvlietdam precies hetzelfde verloop zien als aan de directe buitenzijde van de dam, met tevens de hoogst gemeten dichtheid in 2021 (figuur 4.2a en bijlage 4, figuur 3). De dichtheid diadromen in het Haringvliet West bestond in dat jaar voor het grootste gedeelte uit jonge bot (figuur 4.4 en bijlage 4, figuur 11), welke passief inspoelt door middel van selectief getijdentransport. In de oostelijke voordelta was jonge bot dat jaar ook in relatief hoge dichtheden aanwezig (bijlage 4, figuur 15). Jonge harder en spiering waren hier op dat moment echter nog sterker vertegenwoordigd. Dit is echter niet terug te zien aan de binnenzijde van de dam (bijlage 4, figuur 11). Waarschijnlijk komt dit doordat deze soorten specifiek aanwezig willen blijven in de overgangszone, welke aan de binnenzijde van de dam onder de huidige omstandigheden ontbreekt. Jonge spieringen zakken daardoor mogelijk meteen verder af naar de Voordelta en jonge harders zwemmen daardoor mogelijk na intrek weer terug naar buiten. Een andere veel minder waarschijnlijke mogelijkheid is dat de duidelijke migratierichting die door de stroming bij hoge afvoeren ontstaat in het Haringvliet ervoor zorgde dat jonge harders actief doorzwommen in stroomopwaartse richting, waardoor ze minder werden aangetroffen in de ondiepe oeverzones buiten de hoofdstroom waar met de zegen werd gevist. Jonge botten, die gebruik maken van selectief getijdentransport en daardoor na binnenkomst niet goed verder stroomopwaarts kunnen migreren, werden zoals eerder genoemd wel massaal gevangen aan de directe binnenzijde van de dam (figuur 4.4 en bijlage 4, figuur 11).



Figuur 4.4: Juveniele botten van diverse formaten, gevangen in het westelijke deel van het Haringvliet aan de directe binnenzijde van de Haringvlietdam (Foto: Mick Vos).

Zoetwatervissen

De dichtheid zoetwatervissen in het oostelijke deel van de Voordelta was veruit het hoogst tijdens het relatief natte jaar 2021 (figuur 4.2a en bijlage 4 figuur 8). De verhoogde spui-activiteit in dat jaar zorgde ervoor dat er veel uitspoeling plaatsvond vanuit het Haringvliet (figuur 3.1). Qua soorten ging het vooral om winde, snoekbaars en blankvoorn (bijlage 4, figuur 16). De uitgespoelde zoetwatervissen waren niet terug te zien in het westelijke deel van de Voordelta. Wel wordt er soms bij hoge afvoeren door vrijwilligers melding gedaan van aangespoelde zoetwatervissen op de Maasvlakte, maar deze kunnen ook afkomstig zijn uit de Nieuwe Waterweg. Daar werd ook de hoogste dichtheid aan zoetwatervissen gemeten in 2021 (figuur 4.2b). Waarschijnlijk komt dit vooral door het verder stroomafwaarts verschuiven van de zoutgradiënt en verminderde invloed van getijdenwerking tijdens hogere afvoeren. Tijdens het voorjaar en de zomer van het relatief natte jaar 2021 waren de gemeten zoutwaarden tijdens de zegenbemonsteringen in de Nieuwe Waterweg lager dan in diezelfde periode tijdens het relatief droge jaar 2022. Een andere mogelijkheid is dat het hier om vissen gaat die door de hardere stroming als gevolg van de hoge rivierafvoeren verder stroomafwaarts terecht kwamen. Het zoutgehalte op de monsterlocaties in de Nieuwe Waterweg verschilde namelijk in grote lijnen nauwelijks van de jaren daarvoor (figuur 3.2). Opvallend is de relatief zeer lage dichtheid zoetwatervissen in het Haringvliet West in 2019 (figuur 4.2a en bijlage 4, figuur 4), het eerste jaar waarin de Haringvlietsluizen als gevolg van het Kierbesluit volgens het principe van lerend implementeren werden beheerd. In 2019 hebben ook verschillende proeven plaatsgevonden naar de verspreiding van zout in het Haringvliet (Reeze et al., 2021).

Mariene seizoensgasten

De dichtheden mariene seizoensgasten in de oostelijke Voordelta waren het hoogst in de relatief droge jaren 2018, 2020 en 2022 (figuur 4.2a). Dit komt mogelijk door de relatief zoute omstandigheden die hier heersten als gevolg van lage rivierafvoeren in deze jaren (figuur 3.2). De dichtheden in de Nieuwe Waterweg laten precies hetzelfde patroon zien (figuur 4.2b), al was de saliniteit hier niet altijd beduidend hoger dan in jaren met een

hogere afvoer (figuur 3.2). Ook in het westelijke deel van de Voordelta is hetzelfde patroon zichtbaar, met uitzondering van het relatief natte jaar 2021, waarin juist de hoogste dichtheid mariene seizoensgasten werd gemeten in dit gebied (figuur 4.2b). Zoals beschreven waren zoutgehalten in het westelijke Voordelta niet onderhevig aan grote veranderingen onder invloed van spui-activiteit. De saliniteit was hier relatief constant en kenmerkte zich structureel als zout (figuur 3.2). Aan de binnenzijde van de dam werden over het algemeen geen mariene seizoensgasten aangetroffen (figuur 4.2a), mogelijk vanwege de beperkte invloed van zout water. Alleen in 2021 werden enkele goudharders gevangen in het westelijke deel van het Haringvliet. In de zoete wateren stroomopwaarts van de Nieuwe Waterweg die bij lage afvoeren verhoudingsgewijs wat meer zoute invloed kennen, de Oude Maas en Nieuwe Maas, werden echter ook slechts incidenteel mariene seizoensgasten aangetroffen (figuur 4.2b).

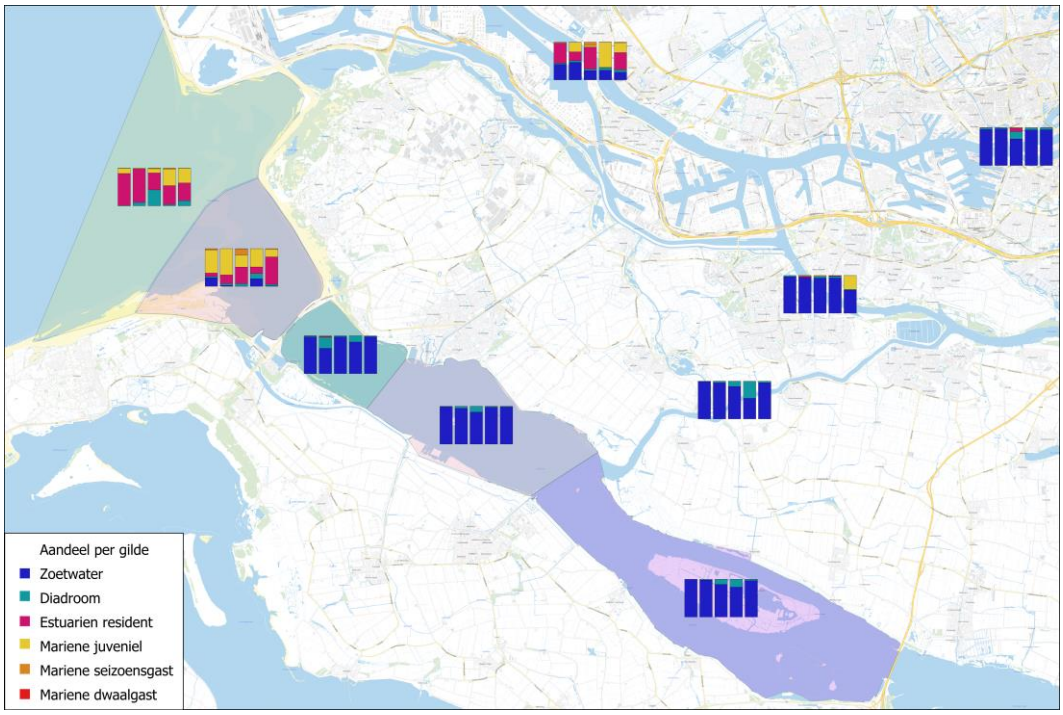


Figuur 4.5: Goudharders gevangen in de Nieuwe Waterweg (Foto: Mick Vos).

4.1.2 Aandeel ecologische gilden

In Figuur 4.6 is de samenstelling van de visgemeenschap door de jaren heen weergegeven voor de gebieden in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta, gebaseerd op de aandelen per estuarien gilde. De verschuivingen in dichtheden die zijn besproken in de voorgaande paragraaf zijn hier over het algemeen duidelijk in terug te zien. Haringvliet West laat in 2019 een duidelijk andere soortensamenstelling zien dan in de omliggende jaren (met uitzondering van 2021) waarbij het diadrome gilde een aanzienlijk groter aandeel van de visgemeenschap vormt en waarbij ook estuarien residenten en marien juvenielen een aandeel hebben ingenomen. Dit is deels het gevolg van een toename in de dichtheid van deze gilden, maar wordt voor het grootste deel veroorzaakt doordat de dichtheden van zoetwatervissen veel lager waren in 2019 (figuur 4.2a). Ook het afwijkende beeld van de soortensamenstelling in de Nieuwe Maas en het Haringvliet Centraal in 2020 is grotendeels het gevolg van een relatief lage dichtheid zoetwatervissen (figuur 4.2a en 4.2b). De grotere aandelen diadromen in het Spui in 2021 en het Haringvliet Oost in 2021-2022 worden ongeveer in gelijke mate veroorzaakt door een hogere dichtheid van dit gilde

en een lagere dichtheid zoetwatervissen. De grotere aandelen diadromen in het Spui in 2020 en in het Haringvliet West in 2021 hangen wel grotendeels samen met een hogere dichtheid van dit gilde. Het jaar 2021 was het relatief zeer natte jaar waarin ook in de Voordelta en Nieuwe Waterweg relatief hoge dichtheden diadromen werden aangetroffen.

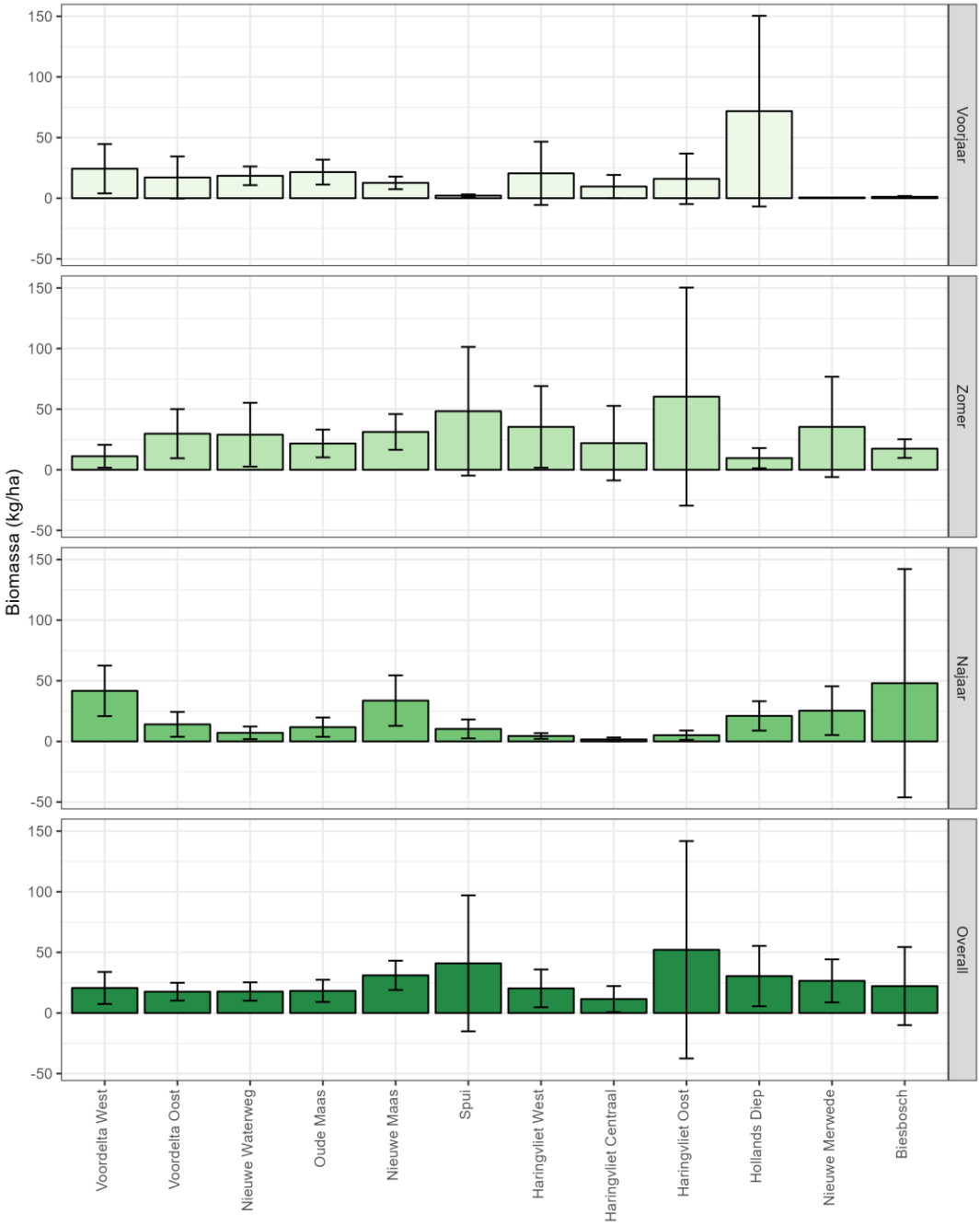


Figuur 4.6: Aandeel per gilde in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta in 2018-2022. Voor deze weergave zijn alleen locaties gebruikt die in alle jaren zijn bevist.

5 Biomassa

De kraamkamers in de delta zijn ook van belang voor de productie van vis als voedsel voor visetende vogels, zeezoogdieren en roofvissen. Dit hoofdstuk gaat in op de bijdrage van de verschillende gebieden aan geproduceerde biomassa, en de aandelen van de verschillende gildes hierin. De grootte van de biomassa zegt samen met de biodiversiteit veel over het functioneren van de kraamkamers in de Zuid-Hollandse delta en hoe de verschillende gebieden bijdragen aan de visgemeenschap.

5.1 Bijdrage gebieden aan biomassa



Figuur 5.1: Gemiddelde biomassa (kg/ha) per gebied, per seizoen en overall, gebaseerd op de jaargemiddelden van 2018-2022. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.

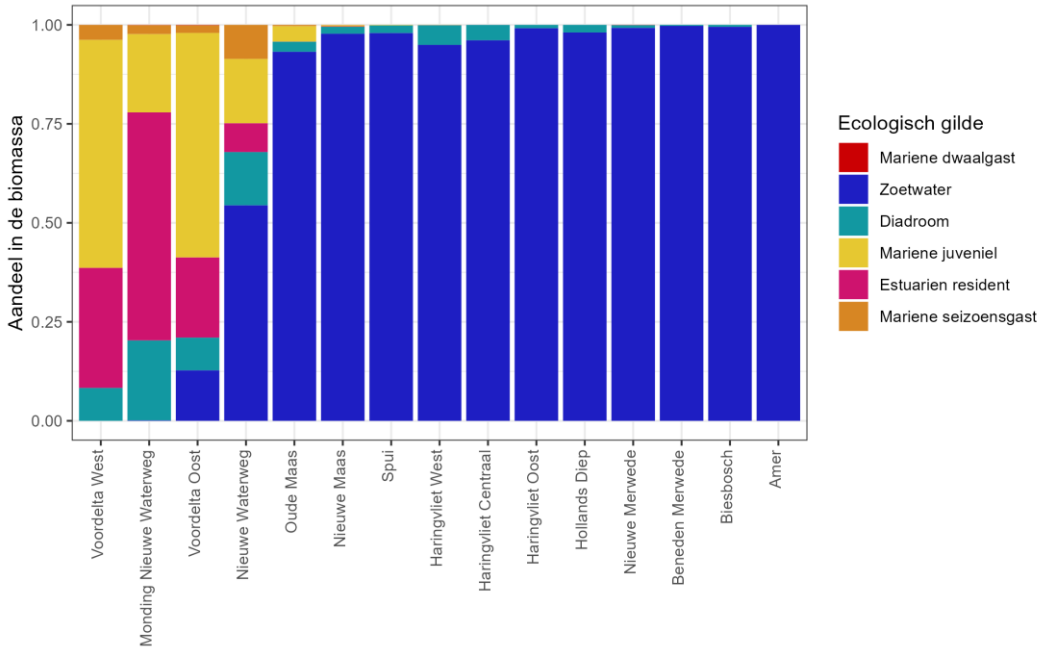
Figuur 5.1 geeft een overzicht van de gemiddelde visbiomassa (kg/ha) per gebied, per seizoen en overall in de Zuid-Hollandse delta, gebaseerd op de jaargemiddelden van 2018-2022. De gebieden zijn hierbij van links naar rechts globaal gerangschikt op basis van afnemende saliniteit / toenemende afstand tot zee. Over het algemeen genomen is de biomassa het hoogst tijdens de zomer. De gebieden met gemiddeld genomen de hoogste biomassa zijn het Haringvliet Oost en het Spui. Dit zijn tegelijkertijd de gebieden met een groot verschil in biomassa tussen bemonsteringsjaren (zie foutbalken en figuur 1 en 2 in bijlage 5). Dit is soms het gevolg van lokaal en temporeel uitzonderlijk grote vangsten, bijvoorbeeld tijdens een bezoek aan het eiland Tiengemeten in de zomer van 2018. Deze vangst verklaart voor in ieder geval een deel de gemiddeld genomen hoge biomassa in het Haringvliet Oost en de aanzienlijke spreiding hier omheen. Bij het Spui gaat het in deze context om uitzonderlijke grote vangsten tijdens een bezoek aan de locaties Costa del Spui en Nieuw-Beijerland in de nazomer van 2018. Daarnaast speelt soms ook het ontbreken van, of juist niet ontbreken van, bevissingen op bepaalde locaties in bepaalde seizoenen een rol bij de grote verschillen tussen bemonsteringsjaren. Zo ontbreken bevissingen tijdens het voor- en najaar van 2018 volledig in het Spui. Over het algemeen genomen is de biomassa die wordt aangetroffen tijdens het voor- en najaar relatief laag ten opzichte van de zomer. In combinatie met de uitzonderlijk hoge vangsten in de zomer van 2018 in het Spui wordt de gemiddeld genomen hoge biomassa in de het Spui ook deels hierdoor veroorzaakt. Met de huidige analyse van de biomassa is het daardoor slechts beperkt mogelijk om gebieden onderling goed te vergelijken. Verdere analyses kunnen hier mogelijk meer inzicht en duidelijkheid in verschaffen.



Figuur 5.2: Zandspiering gevangen bij de Edisonbaai in de monding van de Nieuwe Waterweg. Deze soort vormt een belangrijke voedselbron voor visetende vogels, zoals grote sterns (Foto: Mick Vos).

5.2 Aandeel gilden in biomassa

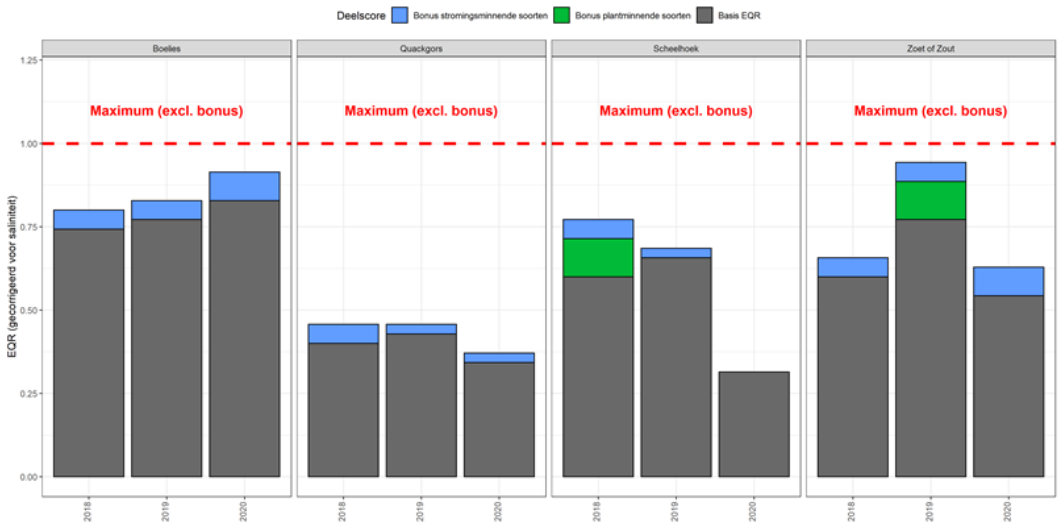
In figuur 5.3 is het aandeel per estuarien gilde in de biomassa per gebied weergegeven. Ook hier zijn de gebieden van links naar rechts globaal gerangschikt op basis van afnemende saliniteit / toenemende afstand tot zee. Vooral de gebieden in de poly- en mesohaline zone laten een verdeling zien van de biomassa over de verschillende gilden. In de gebieden uit de oligohaline zone bestaat de biomassa vooral uit zoetwatervissen en in beperkte mate aangevuld met diadromen. Alleen in de oligohaline gebieden die het dichtst bij zee liggen zijn de overige gilden nog in zeer beperkte mate vertegenwoordigd in de biomassa. De verdeling van de bijdrage aan de totale biomassa over de verschillende gilden is het meest evenredig in de oostelijke Voordelta en Nieuwe Waterweg (mesohaline zone). In tegenstelling tot de gebieden in de polyhaline zone bestaat een deel van de biomassa hier ook nog uit zoetwatervissen. Vergeleken met de oostelijke Voordelta is het aandeel zoetwatervissen verhoudingsgewijs het grootst in de Nieuwe Waterweg, waar ruim de helft van de biomassa uit zoetwatervissen bestaat. In de oostelijke Voordelta bestaat de biomassa ter vergelijking slechts voor ongeveer 1/8 deel uit zoetwatervissen. Dit verschil kan waarschijnlijk worden verklaard doordat de Nieuwe Waterweg nog een geleidelijke overgang kent van zoet naar zout water, terwijl de Haringvlietdam nog steeds een relatief harde scheiding vormt tussen de het overwegend brakke water van de oostelijke Voordelta en het bovenstrooms gelegen zoete water.



Figuur 5.3: Het aandeel van de verschillende gilden in de totale biomassa per gebied. Dit is exclusief een klein aantal vissen dat niet op naam gebracht kon worden, en daardoor niet kon worden ingedeeld in een gilde.

6 Diversiteit

Dit hoofdstuk gaat in op beoordeling van de functionele diversiteit aan de hand van de EQR scores op basis van de Estuariene Vis Index Zuid-Hollandse Delta (EVI-ZHD). Bij deze binnen dit project ontworpen estuarium-specifieke diversiteitsindex wordt het voorkomen van verschillende ecologische gilden meegewogen. In de voorgaande rapportage (Kooiman & Ploegaert et al., 2022) is deze index gebruikt om de functionele diversiteit van de verschillende deelgebieden binnen de Zuid-Hollandse Delta inzichtelijk te maken. Daarnaast is ingezoomd op de verschillende monsterlocaties binnen het deelgebied Haringvliet West. Uit deze analyse bleek onder meer een duidelijke afname van de diversiteitsscore van de monsterlocatie Scheelhoek door de jaren heen, iets wat niet zichtbaar was op de andere locaties in het Haringvliet West (figuur 6.1). Ook uit het veld kwamen meldingen van veranderingen door de jaren heen; verslibbing van de bodem, een afname van de hoeveelheid watervegetatie, een toename van de algenbloei en een afname van de vangst. In dit hoofdstuk wordt deze casus verder uitgewerkt, waarbij ook de koppeling wordt gemaakt met de in het veld geregistreerde habitatparameters. Dit kan enerzijds leiden tot meer inzicht in het habitatgebruik van specifieke soorten en gilden, en daarmee belangrijke handvatten bieden voor de inrichting en het beheer van dergelijke natuurgebieden. Anderzijds kan het zorgen voor het tijdig registreren van ongewenste veranderingen in omstandigheden, waarop met beheer kan worden ingegrepen.



Figuur 6.1: De EQR-scores inclusief het bonusdeel per monsterlocatie en per bemonsteringsjaar in Haringvliet West, waarbij is gecorrigeerd voor saliniteit. De rode stippellijn geeft de maximaal haalbare EQR-score exclusief het bonusdeel weer (1.0). Bron: Kooiman & Ploegaert et al. (2022).

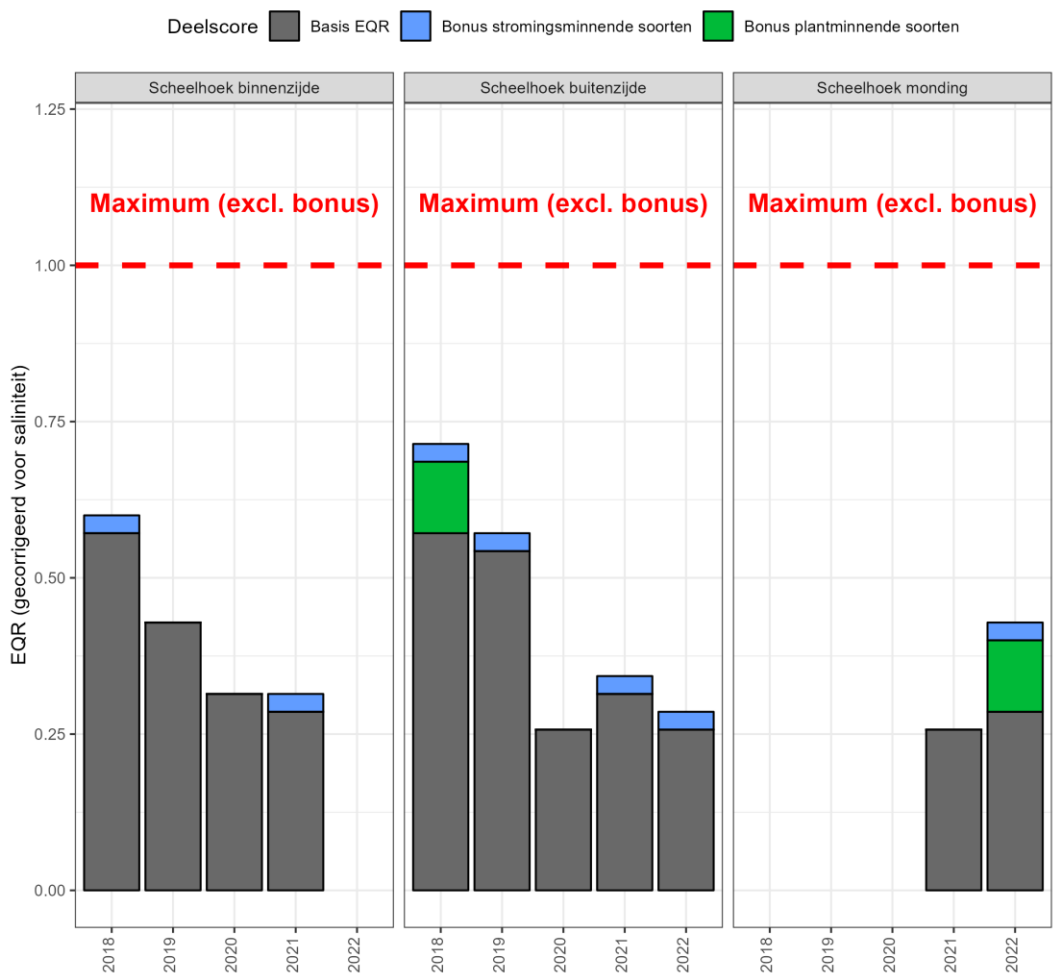
6.1 Scheelhoek

In natuurgebied Scheelhoek, een monsterlocatie gelegen in het westelijke deel van het Haringvliet, liggen 5 verschillende zegentrajecten (figuur 6.2). Deze kunnen op basis van overeenkomsten qua habitat worden gegroepeerd tot 3 verschillende sublocaties: ‘binnenzijde’ (trajecten 3 en 4), ‘buitenzijde’ (trajecten 1 en 2) en ‘monding’ (traject 5).



Figuur 6.2: Ligging van de sublocaties en zegentrajecten binnen monsterlocatie Scheelhoek. De sublocatie 'binnenzijde' was in de loop van 2021 niet langer bevisbaar en is vanaf dat moment vervangen door de sublocatie 'monding'.

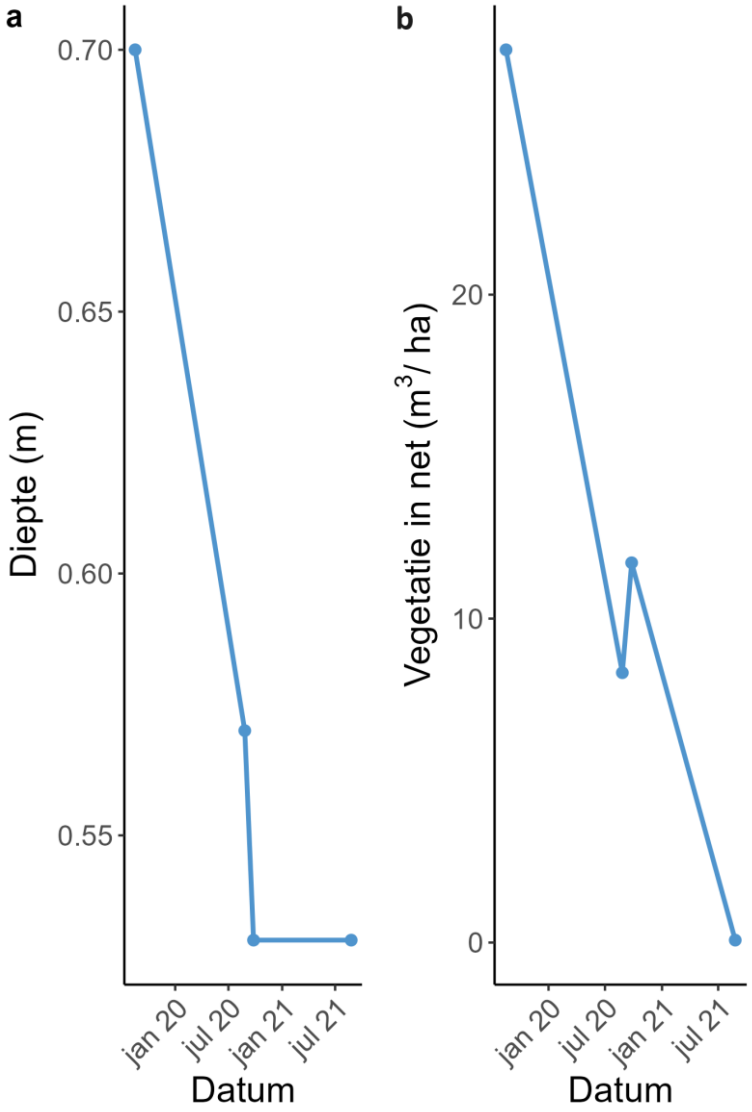
Tijdens de bevissingen in Scheelhoek werden door de jaren heen op zowel de sublocatie 'binnenzijde' als 'buitenzijde' teruglopende vangsten geregistreerd. Dit is duidelijk terug te zien in de diversiteitsscores van deze sublocaties (figuur 6.3). Deze laten een duidelijke afname zien in de periode 2018-2020. Vervolgens blijven de scores relatief stabiel op een laag niveau hangen. Met name de lagere deelscores van de (sub)criteria met betrekking tot de (verstoringsgevoelige) estuarien residenten en de aandelen diadromen en exoten in de visgemeenschap dragen hier aan bij (figuur 1, bijlage 6). Daarnaast werden plantminnende soorten na 2018 niet meer waargenomen op de sublocaties in kwestie, terwijl dit in 2018 nog wel het geval was bij de sublocatie 'buitenzijde'. Ook stromingsminnende soorten worden gedurende een aantal jaren niet waargenomen, met name op de sublocatie 'binnenzijde'. Meer details met betrekking tot het aantal soorten, het aandeel in de visgemeenschap en de hierop gebaseerde scores zijn per sublocatie en per subcriterium terug te vinden in bijlage 6.



Figuur 6.3: De EQR-scores inclusief het bonusdeel per sublocatie en per bemonsteringsjaar bij monsterlocatie Scheelhoek, waarbij is gecorrigeerd voor saliniteit. De rode stippellijn geeft de maximaal haalbare EQR-score exclusief het bonusdeel weer (1.0).

Het afnemen van de diversiteit in Scheelhoek kan in ieder geval deels worden verklaard door 2 verschuivingen in de visgemeenschap die op grotere schaal plaatsvonden in het westelijke deel van het Haringvliet en mogelijk met elkaar samenhangen; de afname van estuarien residenten (voornamelijk brakwatergrondels) en opkomst van de Kaukasische dwerggrondel (exoot). Daarnaast wordt de afgenomen diversiteit in Scheelhoek mogelijk deels verklaard door een beperkte connectiviteit met het Haringvliet. Op de kaart in figuur 6.2 en in figuur 6.5 is te zien dat het natuurgebied grotendeels is afgesloten van het Haringvliet door middel van langsdammen. Deze langsdammen worden op slechts 4 plaatsen kort onderbroken door openingen van beperkte omvang. Deze geringe mate van connectiviteit zorgt waarschijnlijk voor een beperkte doorstroming van het gebied, met een hoge mate van sedimentatie en daardoor afnemende waterdiepte op de sublocatie 'binnenzijde' tot gevolg. Dit is goed te zien wanneer wordt gekeken naar het verloop van de waterdiepte door de jaren heen op het westelijke zegentraject (1) binnen de sublocatie 'binnenzijde', welke het meest structureel is bevist van de twee trajecten binnen deze sublocatie (figuur 6.4a). In de loop van 2021 had er zelfs zoveel sedimentatie plaatsgevonden op de sublocatie 'binnenzijde' dat de zegen zich vasttrok in de bodem, waardoor er niet langer kon worden gevist. Daarom is deze vanaf dat moment vervangen door de sublocatie 'monding'. Naast sedimentatie en daarmee een afnemende waterdiepte

werd ook een afname geconstateerd in de hoeveelheid watervegetatie (exclusief algen). Dit is goed zichtbaar wanneer wordt gekeken naar het verloop door de jaren heen van de hoeveelheid vegetatie die na een trek werd aangetroffen in de zegen (figuur 6.4b).

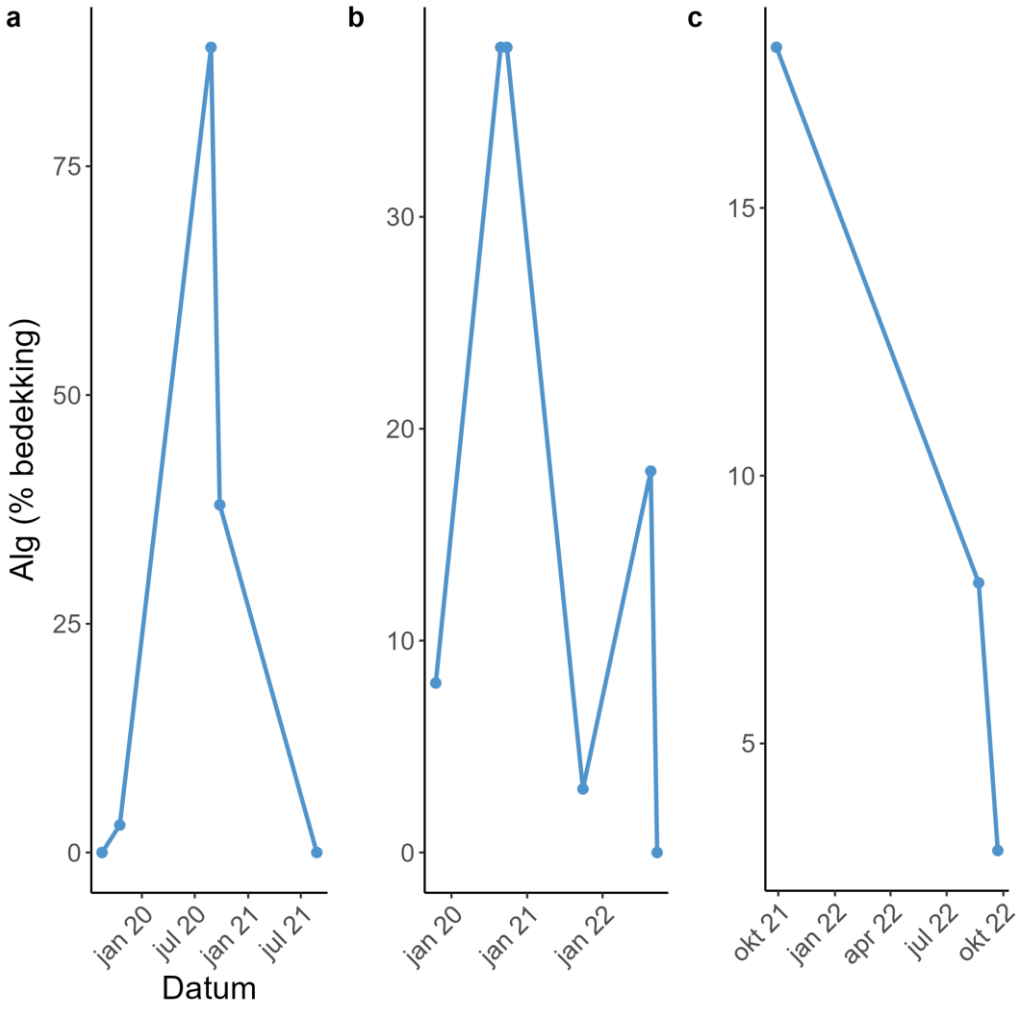


Figuur 6.4: Gemeten waterdieptes (a) en geschatte hoeveelheden vegetatie in de zegen (b) door de tijd heen in het westelijke zegentraject binnen de sublocatie 'binnenzijde'.



Figuur 6.5: Een van de langsdammen die het natuurgebied Scheelhoek scheiden van het Haringvliet. De langsdammen worden op slechts 4 plaatsen kort onderbroken door openingen van beperkte omvang. (Foto Jisk van den Ende).

In ondiep water met een geringe doorstroming kan de watertemperatuur in korte tijd aanzienlijk oplopen. Dit kan leiden tot algenbloei en zuurstofarme omstandigheden die ongunstig zijn voor vissen. Tijdens het jaar 2020 trad, met name op de sublocatie 'binnenzijde', een zware algenbloei op in Scheelhoek (figuur 6.6a en 6.6b). Dit is tevens het jaar met gemiddeld genomen de laagste diversiteitsscore. In 2021 was geen sprake van een grootschalige algenbloei in het gebied. De diversiteit van de visgemeenschap liet echter nog geen duidelijk herstel zien (figuur 6.3). Mogelijk was de waterkwaliteit in het gebied na de zware algenbloei van 2020 nog onvoldoende hersteld en/of werd herkolonisatie van het gebied bemoeilijkt door de beperkte connectiviteit. Het is ook mogelijk dat de afgenomen hoeveelheid watervegetatie (exclusief algen) en daarmee de afname van een bepaald type structuur als habitat voor vis hierbij een rol speelt. In 2022 was opnieuw sprake van algenbloei in het gebied, zoals terug te zien is in de gegevens van 'sublocatie buitenzijde' (figuur 6.6b). Ook de diversiteit van de visgemeenschap was in 2022 opnieuw min of meer onveranderd laag (figuur 6.3). Zoals beschreven was het op dat moment niet meer mogelijk om te zegenvissen op de sublocatie 'binnenzijde', maar het is aannemelijk dat ook hier sprake was van algenbloei in 2022. Het vergroten van de connectiviteit met het Haringvliet en daarmee het bevorderen van de doorstroming van het gebied kan waarschijnlijk uitkomst bieden in deze kwestie. Hierdoor zal onder andere meer mondinghabitat en variatie in diepte ontstaan en minder aanslibbing plaatsvinden. Te weinig connectiviteit is bij meerdere gebieden langs het Haringvliet een beperkende factor. Herinrichting kan verdere achteruitgang voorkomen en biodiversiteit van de ondiepe oevernatuur een impuls geven.



Figuur 6.6: Geschatte bedekkingspercentages algen in de zegentrajecten door de tijd heen, weergegeven per sublocatie (a = 'binnenzijde', b = 'buitenzijde' en c = 'monding').

7 Habitatparameters

Eerder werd de binnen dit project opgedane veldkennis al vertaald naar adviezen voor inrichting van de Zuid-Hollandse getijdenrivieren in het kader van de doelen voor de 3e tranche van de KRW (Ploegaert et al., 2022). Om inrichting effectiever te maken en goed onderbouwde beslissingen te kunnen nemen voor het versterken van de ondiepe oevernatuur in de delta dienen inrichtingsadviezen in grotere mate met data te kunnen worden onderbouwd. In voorliggende rapportage worden hiervoor de eerste belangrijke stappen gezet.

In dit hoofdstuk wordt verder gebouwd op de eerdere analyses van de biomassa en de functionele diversiteit (Kooiman & Ploegaert et al., 2022).

7.1 Leeswijzer

Eerste stappen
De focus van deze rapportage ligt op de eerste stappen van de analyse van de relatie tussen de visgemeenschap en het habitat en dient ook als dusdanig te worden gelezen. De relatie tussen het habitat in de oeverzone en de visgemeenschap in een delta is complex, waarbij dynamiek van rivierafvoer en getij een belangrijke rol speelt en migrerende vissoorten in de zoute delta een andere habitatvoorkeur kunnen hebben dan in de zoete delen. De hier gepresenteerde relaties tussen habitat en voorkomen van vis belichten dan ook slechts een deel van de relatie tussen het habitat en de visgemeenschap.

Vervolgstappen
In de vervolgrapportage over de jaren 2018-2023 zullen de habitatparameters verder worden uitgebreid met enkele belangrijke parameters. Hierbij gaat het onder andere om parameters betreffende de connectiviteit voor vis tussen de beviste locatie en de hoofdstroom, afstand tot opening naar hoofdstroom, grootte van de opening en meer specifieke uitwerking van parameters betreffende vegetatie en stroming. Ook geeft de ecologie van bijvoorbeeld trekvissen aanleiding om relaties tussen habitat en specifieke soorten verder uit te werken.

Duiding
Ecologische duiding van de hier gepresenteerde relaties tussen habitat en de visgemeenschap vindt plaats op basis van de huidige resultaten. De hierboven genoemde vervolgstappen kunnen relaties met het habitat aanvullen en nuanceren.

7.2 Spreiding en frequentie van habitatparameters

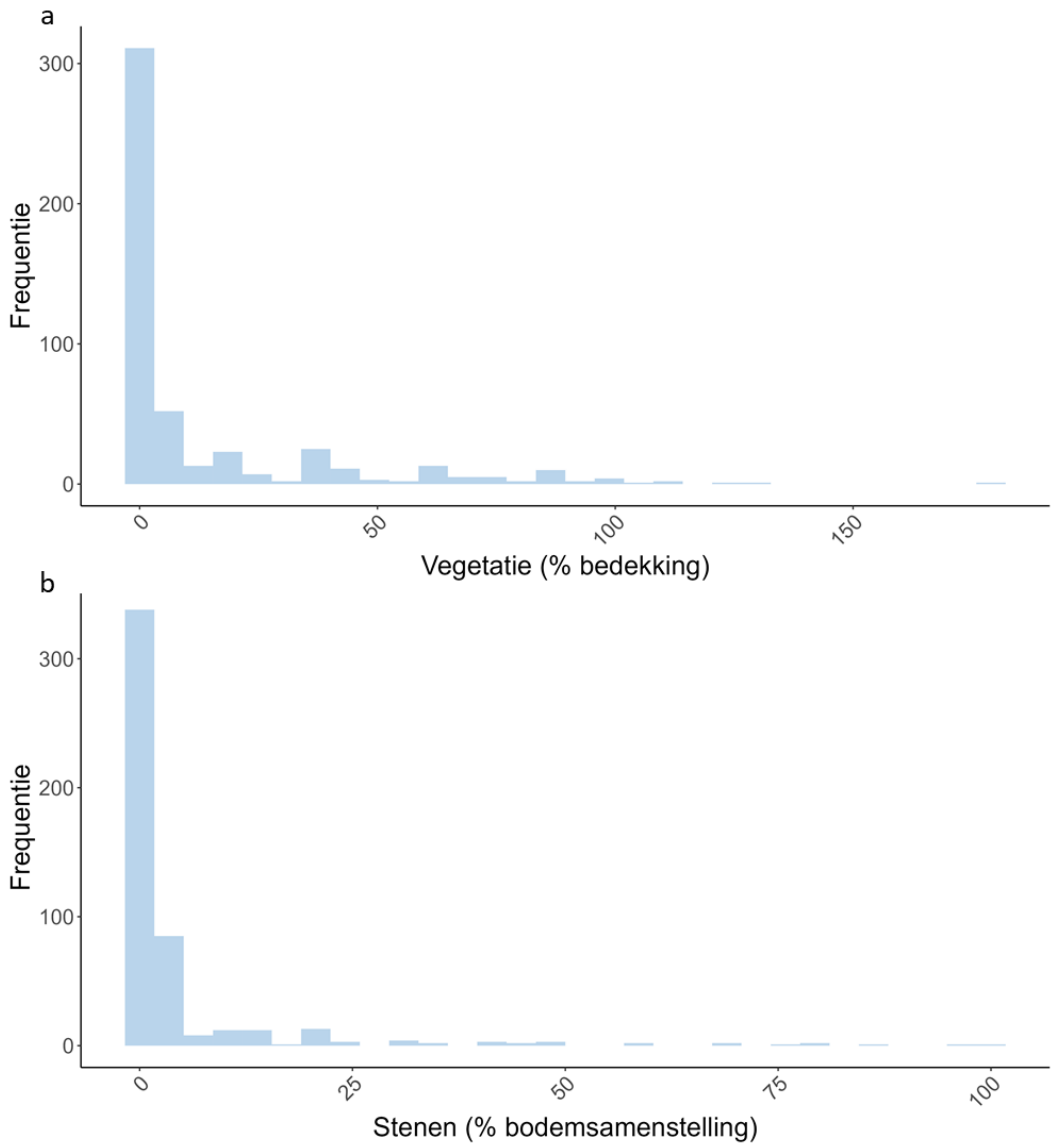
Er is een duidelijke spreiding in de gemeten habitatparameters aanwezig op de bemonsteringslocaties van 2020 tot en met 2022 (tabel 7.1). Deze variatie in habitat zorgt voor een mogelijk meetbare habitatvoorkeur van vissoorten. Onder andere de bodemsamenstelling varieerde sterk. Hoewel in de meeste locaties een zandbodem domineert en regelmatig 100% van de bodem uitmaakt, komen ook locaties voor waarin grind, klei, stenen of schelpenbodems domineren of zelfs tot respectievelijk 85, 100, 100 en 90% van de bodemsamenstelling opmaken. Sliblagen kunnen ook sterk variëren in dikte

waarbij op sommige locaties geen slib aanwezig is en op anderen tot wel 30 cm aan slib op de bodem aanwezig is. De bodemsamenstelling kan van grote invloed zijn op benthische vissen waarvan een sterke relatie met het bodemtype verwacht wordt. Daarnaast kunnen dikke sliblagen voedsel bieden, maar bij snelle afbraak, vooral gedurende warm weer, voor zuurstofloze en voor vissen toxische situaties leiden. De vegetatie (opgebouwd uit verschillende "macrofyt typen", zie paragraaf 2.4), varieert ook sterk waarbij op sommige locaties de macrofyten verschillende lagen in de waterkolom bezetten, resulterend in een bedekkingspercentage boven de 100%. De hellingshoek toont dat oevers op de bemonsterde locaties variëren van een relatief vlakke tot steile oevers. De temperatuur, die belangrijk is voor vele processen in het water, varieert sterk doordat gedurende drie seizoenen metingen zijn uitgevoerd. De spreiding in saliniteit toont de gradiënt die normaal is voor een delta, hoewel deze maar in een gedeelte van de gebieden geleidelijk verloopt.

Tabel 7.1: gemiddelde, maximale en minimale waarde die voor elk van de habitatparameters aangetroffen is.

HABITATPARAMETER (EENHEID)	GEMIDDELD	MAXIMAAL	MINIMAAL
ZAND (%)	76.0	100	0
GRIND (%)	1.6	85	0
KLEI (%)	15.2	100	0
STENEN (%)	4.8	100	0
SCHELPEN (%)	1.7	90	0
SLIB (CM)	3.2	30.5	0
VEGETATIE (%)	12.9	179	0
HELLINGSHOEK (°)	3.9	42.1	0.009
TEMPERATUUR (°C)	19.4	29.2	10.1
SALINITEIT (PPT)	5.4	33.6	0
VOLUME SLIB IN NET (M^3/ HA)	19.4	2722.8	0
VOLUME VEGETATIE IN NET (M^3/ HA)	21.4	733.1	0

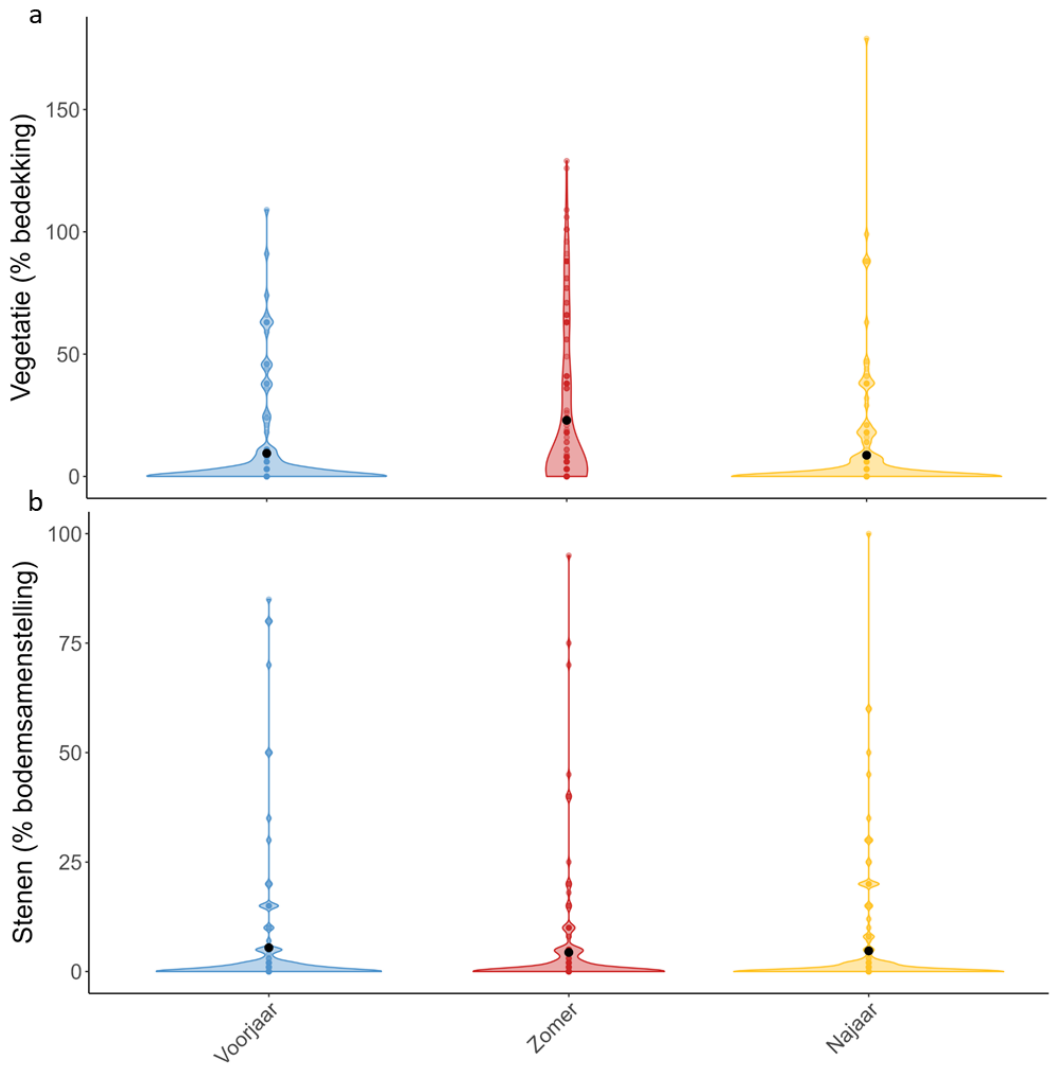
In figuur 7.1a en 7.1b is de verdeling van habitatparameters verder inzichtelijk gemaakt door de frequentie van waarnemingen over de drie meegenomen bemonsteringsjaren (2020, 2021, 2022; voor een totaal van 496 zegentrekken) te visualiseren. Hierbij is de bedekkingsgraad door vegetatie en het aandeel stenen in de bodemsamenstelling uitgelicht, en zijn de histogrammen van overige habitatparameterspreiding te zien in bijlage 7. In figuur 7.1 is te zien dat voor beide parameters een lage bedekking en laag aandeel frequenter voorkomt. Het merendeel van de habitatparameters heeft eenzelfde verdeling (bijlage 7). Dit zorgt ervoor dat op veel locaties habitatparameters zullen overlappen, maar dat afwijkende parameters locaties karakteriseren en correlaties mogelijk sterk sturen.



Figuur 7.1: Histogrammen die de frequentie aan gemeten vegetatie bedekkig en het aandeel aan stenen in de bodem (%) over een totaal aan 496 meetpunten weergeven.

Figuur 7.2a en 7.2b tonen dezelfde data als figuur 7.1, opgedeeld tussen de seizoenen waarin metingen hebben plaats gevonden (voorjaar, zomer en najaar). Violin plots van overige habitatparameters zijn te vinden in de bijlage 7. Sommige habitatparameters laten duidelijke verschillen per seizoen zien, zoals vegetatiebedekking (figuur 7.2a) waar de zomer een gemiddeld hoger bedekkingspercentage laat zien en een lage frequentie van 0% bedekking. Aandeel stenen in de bodemsamenstelling is, volgens de verwachting, meer stabiel door het jaar heen (figuur 7.2b). Verandering van de habitatparameters door het jaar heen benadrukt het belang van het meenemen van seizoenen wanneer er naar correlaties tussen specifieke vissoorten en habitatparameters in detail gekeken wordt. Een blankvoorn, bijvoorbeeld, kan niet met een vegetatierijk habitat correleren in een seizoen waar dit grotendeels afwezig is, terwijl deze correlatie mogelijk wel aanwezig is gedurende een vegetatierijk seizoen. Een seizoensgebonden correlatie met een niet-variërend habitattype is overigens ook niet onverwacht aangezien foerageergebieden en paaigebieden van vissen sterk van elkaar kunnen verschillen. Bij de violin plots moet rekening gehouden

worden met het feit dat alle uitgevoerde metingen meegenomen zijn. Kleine verschillen in seizoenspatronen kunnen veroorzaakt worden doordat gedurende het voorjaar niet alle locaties gemeten zijn (voorjaar n= 138; zomer n= 179; najaar n= 179).



Figuur 7.1: Violin plots die de frequentie aan gemeten vegetatie bedekkingen en het aandeel aan stenen in de bodem (%) verspreid over respectievelijk het voorjaar, de zomer en het najaar weergeven, n= 138, 179 en 179.

7.3 Verkenning relatie tussen visgemeenschap en habitat

Door middel van redundancy analysis (RDA) kan de variatie in een selectie van responsvariabelen samengevat worden en verklaard worden door een set van verklarende variabelen. Ordinogrammen, of "biplots", maken deze verklarende variatie visueel door ze in een tweedimensionaal figuur te plaatsen. Belangrijk bij het interpreteren van deze figuren is dat dat punten in het verlengde van elkaar een positieve correlatie, in tegenovergestelde richting een negatieve correlatie, en in een haakse hoek geen correlatie aangeven. Daarnaast toont een langere pijl bij de habitatparameters een sterker effect aan en komen vissoorten die dichter bij elkaar staan in overeenkomende habitattypen voor. De

x- en y-as tonen de verklarende kracht van de pijlen die in deze richtingen georiënteerd staan.

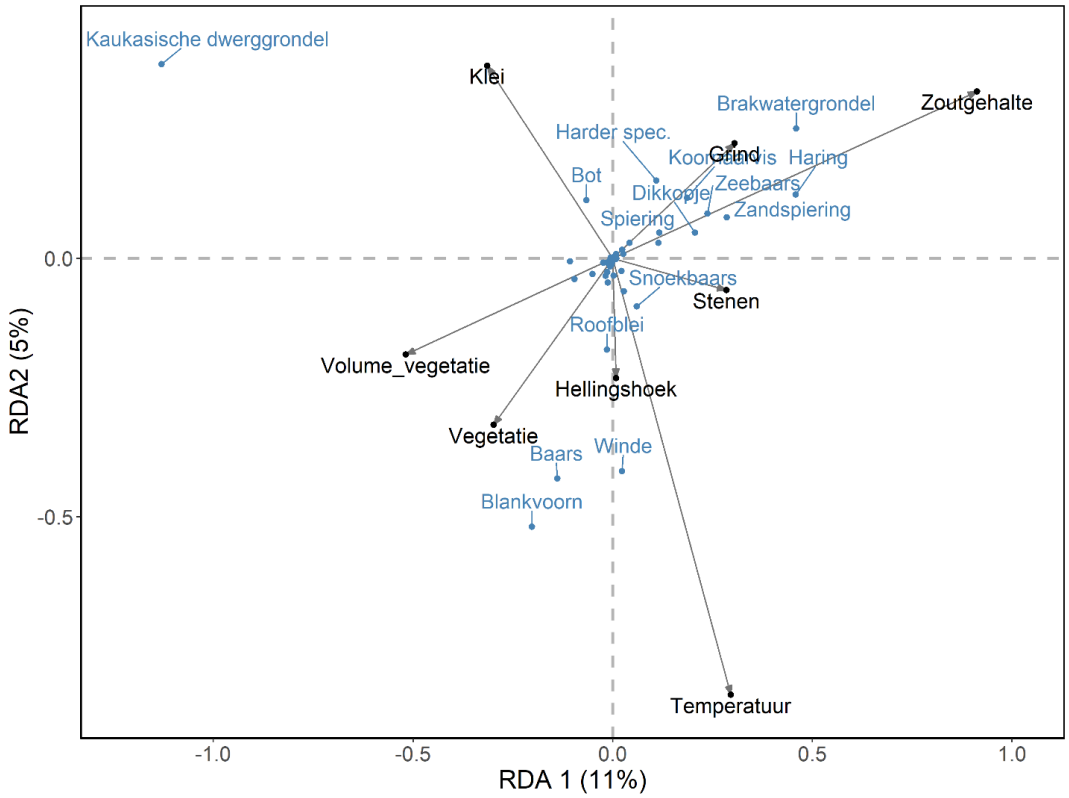
Belangrijk is dat een onuitgesproken oriëntatie in het ordinogram niet per definitie betekent dat er geen correlaties aanwezig zijn. Soorten die namelijk weinig voorkomen zullen moeilijker een correlatie tonen terwijl deze er in de praktijk mogelijk wel is. Een grote hoeveelheid aan nullen in de dataset (door een vissoort die op een betreffende locatie niet is gevangen) zullen namelijk altijd leiden tot veel nullen bij habitatparameters die erg algemeen zijn. Daarnaast zijn sommige vissen erg mobiel en kunnen vissen op doortocht voor "ruis" in de data zorgen omdat gedurende deze doortocht geen sprake hoeft te zijn van actieve habitatselectie. Ook tonen de RDAs slechts lineaire verbanden terwijl we ook relaties met een optimum verband verwachten. Daarom worden RDAs als een verkennende methode toegepast en zijn meer gedetailleerde analyses (Generalized additive models; zie paragraaf 2.7.4)in een later onderdeel gebruikt om soortspecifieke non-lineaire verbanden te bekijken.

De onderstaande ordinogrammen tonen de onderlinge verhouding van vissoorten ten opzichte van de gemeten habitatparameters. De figuren zijn toegepast op: alle waargenomen vissoorten, stromingsminnende soorten, plantminnende soorten, piscivore soorten, exoten, de 10 meest voorkomende soorten (meeste individuen van gevangen), de 10 vaakst voorkomende soorten (vaakst in een zegentrek voorgekomen), diadrome soorten, estuarien residente soorten, marien juveniele soorten, een overzicht van alle gildes, een overzicht van alle gedefinieerde groepen, verschillende diversiteitsindexen, aantal individuen per groep, en de biomassa in totaal samen met deze van de verschillende visgildes. Een overzicht van de soorten binnen deze groepen is te vinden in de bijlage 7, tabel 1. Hierin zijn vervolgens door middel van stapsgewijze selectie alleen de belangrijkste habitatparameters toegevoegd.

7.3.1 Alle soorten

Figuur 7.3 toont alle vissoorten gevangen gedurende de zegentrekken in 2020, 2021 en 2022. Veel soorten correleren niet sterk met omgevingsfactoren en zijn geclusterd in het midden waardoor er geen naam bij vermeld staat. In figuur 7.3 zijn temperatuur, vegetatie en zoutgehalte duidelijk de meest voorspellende factoren voor de soortensamenstelling in de Zuid-Hollandse delta. Zoutgehalte is duidelijk positief gecorreleerd met voorkomen van de brakwatergrondel, haring, koornaarvis, zandspiering, zeebaars en harderachtigen. Dit is ook te verwachten, aangezien de zoet-zout overgangsgebieden in de Voordelta en Nieuwe Waterweg belangrijk zijn voor deze marien juveniele, estuarien residente en diadrome soorten. Deze relatie is voor de estuarien residente brakwatergrondel het meest sterk gezien deze soort jaarrond en de volledige levenscyclus in de brakke en zoute delen van de delta te vinden is en ook relatief vaak wordt aangetroffen. Een relatie met zoutgehalte wil niet zeggen dat de relatie voor al deze soorten zo goed als lineair is. Voor bijvoorbeeld juveniele haring wordt er een duidelijk optimum verwacht in de relatie met zoutgehalte gezien juveniele haring in het voorjaar op de zoete lokstromen van Haringvliet en Nieuwe Waterweg afkomt en op deze overgangszones aanwezig blijft. Daarnaast is bij de Haringvlietsluizen de connectiviteit beperkt en wordt haring nauwelijks teruggezien aan de binnenzijde wat de relatie met het zoutgehalte in de RDA zal versterken. In de turbulente Nieuwe Waterweg beweegt haring zich verder stroomopwaarts bij lage rivierafvoeren en een verdere indringing van zout water de rivier op met de getijdenwerking. Zoutgehalte is

daarentegen duidelijk negatief gecorreleerd met het voorkomen van de zoetwatervissen roofblei, zwartbekgrondel, baars, winde en blankvoorn. Temperatuur is weer positief gecorreleerd met voorkomen van winde, baars en blankvoorn, en negatief gecorreleerd met harderachtigen en bot. Dit zijn waarschijnlijk seizoenseffecten waarbij diadrome soorten zoals bot en harder tijdens het voorjaar bij een watertemperatuur vanaf 10 °C in grote getale de delta binnen komen vanuit de Noordzee, terwijl soorten zoals winde, baars en blankvoorn waarschijnlijk pieken in de zomer door een duidelijk afgebakend paaimoment vroeg in het voorjaar. Daarnaast is zeewater voor een groot gedeelte van het jaar kouder dan rivierwater waardoor zout-gebonden soorten frequenter in relatief kouder water voor komen. De positieve correlatie van winde, baars en blankvoorn met temperatuur gaat ook gepaard met vegetatie. Vegetatie bied een mogelijke schuilplaats en voedselbron voor deze vissen. Mogelijk heeft de hogere bedekkingsgraad van vegetatie gedurende de zomer ook een invloed op deze positieve correlatie. Het bodemaandeel van stenen, klei en grind correleert ook met visvoorkomen, al dan niet in mindere mate. Klei lijkt positief te correleren met bot en grind correleert positief met meerdere vissoorten die ook positief met zout correleren. Deze correlaties zijn mogelijk beter te duiden wanneer er in meer detail naar specifieke soortgroepen gekeken wordt.

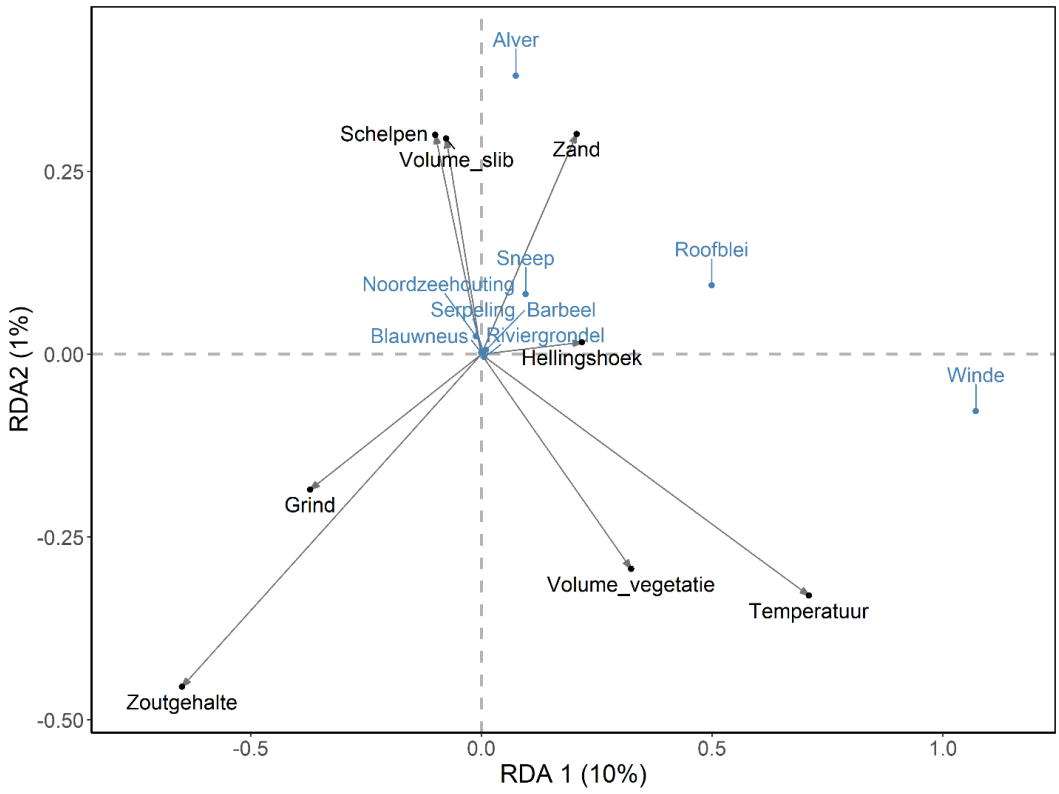


Figuur *7.3: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van alle gevangen vissoorten.*

7.3.2 Stromingsminnende soorten (zonder stromingsmetingen van 2022)

De parameter stroming is vanaf jaar 2022 structureel gemeten in het veld. Hier volgt eerst de uitwerking zonder deze parameter zodat meerdere jaren aan data konden worden meegenomen. In paragraaf 7.3.3. volgt de uitwerking voor het jaar 2022 inclusief stromingsmetingen.

Enkele stromingsminnende soorten correleren duidelijk met habitatparameters (figuur 7.4). Zo is er een relatie voor roofblei en alver met het aandeel zand in de bodemsamenstelling. Alver correleert daarnaast met een meer gevarieerde bodemtype dan roofblei, waarbij hardere bodems met zand en schelpen gebruikt worden als leefgebied, maar waar de soort ook meer slibrijke zones bezet. Winde toont, net als bij figuur 7.3 een positieve relatie met temperatuur en vegetatie. Overige soorten laten geen sterke correlatie zien wat kan komen doordat de soorten ook relatief weinig voorkomen in de dataset. Voor de stromingsminnende soorten wordt verwacht dat connectiviteit met de hoofdstroom een belangrijke verklarende parameter kan zijn. Deze habitatparameter wordt opgenomen in de volgende rapportage.

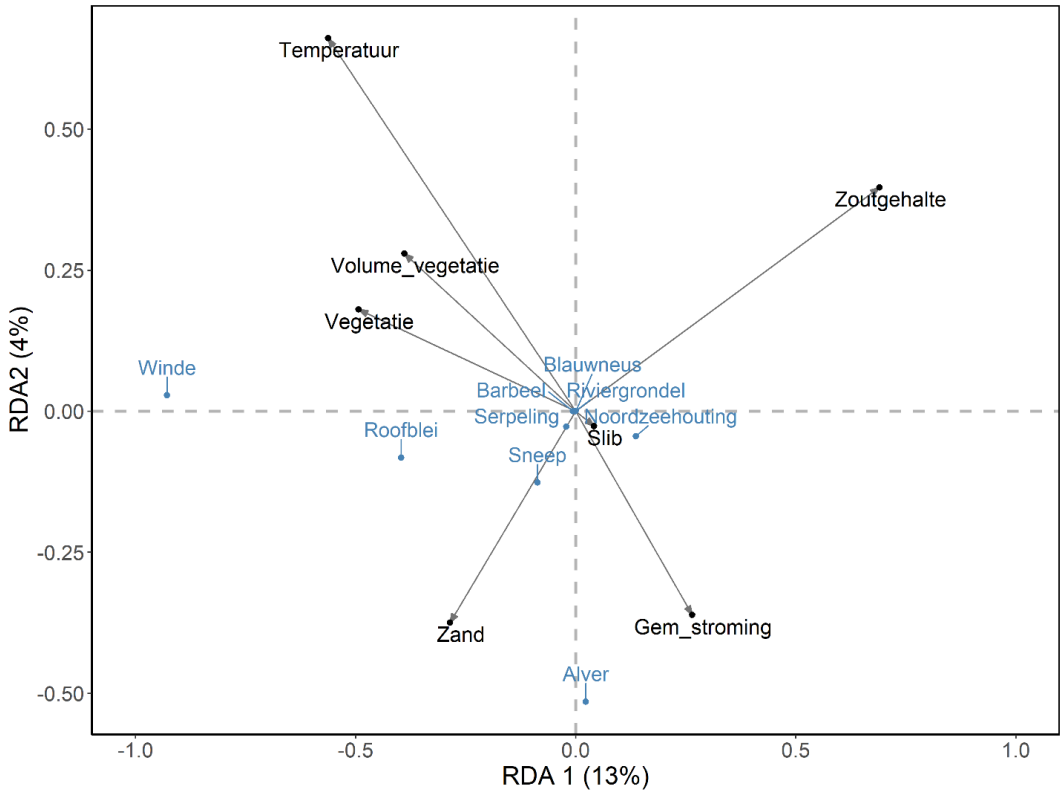


Figuur *7.4*: *Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen (zonder stromingsmetingen) en de dichtheid van stromingsminnende soorten.*

7.3.3 Stromingsminnende soorten inclusief stromingsmetingen 2022

Figuur 7.9 toont de correlatie tussen stromingsminnende soorten gevangen in 2022 en de habitatparameters inclusief de gemiddelde stroomsnelheid per zegentrek gemeten binnen het zegentraject. Alver en in mindere maten sneep correleren positief met de gemiddelde stroomsnelheid en het bodemaandeel van zand. Ook is opvallend dat, hoewel winde als stromingsminnend beschouwd wordt, ze in veel verschillende gebieden voorkomen maar niet aan stroming gebonden lijken. Verder is opvallend dat alle soorten, behalve winde en in mindere mate roofblei, niet dan wel negatief met temperatuur en vegetatie correleren. Dit wijst er waarschijnlijk op dat stromingsminnende soorten naast winde en roofblei geen piek in de zomer kennen en/of dat plekken waar gemiddeld een hogere stroming is over het algemeen minder planten en een lagere temperatuur hebben. Dit is te verwachten

aangezien een hogere doorstroom voor meer aanvoer van koud water zorgt terwijl stilstaand water sneller opwarmt. Het feit dat de stromingsminnende soorten hier niet allemaal met de gemiddelde stroomsnelheid correleren betekent overigens niet dat stroming niet van belang is. In deze eerste RDA met stroming is de gemiddelde stroomsnelheid meegenomen, maar mogelijk kan de maximale stroomsnelheid meer inzicht geven. Ook kunnen soorten bijvoorbeeld een non-lineaire relatie met stroming hebben of alleen beïnvloed worden door boven- of onderstromen (die nu samen genomen zijn als een gemiddelde stroming). Daarnaast zijn sommige soorten alleen in een specifiek levensstadia stromingsminnend. Winde is bijvoorbeeld vooral aan stroming gebonden gedurende de paai, waarvoor ze naar bovenstrooms gelegen gebieden migreren. Ook is van sommige soorten erg weinig data beschikbaar waardoor correlaties niet aan te tonen zijn. Wanneer stromingsdata van verschillende meetpunten (zoals oppervlak, half water, bodem en oeverzone) apart meegenomen worden in de RDAs en ook GAM analyses wordt verwacht hier meer relaties in aan te treffen.

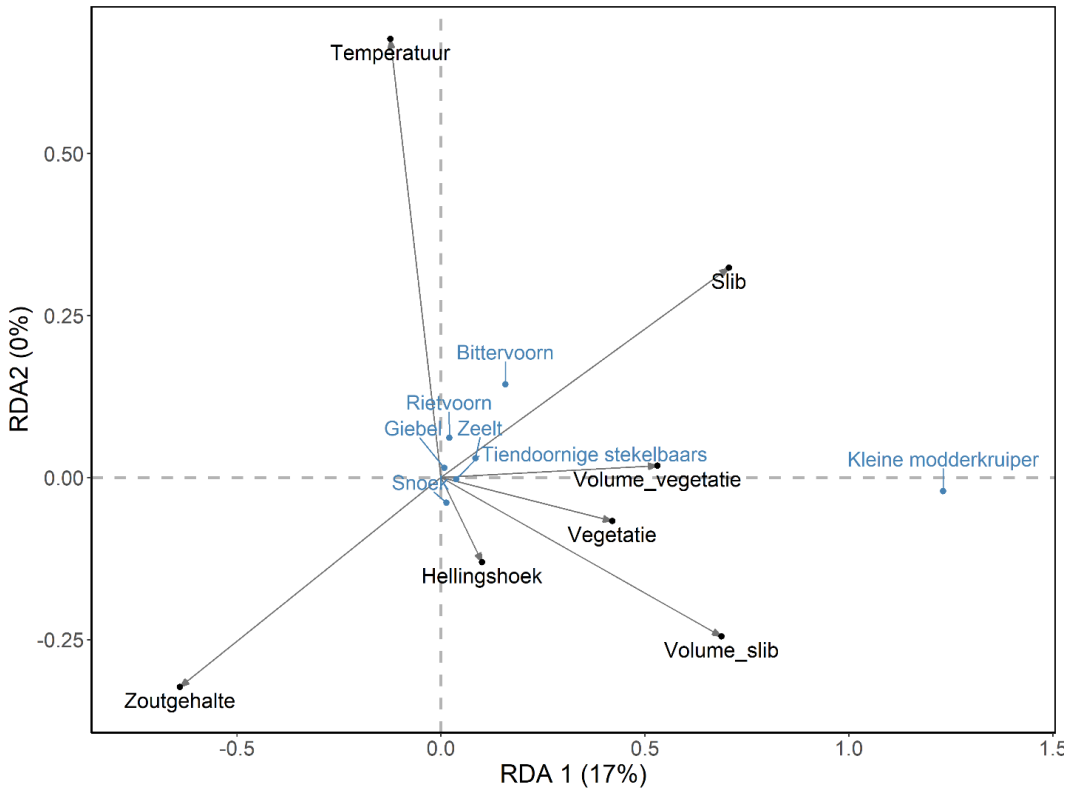


Figuur 7.9: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen, inclusief de gemiddelde stroomsnelheid gemeten binnen het zegentraject, en de dichtheid van de stromingsminnende soorten gevangen in 2022.

7.3.4 Plantminnende soorten

Op een enkele soort na laten de plantminnende soorten geen zeer sterke correlaties te laten zien met de habitatparameters (figuur 7.5). Ook hier geldt dat soorten die weinig voorkomen moeilijk correlaties met algemene habitatparameters kunnen tonen wanneer alle metingen meegenomen worden. Ook wordt het beeld vertekend door de sterke negatieve relatie met zoutgehalte, terwijl plantminnende soorten over het algemeen niet voorkomen in de zoutere delen van de delta. De kleine modderkruiper lijkt echter wel een

duidelijke relatie met vegetatiebedekking te laten zien en in mindere mate ook met de dikte van de sliblaag. Bittervoorn en zeelt laten naast een relatie met vegetatiebedekking ook een correlatie zien met slib, al dan niet in mindere mate. Het beeld in deze RDA raakt ook wat vertekend door de sterke negatieve correlatie met zoutgehalte gezien deze soorten niet voorkomen in zout water. De in de volgende rapportage op te nemen parameters voor connectiviteit met de hoofdstroom en gemeten stroming zullen naar verwachting als verklarende eigenschappen voor plantminnende soorten uit de analyse komen.

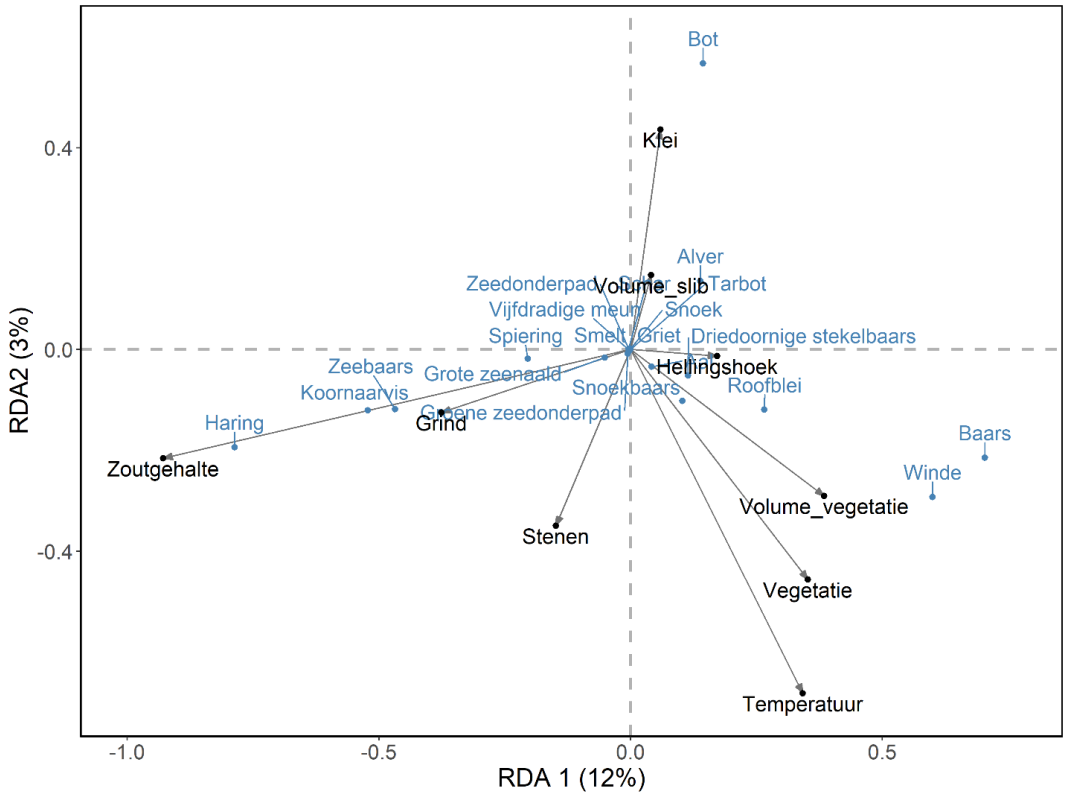


Figuur 7.5 *Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van plantminnende soorten.*

7.3.5 Piscivore soorten

Bij de piscivore vissen zijn naast de meer algemene relaties tussen met zoutgehalte en vegetatie ook enkele opvallende correlaties te zien (figuur 7.6). Zo laat bot een relatie met kleirijke bodems zien. Dit is opvallend aangezien bij de influx in het voorjaar hoge dichtheden worden aangetroffen op de locaties dicht bij de zee waar het vaak zanderige bodems betreft. Dit zijn echter locaties die op de migratieroute liggen van bot en waar ze mogelijk passief terecht komen doordat ze gebruik maken van selectief getijdentransport. Na de eerste influx lijkt bot mogelijk actief kleirijke gebieden op te zoeken. Het gaat hierbij om luwe ondiepe natuurgebieden verbonden met de grotere waterlichamen waar deze langs liggen en waar deze bodems te vinden zijn, zoals de Beningerwaard, de Kleine Noordwaard en Tonnekreek. Deze gebieden met klei- en slibbodems liggen niet in de open hoofdwateren zelf en worden naar verwachting actief opgezocht. Ook is te zien dat bot negatief correleert met steenrijke bodems. Wel moet hierbij vermeld worden dat de verticale as slecht 3% verklarend is. Om de relatie tussen het habitat en het voorkomen van bot goed verder te onderzoeken zouden de habitatvoorkeuren van deze soort voor verschillende zones van de delta apart geanalyseerd moeten worden. Winde en baars zijn

wederom sterk gecorreleerd met de hoeveelheid aanwezige vegetatie en temperatuur. Ook voor roofblei geldt dat, maar in mindere mate. Snoekbaars lijkt ook een relatie met stenen te hebben, zoals kan worden verwacht van deze vaak bodemgebonden soort met een voorkeur voor structuren. In de volgende analyse waarin structuren meegenomen zullen worden wordt dan ook een correlatie met snoekbaars verwacht. Net zoals bij figuur 7.3 is weer te zien dat zoutgehalte een sterk positieve relatie toont met veel van de estuariene soorten. Deze soorten laten naast een relatie met saliniteit ook een mogelijke relatie met grind en in mindere mate ook met stenen zien. Gezien de soorten door duikers ook vaak boven hard substraat en nabij structuren worden gezien ligt dit in de lijn der verwachting. De verwachting is dat in de rapportage van 2024 ,waarin aanvullende habitat parameters (beschikbare structuren, connectiviteit en stroming) worden meegenomen in de analyse, deze relaties verduidelijkt kunnen worden.

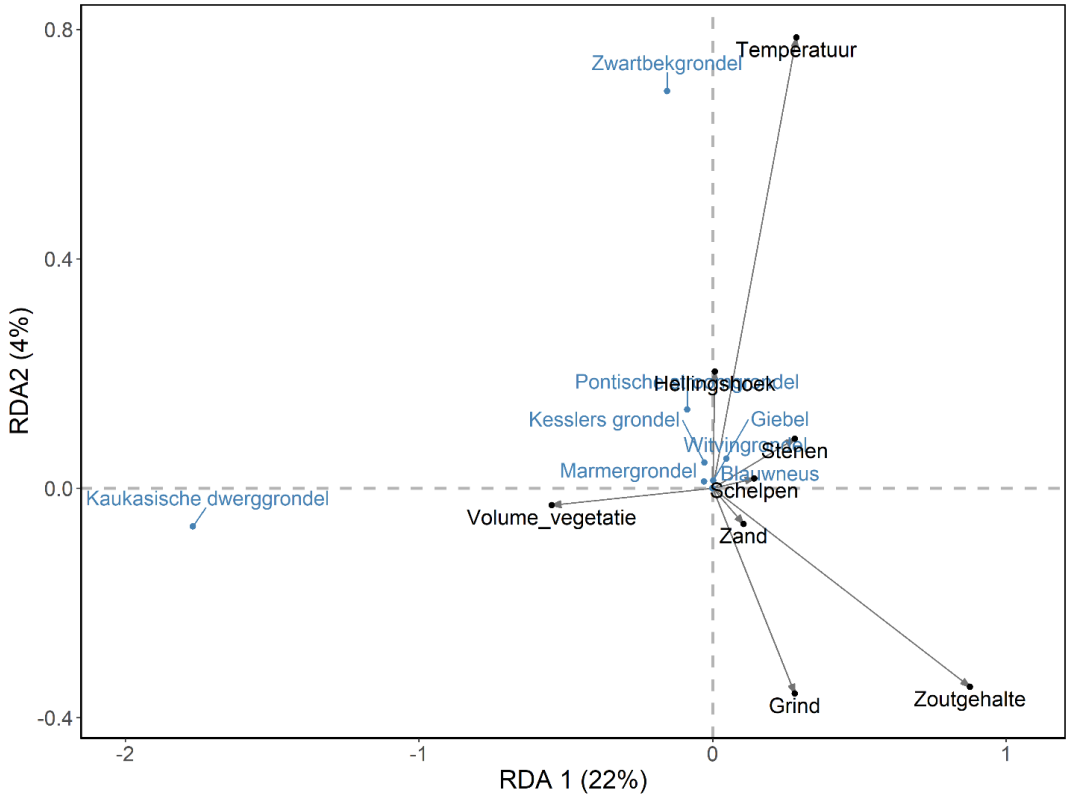


Figuur 7.6: *Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van piscivore soorten.*

7.3.6 Exoten

Figuur 7.7 toont de relatie tussen habitatparameters en de exoten die de Nederlandse delta binnen gekomen zijn, welke voor een groot gedeelte uit grondelsoorten bestaan. Te zien is dat de Kaukasische dwerggrondel sterk gerelateerd is aan een hoge dichtheid aan vegetatie. De zwartbekgrondel toont geen correlatie met volume vegetatie maar een sterke correlatie met temperatuur en lijkt een positief verband met een sterker aflopend oevertalud en het voorkomen van stenen te hebben. Wat de zwartbekgrondel betreft is dit ook volgens de verwachting, gezien de soort het goed doet bij hoge temperaturen en zuurstofarme omstandigheden en de relatie met hard substraat ook duidelijk wordt geobserveerd in het veld. De Kaukasische dwerggrondel lijkt deze voorkeur echter niet te delen. De Pontische

stroomgrondel lijkt echter alleen beperkt gerelateerd aan steilere oevers en hogere temperaturen maar toont geen sterke affiniteit met stenen noch met vegetatie. Naar verwachting zal het toevoegen van stroming, beschikbare structuren en connectiviteit aan de RDAs de habitatvoorkeuren van deze exoten verder verduidelijken.



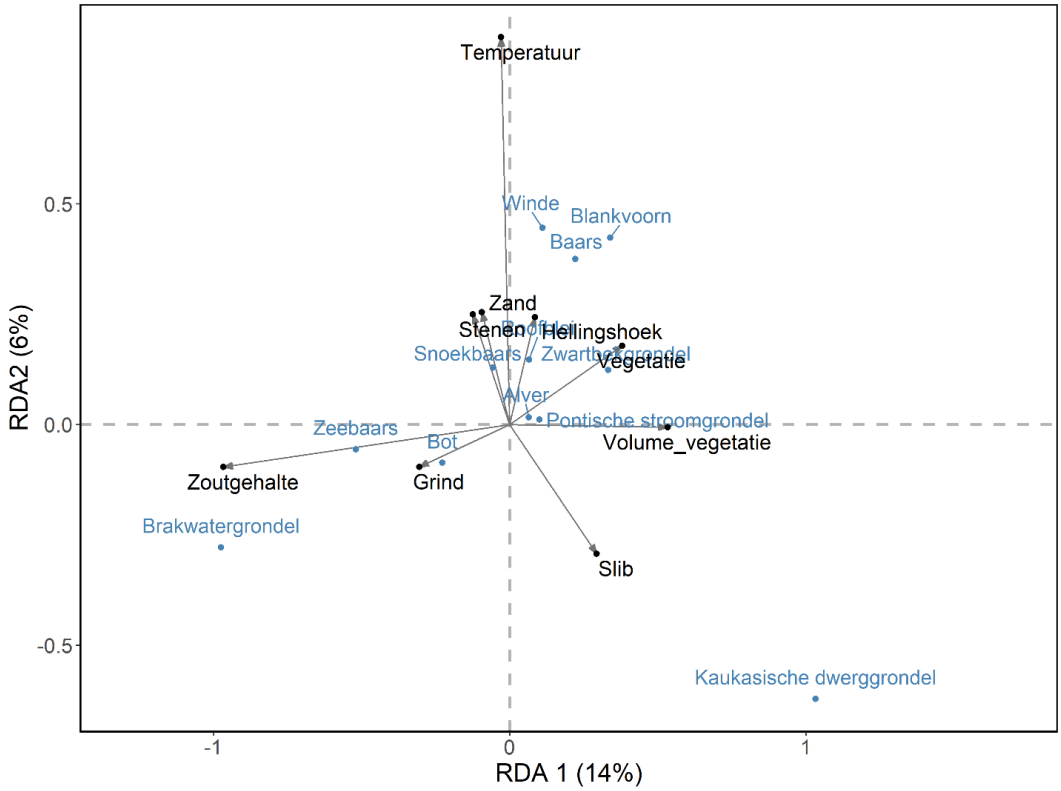
Figuur 7.7: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van exoten.

7.3.7 Vaakst aangetroffen soorten

Van de 59 op soortniveau gedetermineerde vissoorten zijn sommige soorten veel algemener vertegenwoordigd dan anderen. Deze spreiding loopt van bot, welke in 64.4 % van alle zegentrekken gevangen werd tot 0.2% bij bijvoorbeeld de blauwneus, welke maar bij 1 zegentrek werd aangetroffen (bijlage 7, tabel 2). De vaakst voorkomende soorten zijn gerangschikt op gemeten dichtheden (bijlage 7, tabel 3). De vaakst voorkomende soorten en de soorten met de hoogste dichtheden zijn van groot belang voor de productie van de gebieden, en kunnen daardoor goed aangeven welke omgevingsfactoren voor de productie van belang zijn.

Figuur 7.8, waarin de vaakst voorkomende soorten te zien zijn, toont weer een sterke positieve correlatie voor brakwatergrondel en zeebaars met het. Dit is voor de zeebaars ook te verwachten aangezien juvenielen gebruik maken van de overgangswateren om hier op te groeien. Ook voor de estuarien residente brakwatergrondel werd een positieve relatie met saliniteit verwacht gezien ze vaak nabij zoet-zout overgangen worden gevangen en de soort ook talrijk langs de ondiepe oevers van de Grevelingen en Oosterschelde wordt waargenomen. De brakwatergrondel maakt daarnaast gebruik van zanderige en slibrijke bodems, maar ook bodems waar hard substraat aanwezig is zoals grind. Dit sluit aan bij het voortplantingsgedrag van de brakwatergrondel waarbij de soort gebruik maakt van stenen

en schelpen als nestholte of als ingang van de nestholte. Een mogelijk zeer sterke relatie is er tussen het voorkomen van de Kaukasische dwerggrondel en luwe vegetatierijke zones met relatief veel sedimentatie van slib. Dit is interessant gezien deze exoot een niche met veel vegetatie bezet die niet eerder zo talrijk werd ingenomen door andere exotische grondels. Ondanks de in de literatuur beschreven hogere zouttoleranties (Kovacic & Pallaoro, 2003) wordt de soort nog niet talrijk in de Voordelta en Nieuwe Waterweg aangetroffen. Mogelijk heeft dit in grotere mate te maken met een voorkeur voor plantenrijke en weinig stromende wateren en zijn de turbulente Voordelta en Nieuwe Waterweg hierdoor minder geschikt. De exotische zwartbekgrondel kent in tegenstelling tot de Kaukasische dwerggrondel naast een relatie met vegetatie als bodembedekking meer een relatie met een steilere oever en stenen op de bodem. In de rapportage van volgend jaar zullen ook beschikbare structuren zoals stortstenen en holle oevers worden meegenomen in de analyse. Naar verwachting zal dat de verschillen in habitatvoorkeur tussen deze soorten verder verduidelijken. Ook de algemene inheemse soorten als baars, blankvoorn en winde laten een vergelijkbaar verband met vegetatie en bodemsamenstelling zien, terwijl snoekbaars in grotere mate een positieve relatie toont met steenrijke bodems en een steiler talud. De relatie tussen snoekbaars een steil talud is mogelijk te verklaren omdat de soort lichtschuw is en overdag vaak naar diepere delen afzakt. Als het donker wordt komen ze vaak de nabijgelegen ondieptes op om te jagen. De invloed van temperatuur die sterk zichtbaar is op deze algemene soorten (winde, blankvoorn en baars) is wederom mogelijk te verklaren door een duidelijk afgebakend paaimoment vroeg in het voorjaar waardoor er ook een duidelijke seizoenspiek in dichtheden optreedt in de zomer. Bot laat, in tegenstelling tot de vorige figuren, geen relatie zien met klei. Dit komt doordat klei in deze RDA ontbreekt vanwege de te beperkte verklarende capaciteit voor de volledige selectie aan soorten. Dat klei in sommige figuren wel en in sommige niet van belang lijkt kan komen doordat effecten van andere habitatparameters op andere soorten dit effect overstemmen, daarnaast zorgt het feit dat bot massaal de delta in trekt langs locaties waar kleirijke bodems afwezig zijn mogelijk voor de nodige “ruis”. Gildespecifieke of soortspecifieke selectie van periodes of gebieden voor analyse kan een scherper beeld leveren van welke habitattypen door vissen actief opgezocht worden.

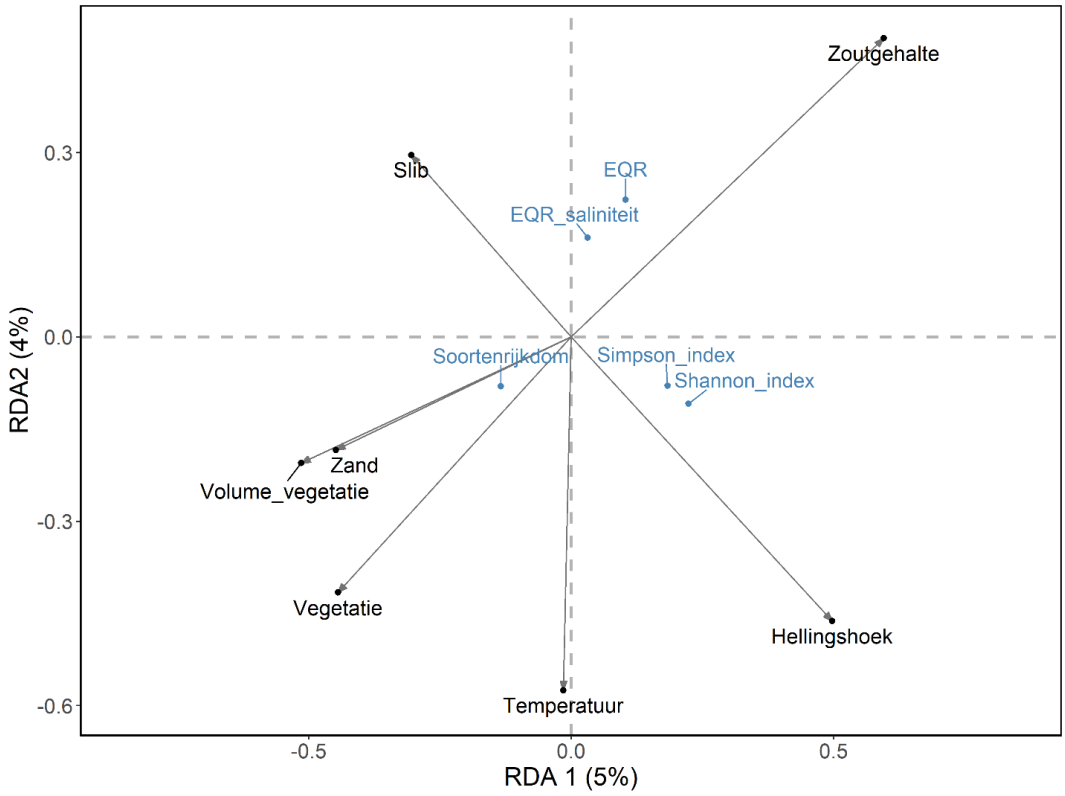


Figuur 7.8: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van de vaakst voorkomende soorten.

7.3.8 Diversiteitsindexen

De verschillende scores voor soortendiversiteit en estuariene functionele diversiteit laten geen sterke relatie zien met één enkele of meerdere habitateigenschappen in de huidige dataset (figuur 7.10). Dit is volgens verwachting gezien er een sterker verband verwacht wordt tussen de diversiteit van het habitat en de diversiteit van de visgemeenschap dan met specifieke parameters. De oriëntatie van de biodiversiteitsindexen is echter wel verschillend. De binnen dit project ontworpen estuarium-specifieke functionele diversiteitsindex (EQR/ EQR-saliniteit, zie hoofdstuk 6), waarbij de EQR-saliniteit de variant is die corrigeert voor verschillen in saliniteit, heeft een positieve relatie met zoutgehalte en slib en een negatieve met temperatuur en in mindere mate ook met vegetatie en zand. Dit is mogelijk te verklaren gezien in een natuurlijk estuarium slib wordt afgezet, de zoutwaarden hoger zijn dan in de rivier, de zee relatief minder opwarmt dan het binnenwater en vegetatie geen kans krijgt door fluctuerende en hogere zoutgehaltes. Daarnaast tellen soorten specifiek voor estuaria zwaarder mee in de EQR, wat de relatie met zoutgehalte verklaart. De EQR-salaniteit corrigeert vervolgens weer voor verschillen in zoutgehalte tussen gebieden waardoor je vanzelfsprekend meer zoutgebonden soorten zou verwachten en correleert door deze correctie weer minder met het zoutgehalte. De soortenrijkdom (aantal gevangen soorten), is sterker gerelateerd aan diverse habitateigenschappen zoals zanderige bodem, hoeveelheid vegetatie, en in mindere mate ook positief gelinkt aan temperatuur. De habitatparameters die correleren met soortenrijkdom zijn overeenkomend met de degene die correleren met een groot scala aan karperachtigen en exoten. Dit laat zien dat soortenrijkdom waarschijnlijk niet een sterke maat is om de waarde van gebieden en de bijbehorende habitateigenschappen mee te bepalen. Ook de Simpson- en Shannon index correleren positief met temperatur, maar in

mindere mate. Dit laat goed de toegevoegde waarde van de door RAVON ontwikkelde diversiteits-index zien waarin specifieke gildes en groepen extra gewaardeerd worden. De Simpson- en Shannon index laten een positief verband zien met de hellingshoek, welke niet aanwezig is bij de EQR-indexen. Een steiler talud laat een snellere overgang van ondiep naar diep zien waarbij je meer verschillende soorten, en minder bulk van enkele soorten verwacht.

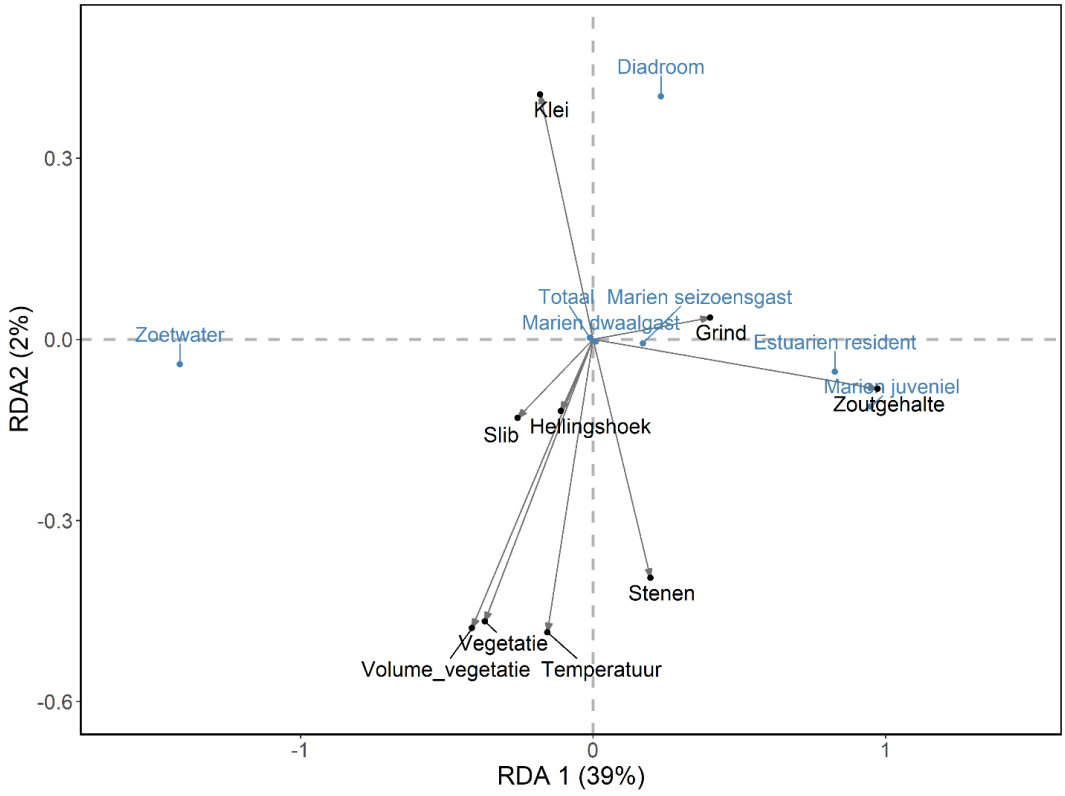


Figuur 7.10: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de verschillende diversiteit indexen.

7.3.9 Biomassa

Figuur 7.11 toont de relatie tussen habitatparameters en de cumulatieve biomassa per gilde evenals de totale biomassa van alle individuen gevangen per hectare. Zoals verwacht is er vooral een sterke invloed van het zoutgehalte zichtbaar en zijn de gevonden patronen passend bij de ecologie van de verschillende gildes, waarbij de biomassa van zoetwatervissen negatief correleert met zoutgehalte, de biomassa voor diadromen niet lineair correleert met zoutgehalte en de overige estuariene gildes positief zijn gecorreleerd met zoutgehalte. Ook is te zien dat naast zoetwatervissen geen van de gildes positief aan vegetatie en temperatuur gecorreleerd is. Dit komt waarschijnlijk doordat zoutere locaties over het algemeen minder begroeid zijn en een hogere doorstroom hebben waardoor het water relatief koud blijft. Bij het vervolg van de analyses in de volgende rapportage is het belangrijk om de habitatvoorkeuren ook los van de effecten van het zoutgehalte te bekijken. De positieve correlatie tussen diadrome soorten en het kleiaandeel in de bodem komt mogelijk door bot. Zeven van de tien locaties waar de hoogste dichtheden aan bot aangetroffen waren hadden hoge aandelen aan klei in de bodem. Een RDA die de totale dichtheid en de dichtheid per ecologische gilde toont laat dezelfde patronen zien als de RDA van de biomassa en is daarom te vinden in bijlage 7, figuur 24). Verder zijn ook RDAs per

gilde voor de dichtheid van diadrome, marien juveniele en estuarien residente soorten te vinden in bijlage 7, figuur 21, 22 en 23 respectievelijk).

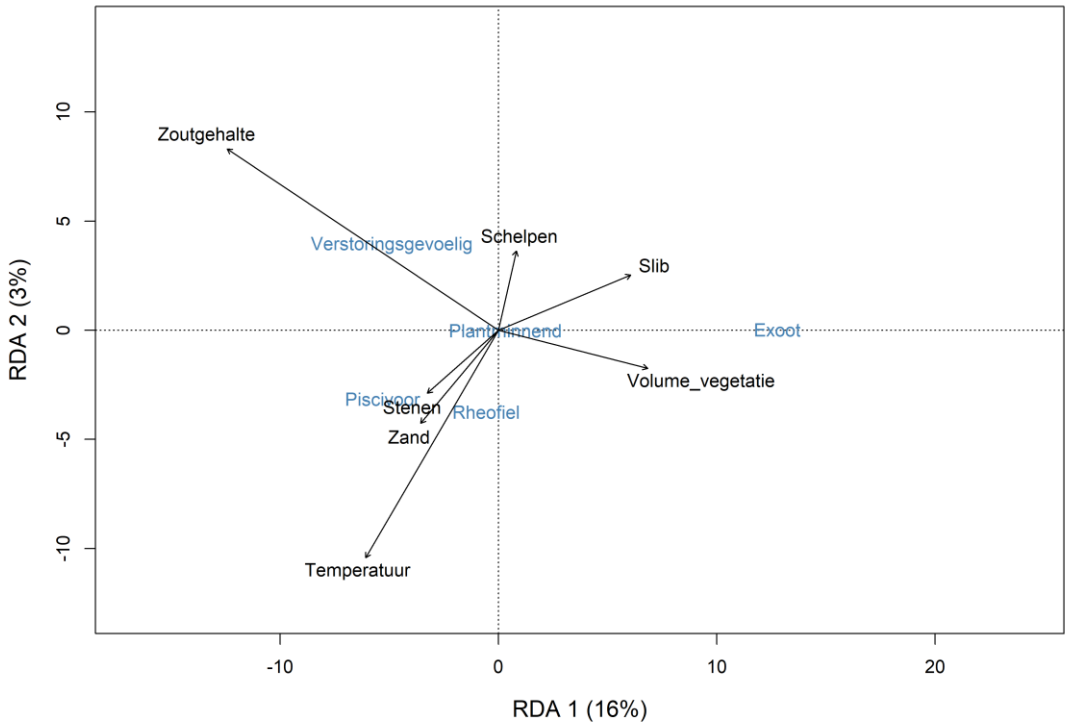


Figuur 7.11: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de totale biomassa van alle vissen en van de losse gildes afzonderlijk.

7.3.10 Aandeel individuen van totaalvangst per functionele groep

Figuur 7.12 toont het percentage van de totaalvangst per functionele groep (stromingsminnend, plantminnend, piscivoor, verstoringsgevoelig en exoot) uitgezet tegen de habitatparameters. Uit de figuur blijkt dat stromingsminnende soorten positief correleren met het bodemaandeel van stenen en zand evenals met een hogere temperatuur. De correlatie met temperatuur wordt waarschijnlijk geheel verklaard door de winde die het grootste aandeel van de stromingsminnenden opmaakt en een piek gedurende de zomermaanden laat zien. Figuur 7.9 toont dat de meeste stromingsminnende soorten geen, en in het geval van alver en sneep zelfs een negatieve correlatie met temperatuur hebben. Een hoog aandeel aan stenen op de bodem kan een indicatie zijn voor hoge stroming of connectiviteit (stroming voert relatief klein materiaal af en laat grover materiaal liggen). Daarnaast bieden stenen een heterogeen landschap met luwten en voedselvoorziening waardoor een positieve relatie in de lijn der verwachtingen ligt voor stromingsminnende soorten. Toevoeging van varianten van gemeten stroomsnelheden, connectiviteit en structuurmetingen zullen hierin waarschijnlijk meer inzicht kunnen bieden. Exoten laten een positieve relatie zien met vegetatiebedekking wat waarschijnlijk grotendeels wordt veroorzaakt door de Kaukasische dwerggrondel die massaal aanwezig is in vegetatierijke oevers. De verstoringsgevoelige estuariene residente soorten (brakwatergrondel, dikkopje en grote zeenaald) laten relaties zien met het zoutgehalte en de aanwezigheid van grind. De relatie met het zoutgehalte komt overeen met de sterke reacties in dichtheden van deze

soorten in relatie tot rivierafvoer en kieren zoals beschreven in hoofdstuk 4. Deze soorten zijn gebonden aan specifieke zoutgehaltes en geven over het algemeen de voorkeur aan zandige bodems met enige variatie en beschutting in de vorm van stenen en schelpen. Zowel brakwatergrondel als dikkopje gebruiken kleine stenen en schelpen om onder te nestelen.



Figuur 7.12: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en het percentage aan individuen per gedefineerde groep (stromingsminnend, plantminnend, piscivoor, verstoringsgevoelig en exoot).

7.3.11 Verkenning habitatvoorkeur Bot - GAM modellering

De in de vorige paragrafen uitgevoerde RDAs geven een relatief grof eerste beeld van de relaties tussen de visgemeenschap en de habitateigenschappen in de Zuid-Hollandse delta waarbij er wordt uitgegaan van lineaire verbanden. Op basis van de ecologie van de estuariene gildes en soorten is de verwachting echter dat deze relaties vaak complexer zijn en ook niet-lineaire verbanden bevatten. Om goed met deze niet-lineaire relaties om te gaan en verbanden tussen visgemeenschap en habitateigenschappen in meer detail te kunnen bekijken is een GAM model opgezet (Generalised additive model). Aan de hand van de resultaten voor de diadrome bot wordt hier een eerste resultaat van dit model gepresenteerd.

Er is voor bot gekozen vanwege de relevantie ten aanzien van het Kierbesluit, de diadrome levenscyclus en het de soort is die het vaakst is aangetroffen. Bij het uitvoeren van de GAM is "backwards selection" toegepast. De paramaters die overbleven binnen het meest geoptimaliseerde model staan weergegeven in tabel 7.2. Hierin is te zien dat het bodemaandeel stenen, de vegetatiebedekking, hellingshoek, saliniteit, het jaar en weeknummer van significante invloed zijn op de dichtheden van bot.

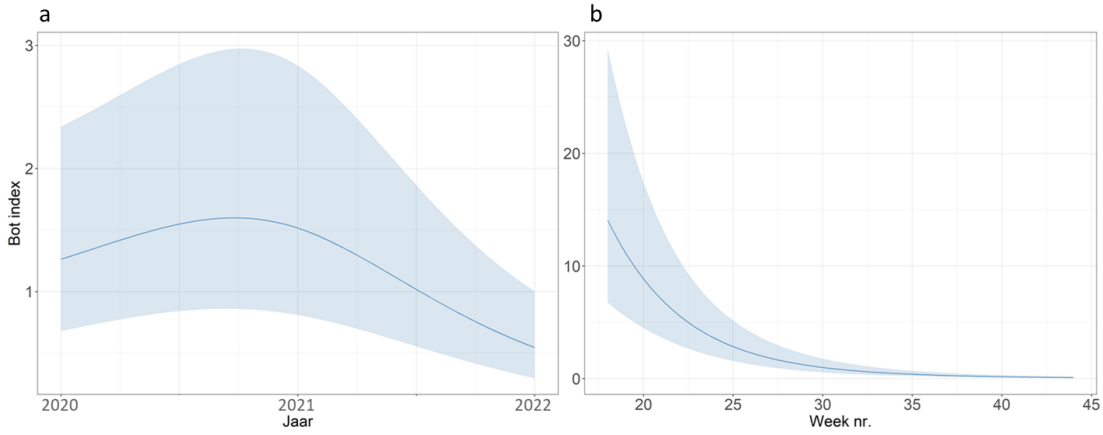
Tabel 7.2: Samenvatting van het GAM model met als afhankelijke variabele Bot en onafhankelijke variabelen de habitatparameters die aan het best voorspellende model toevoegde op basis van AIC-score.

HABITATPARAMETER	F-STATISTIEK	*P*-WAARDE
GRIND (BODEMAANDEEL %)	0.00	0.40
ZAND (BODEMAANDEEL %)	0.96	0.15
STENEN (BODEMAANDEEL %)	28.34	< 0.001 ***
SCHELPEN (BODEMAANDEEL %)	0.00	0.33
SLIB (CM)	0.00	0.50
VEGETATIE (%)	6.50	< 0.001 ***
HELLINGSHOEK (°)	5.19	0.024 *
SALINITEIT (PPT)	9.41	0.007 **
JAAR	25.33	< 0.001 ***
WEEK NR.	276.99	< 0.001 ***

Invloed migratiegedrag bot habitatvoorkeur
Mogelijk komt bot eerst passief (door middel van selectief getijdentransport) in gebieden terecht, en begint habitatvoorkeur pas in een later stadium een rol te spelen, waarbij geschikte leefgebieden actief worden opgezocht. Het is van belang om de GAM resultaten in deze context te zien. Als vervolgstap zouden subsets van periodes of saliniteitszones gemaakt kunnen worden om hiermee een duidelijker beeld te geven van de habitatvoorkeuren.

Influx bot en fluctuatie over jaren
De influx van juveniele bot in het vroege voorjaar is goed terug te zien in figuur 7.13b. De bot index op de y-as toont dat de kans een bot aan te treffen tijdens het begin van het seizoen ongeveer 15 keer zo hoog ligt als aan het einde van het seizoen.

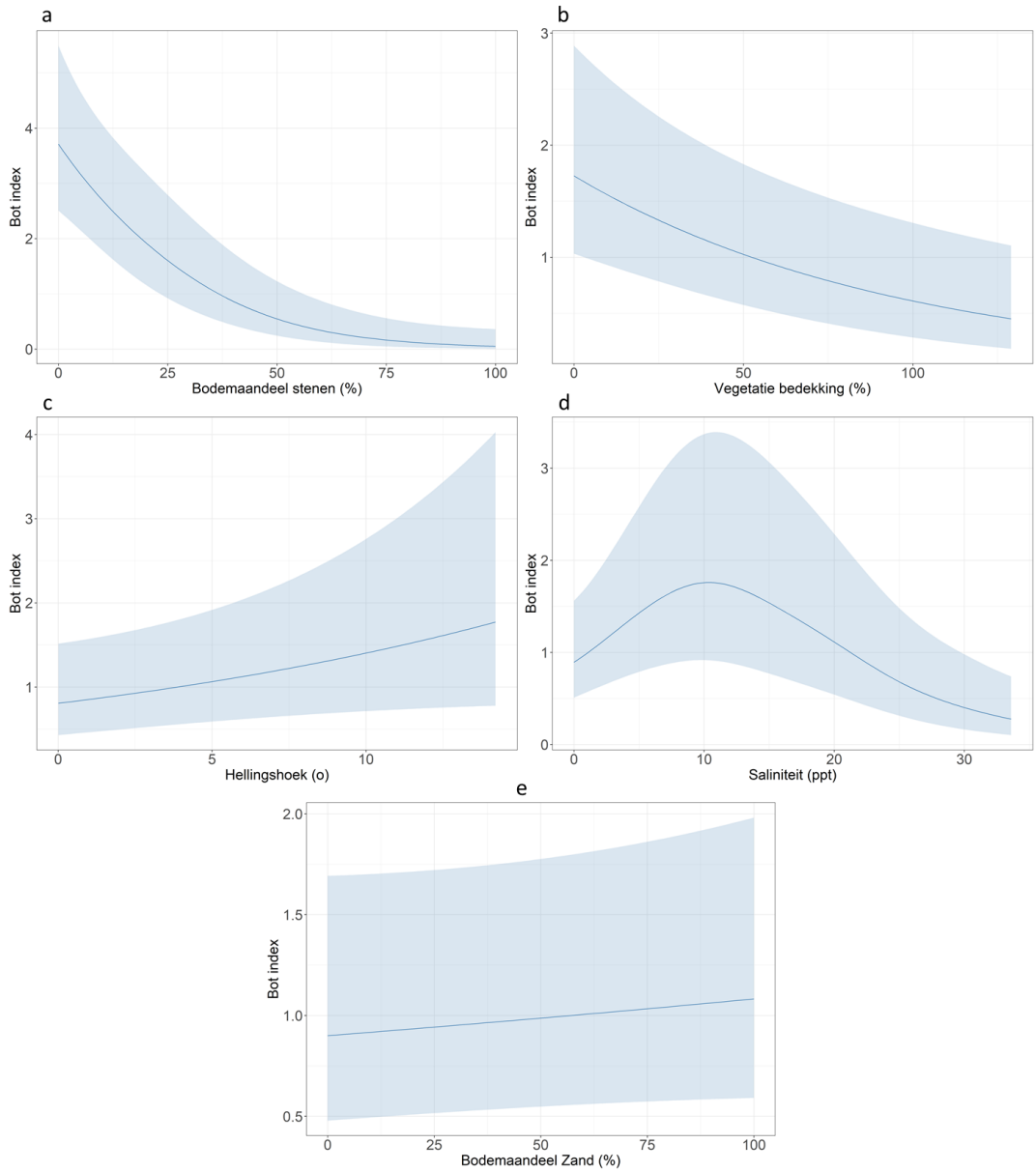
Ook hier is de piek in bot dichtheden voor het jaar 2021 goed terug te zien (figuur 7.13a). Deze piek is zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de sterke lokkende werking als gevolg van hoge afvoeren in het voorjaar van 2021 (hoofdstuk 4).



Figuur 7.13: De correlatie tussen bot dichtheden en a) het jaar van zegentrek en b) het weeknummer van de zegentrek. De y-as toont relatieve bot dichtheden.

habitatparameters

Wanneer naar de correlatie tussen dichtheden van bot en de habitatparameters gekeken wordt is een negatieve correlatie te zien tussen bot en respectievelijk het bodemaandeel aan stenen en de bedekking aan vegetatie (figuur 7.14a en 7.14b). Aangezien bot een bodemgebonden soort is en platte zandige bodems het beste camoufleren is een negatieve correlatie met steenrijke en vegetatierijke bodems volgens de verwachtingen. Daarnaast is vegetatiebedekking lager in de zoutere delen van de delta waar bod in grote dichtheden aankomt in het voorjaar. Daarnaast laat bot een licht positieve correlatie met de hellingshoek zien (figuur 7.14c). Een steilere hellingshoek gerelateerd zijn aan oevers met relatief hogere stroming en mogelijk hogere connectiviteit. Aangezien bot een soort is die vanuit de zee landinwaarts migreert zouden beter aangesloten locaties hierdoor eerder door bot bezet kunnen worden. In figuur 7.14d, is een optimum verband tussen bot en saliniteit te zien. Dit komt door de sterk lokkende werking van zoete afvoer op deze soort, waardoor bot zicht in eerste instantie concentreert op de overgangszones waar zoet rivierwater de zee bereikt. Deze intrek van bot vroeg in het jaar via de brakke gebeurt door middel van selectief getijdentransport en kent dus deel passief. Naast de sterke aantrekking tot een zoete lokstroom speelt habitatvoorkeur hier mogelijk nog een kleinere rol. Vervolgens verspreidt bot zich actief zwemmend binnen het zoete rivierengebied naar geschikt leefgebied in de oeverzones. Dit mechanisme kan uiteraard wel anders zijn bij een grote zoete lokstroom en een sterke barrièrewerking zoals in de Voordelta nabij de Haringvlietsluizen. Tot slot is ook een kleine positieve, niet significante, correlatie met zandbedekking zichtbaar, wat mogelijk het meest geprefereerde bodemtype is aangezien bot zich hier het best in camoufleert (figuur 7.14e). Dit kan echter ook veroorzaakt worden doordat overgangszones tussen zoet en zout vaak zanderiger zijn. Een verdiepingsslag waarin enerzijds gebieden die gebruikt worden voor migratie en anderzijds gebieden waar actief op habitat geselecteerd worden gescheiden, kan mogelijk meer inzicht verschaffen. De overige niet significante habitatparameters toonden geen correlatie met bot.



Figuur 7.14: De correlatie tussen bot dichtheden en a) het bodemaandeel stenen (%), b) de vegetatiebedekking (%), c) de hellingshoek (°), d) de saliniteit (ppt) en e) het bodemaandeel zand (%). De y-as toont relatieve bot dichtheden.

8 Locatiespecifieke uitwerking

8.1 Gat van Den Ham

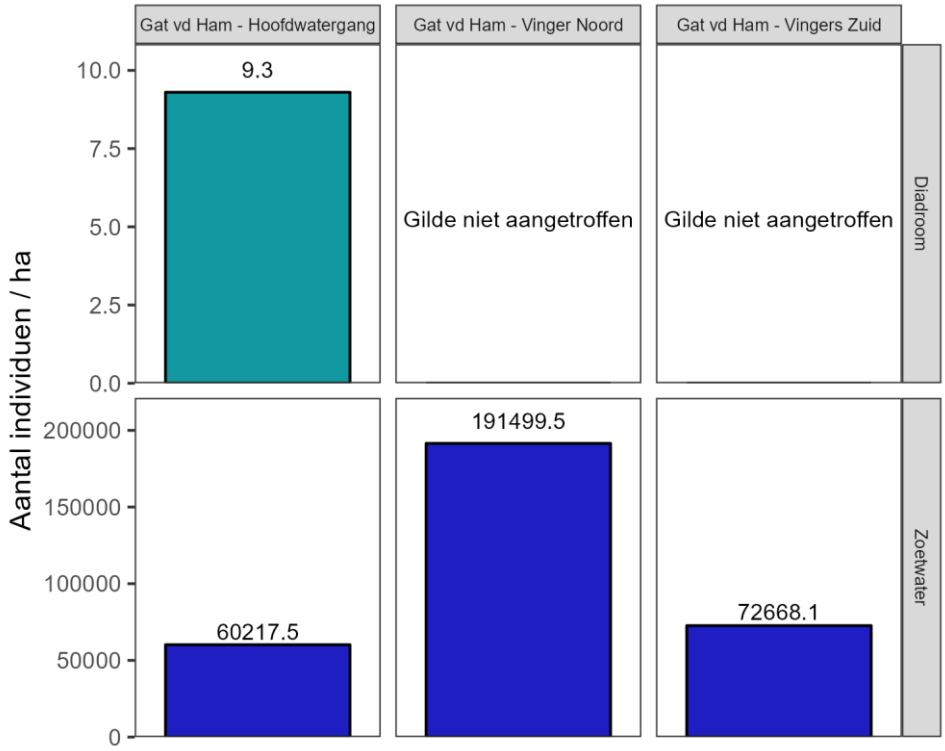
Sinds 2022 is Waterschap Brabantse Delta met de locatie Gat van den Ham aangehaakt bij het project. Het Gat van den Ham is een krekenstelsel gelegen langs de zuidoever van de Amer. Via de Amersluis staat het Gat van Den Ham tegenwoordig in verbinding met de Amer, waardoor er sprake is van een beperkte getijdeninvloed. Het Gat van Den Ham vormt mogelijk een belangrijke kraamkamer voor diverse vissoorten. Binnen het Gat van Den Ham zijn 3 verschillende sublocaties bevist (figuur 8.1). Sublocatie 2 is alleen bevist tijdens de voorjaarsronde en vervolgens vervangen door sublocatie 3. De combinatie van sublocatie 1 en 3 is representatiever voor het gehele gebied en deze sublocaties verschillen sterker van elkaar wat betreft habitat. Tijdens de voorjaarsronde stond het water in het gebied echter zodanig hoog dat het niet mogelijk was om op sublocatie 3 te vissen.



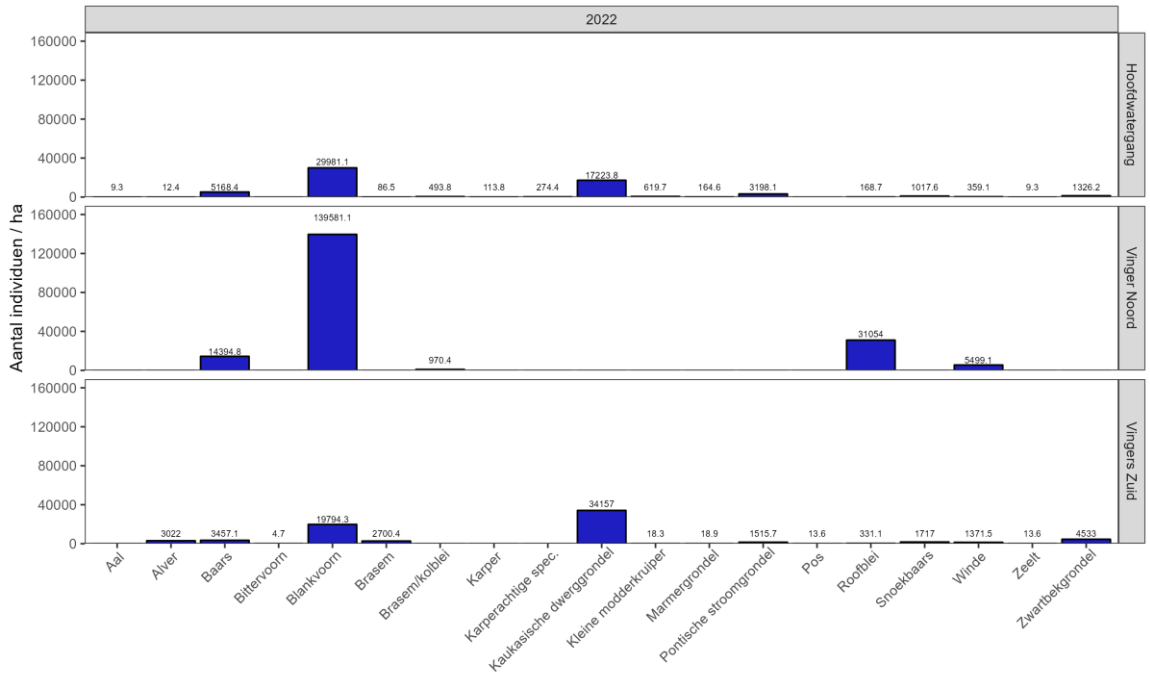
Figuur 8.1: Ligging van de sublocaties binnen het Gat van den Ham. Sublocatie 1 = 'Hoofdwatergang', sublocatie 2 = 'Vinger Noord' en sublocatie 3 = 'Vingers Zuid'.

In figuur 8.2 is de visdichtheid (aantal individuen per hectare) per ecologisch gilde weergegeven op de verschillende sublocaties. De visgemeenschap bestaat voor het grootste deel uit zoetwatervissen. In de hoofdwatergang (1) werd daarnaast een diadrome soort aangetroffen in de vorm van een grote aal (62 cm). Binnen het zoetwater gilde zijn met name blankvoorn en de exotische Kaukasische dwerggrondel sterk vertegenwoordigt (figuur 8.3). Het is opvallend dat de Kaukasische dwerggrondel niet werd aangetroffen tijdens de enige bevissing in de vinger aan de noordzijde (2) in het voorjaar, terwijl deze toen wel werd aangetroffen in de hoofdwatergang (1). Mogelijk was het habitat in de ondiepe vinger (op dat moment) ongeschikt voor deze soort. Op deze sublocatie werden sowieso relatief weinig soorten aangetroffen, maar hier werd ook slechts 1 trek gedaan. In

de vingers aan de zuidzijde (3) werd een hoger aantal plantminnende soorten aangetroffen en ook hogere dichtheden van plantminnende soorten dan in de hoofdwatergang (1). Ook de dichtheden van stromingsminnende soorten waren hoger in de vingers aan de zuidzijde. Mogelijk biedt het habitat in de vingers aan de zuidzijde een meerwaarde voor deze kritische gilden ten opzichte van de hoofdwatergang. Overige soorten die in redelijke dichtheden werden aangetroffen zijn roofblei (vooral sublocatie 2), baars, winde, zwartbekgrondel, alver (alleen sublocatie 3), Pontische stroomgrondel, brasem en snoekbaars. De plantminnende soorten bittervoorn, kleine modderkruiper en zeelt werden in relatief lage dichtheden aangetroffen.



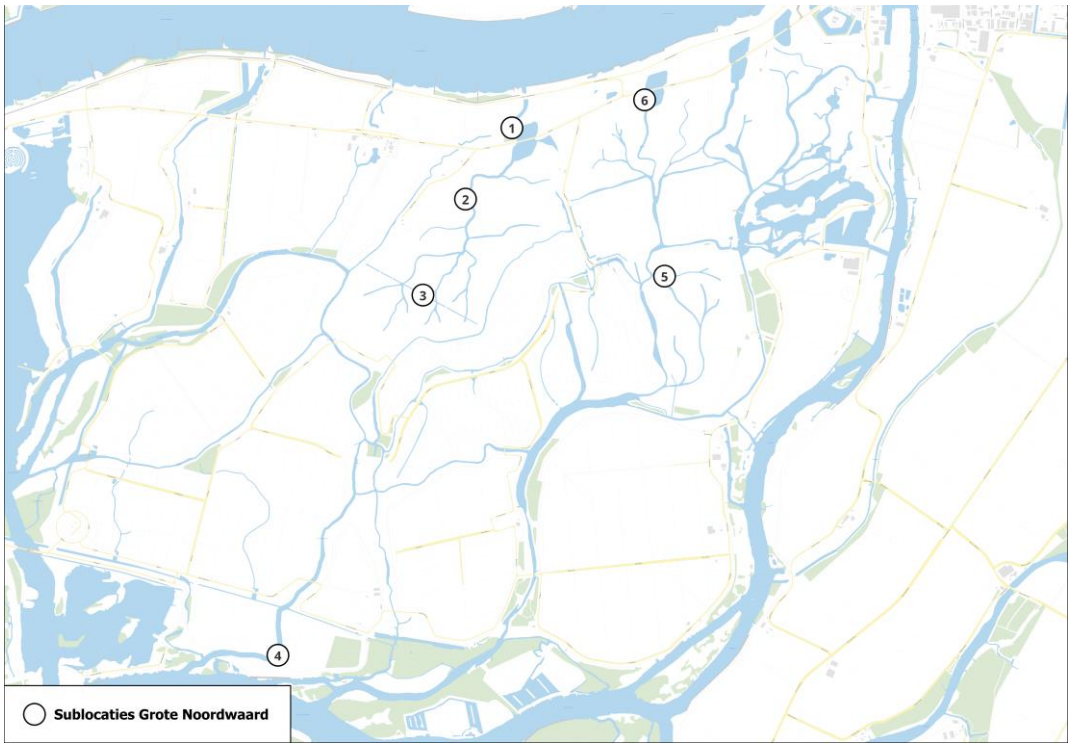
Figuur 8.2: Dichtheden per aangetroffen gilde per sublocatie in het Gat van Den Ham tijdens het bemonsteringsjaar 2022.



Figuur 8.3: Dichtheden per soort per sublocatie in het Gat van Den Ham tijdens het bemonsteringsjaar 2022.

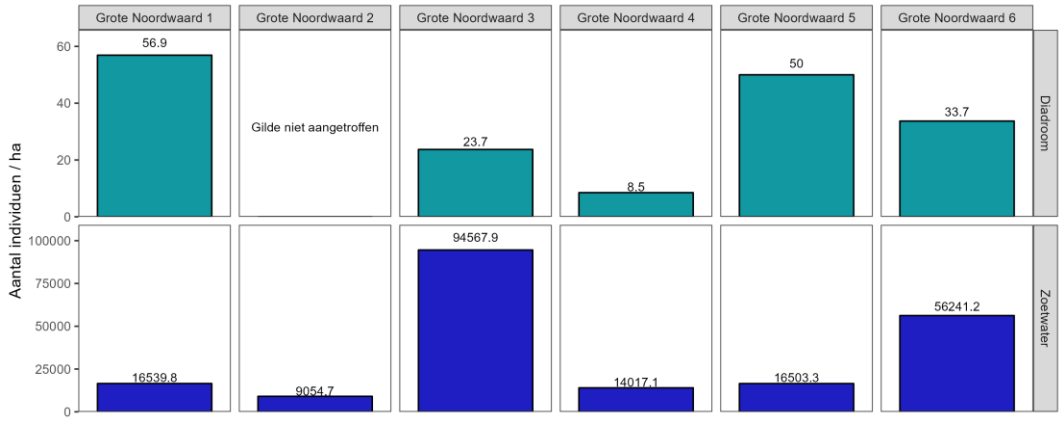
8.2 Grote Noordwaard

Sinds 2022 maakt Staatsbosbeheer het mogelijk om op verschillende locaties in de Grote Noordwaard te vissen. De Grote Noordwaard is een voormalige polder in de Biesbosch die tegenwoordig fungeert als doorstroomgebied bij hoge waterstanden in de Nieuwe Merwede. De Grote Noordwaard vormt mogelijk een belangrijke kraamkamer en/of opgroeigebied voor diverse vissoorten. Binnen de Grote Noordwaard zijn 6 verschillende zegentrajecten bevist (figuur 8.4).



Figuur 8.4: Ligging van de sublocaties binnen de Grote Noordwaard.

In figuur 8.5 is de visdichtheid (aantal individuen per hectare) per ecologisch gilde weergegeven op de verschillende sublocaties. De visgemeenschap bestaat voor het grootste deel uit zoetwatervissen, maar op bijna alle sublocaties werden ook diadrome vissen aangetroffen, zij het in relatief lage dichtheden. Veruit de hoogste dichtheden zoetwatervissen werden aangetroffen op sublocatie 3 en 6. De hoogste dichtheden diadromen werden aangetroffen op sublocatie 1 en 5.

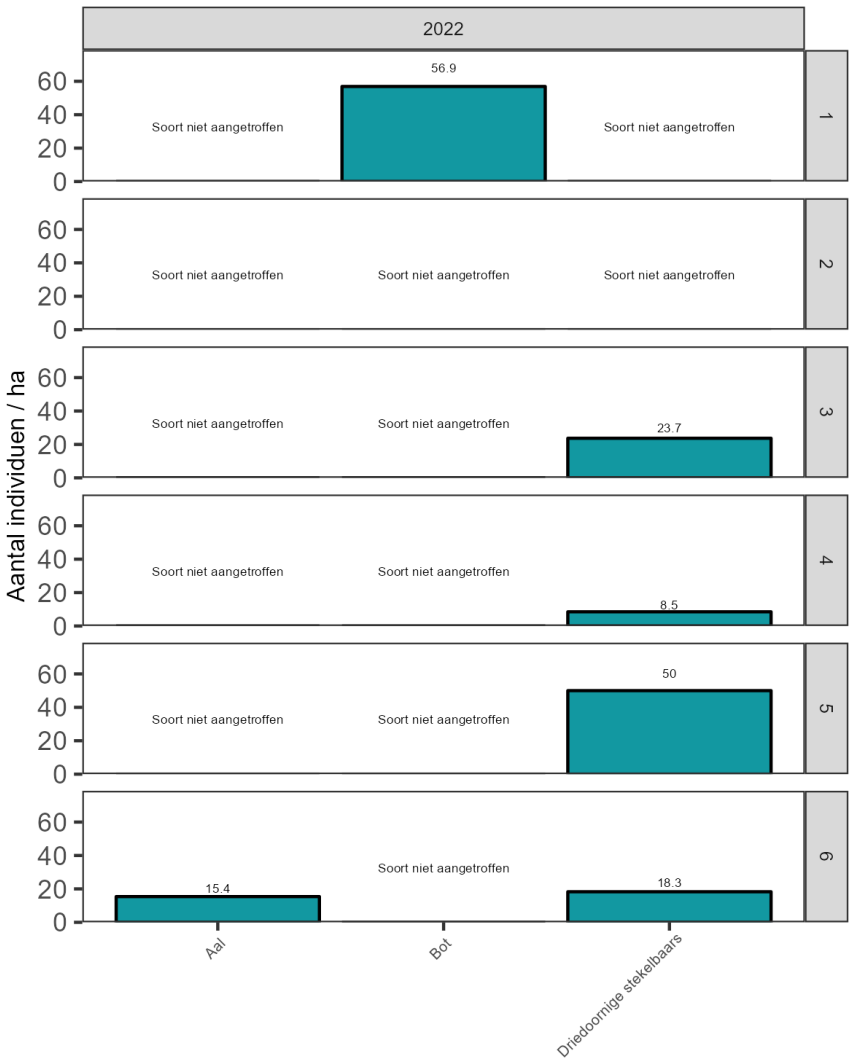


Figuur: 8.5: Dichtheden per aangetroffen gilde per sublocatie in de Grote Noordwaard tijdens het bemonsteringsjaar 2022.

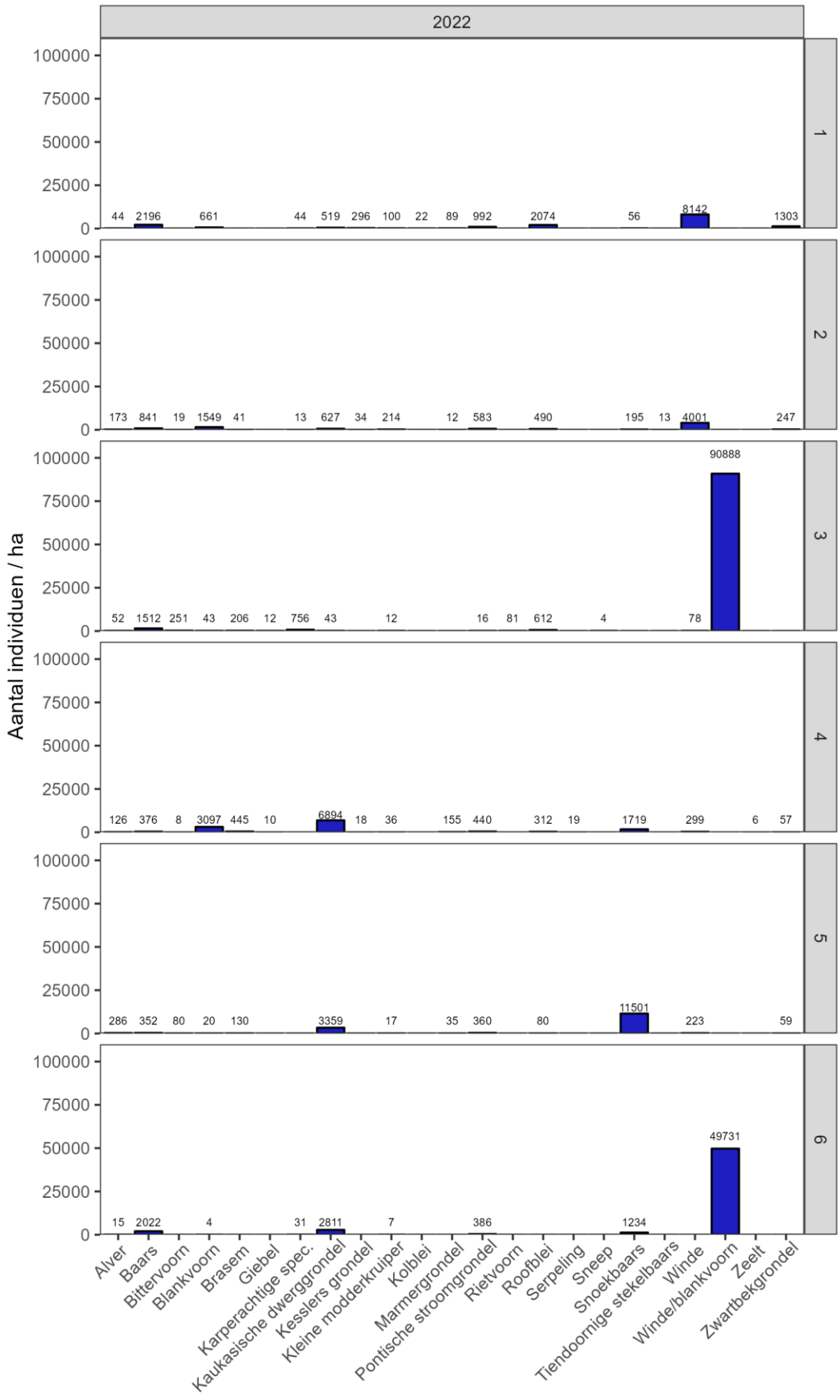


Figuur: 8.6: Het habitat in de Grote Noordwaard op sublocatie 1 nabij de doorlaat richting de Nieuwe Merwede (Foto: Jisk van den Ende).

Wat betreft de diadrome soorten gaat het vooral om een aantal driedoornige stekelbaarzen bij sublocatie 3, 4, 5 en 6, maar ook om enkele jonge botten op sublocatie 1 en een pootaal van 35.5 cm bij sublocatie 6 (figuur 8.6). Binnen de zoetwatervissen zijn verspreid over de sublocaties een groot aantal verschillende soorten gevangen (figuur 8.7). Vooral (jongbroed van) winde en/of blankvoorn werd, met uitzondering van sublocatie 5, in relatief hoge dichtheden aangetroffen. Bij sublocatie 5 werd daarentegen juist een relatief hoge dichtheid van jonge snoekbaars aangetroffen. Overige soorten die in relatief hoge dichtheden werden aangetroffen waren de Kaukasische dwerggrondel (vooral sublocatie 4, 5 en 6), baars (vooral sublocatie 1, 2, 3 en 6) en roofblei (vooral sublocatie 1). Plantminnende soorten werden in wisselende samenstelling en in relatief lage dichtheden op alle sublocaties aangetroffen, het gaat hierbij om de soorten kleine modderkruiper, bittervoorn, rietvoorn, giebel, tiendoornige stekelbaars en zeelt. Daarnaast werd op alle sublocaties de stromingsminnende soort alver aangetroffen en werden incidentele vangsten gedaan van de stromingsminnende soorten serpeling (2 individuen bij sublocatie 4) en sneep (1 exemplaar bij sublocatie 3). Connectiviteit en dynamiek variëren sterk binnen het gebied en dat is terug te zien in de soortensamenstelling.



Figuur 8.6: Dichtheden per soort van de aangetroffen diadrome vissen per sublocatie in de Grote Noordwaard tijdens het bemonsteringsjaar 2022.



Figuur 8.7: Dichtheden per soort van de aangetroffen zoetwatervissen per sublocatie in de Grote Noordwaard tijdens het bemonsteringsjaar 2022.

9 Synthese

9.1 Soortensamenstelling

Het totaalbeeld van de soortensamenstelling in de Zuid-Hollandse delta is in grote lijnen vergelijkbaar in 2018-2022. In de Biesbosch, het Haringvliet, het Hollands Diep, de Nieuwe Maas en tussenliggende riviertakken is het ecologische gilde van de zoetwatervissen dominant. Op de zoet-zoutovergangen van de Nieuwe Waterweg en de Voordelta is de visgemeenschap meer divers en hebben marien juvenielen, estuarien residenten en diadromen een groter aandeel in de visgemeenschap. De grootste verschuivingen in de visgemeenschap over de jaren zijn zichtbaar in de Voordelta, het Haringvliet West en de Nieuwe Waterweg.

Verschuiven visgemeenschap en rivierafvoer
Een groot deel van de verschuivingen in de oostelijke Voordelta en Nieuwe Waterweg lijkt verband te houden met verschillen in rivierafvoer. Zo werden de hoogste dichtheden marien juvenielen hier aangetroffen in de jaren met relatief hoge rivierafvoeren 2019 en 2021. Marien juveniele soorten zoeken specifiek de overgangszone van zout naar zoet op en worden sterk aangetrokken tot zoete afvoer. De omstandigheden in deze gebieden waren daardoor gunstig voor deze soorten in jaren met relatief hoge afvoeren. Ook de dichtheid diadromen laat in beide gebieden een duidelijke piek zien in 2021. Hoge afvoeren van zoet water zorgen voor een sterke lokstroom waarop diadrome soorten zich oriënteren tijdens de stroomopwaartse migratie. De dichtheid zoetwatervissen piekte in 2021 ook duidelijk in deze gebieden. In de Voordelta betreft het vooral uitspoeling via de Haringvlietdam als gevolg van de hoge afvoer. In de Nieuwe Waterweg komt dit waarschijnlijk vooral door het verder stroomafwaarts verschuiven van de zoutgradiënt en verminderde invloed van getijdenwerking tijdens hogere afvoeren. Daarnaast gaat het hier mogelijk om vissen die door de sterkere stroming als gevolg van de hogere rivierafvoeren verder stroomafwaarts terecht kwamen. De dichtheid estuarien residenten in de Nieuwe Waterweg was in 2021 daarentegen juist zeer laag in vergelijking met andere jaren. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door een verschuiving van de zoutgradiënt richting het westen als gevolg van de hogere afvoeren, waarbij estuarien residente soorten mee schoven met de geprefereerde omstandigheden. Een andere mogelijkheid is dat de verstoringsgevoeligheid van sommige estuarien residente soorten hier een rol speelt. Mogelijk raakte het habitat zodanig verstoord als gevolg van de hoge rivierafvoeren, dat deze soorten zich meer zeewaarts verplaatsten waar de verhoogde afvoer minder invloed had op de omstandigheden. Dichtheden mariene seizoensgasten waren in beide gebieden het hoogst tijdens de jaren met relatief weinig afvoer; 2018, 2020 en 2022. Dit komt mogelijk door de relatief zoute omstandigheden die hier heersten als gevolg van lage rivierafvoeren in deze jaren

Connectiviteit Haringvlietsluizen
De patronen die over de jaren heen zichtbaar zijn in de dichtheden van de verschillende estuariene gilden aan de buitenzijde van de Haringvlietdam vertalen zich lang niet altijd door naar de binnenzijde van de dam. Zo laat de dichtheid estuarien residenten een toename zien in de oostelijke Voordelta door de jaren heen, terwijl juist sprake is van een afname in het Haringvliet West. Wat betreft de marien juvenielen werd de hoogste dichtheid in het Haringvliet West gemeten in 2019, het eerste jaar waarin het aangepaste sluisbeheer werd toegepast. Vervolgens is echter ook een afname zichtbaar door de jaren heen, waarbij de pieken die in de oostelijke Voordelta optraden tijdens de jaren waarin de

rivierafvoer relatief hoog was en derhalve veel visvriendelijk spuibeheer heeft kunnen plaatsvinden niet terug te zien zijn. Een belangrijke factor die een rol speelt bij het zich al dan niet doorvertalen van patronen in de Voordelta naar het Haringvliet is de timing van het visvriendelijke spuibeheer. Als bijvoorbeeld weinig of juist veel wordt ingelaten tijdens het migratieseizoen van jonge bot dan zal dit waarschijnlijk terug te zien zijn in de dichtheden aan de binnenzijde van de dam. Daarnaast spelen waarschijnlijk ook nog andere factoren een rol, zoals het ontbreken van een zoet-zout overgang aan de binnenzijde van de dam onder de huidige omstandigheden, waardoor vissen na intrek niet vinden waar ze aangetrokken door de zoete lokstroom van de rivierafvoer naar op zoek zijn en daardoor weer terug naar buiten zwemmen. Daarnaast speelt mogelijk ook mee dat een groot deel van de vissen die binnenkomen ongewild weer terug uitspoelt naar de Voordelta bij het daaropvolgende afgaande getij. De afname van de dichtheid estuarien residenten in het Haringvliet West, voor het grootste deel bestaande uit brakwatergrondels, houdt naast het ontbreken van een overgangszone mogelijk ook verband met de snelle opmars van de Kaukasische dwerggrondel sinds 2019. De toename van de dichtheid diadromen in de oostelijke Voordelta, die overigens ook terug te zien is in de Nieuwe Waterweg, is daarentegen wel duidelijk zichtbaar aan de binnenzijde van de dam, inclusief de piek in het relatief natte jaar 2021 welke op het juiste moment plaatsvond voor jonge bot. De dichtheid aan de binnenzijde van de dam bestaat ook voornamelijk uit jonge bot, die passief binnen spoelt door middel van selectief getijdentransport. Jonge spiering en harder die op dat moment verhoudingsgewijs in nog hogere dichtheden dan jonge bot aanwezig waren in de oostelijke Voordelta werden echter nauwelijks teruggezien aan de binnenzijde. Waarschijnlijk komt dit doordat deze soorten specifiek aanwezig willen blijven in de overgangszone, welke aan de binnenzijde van de dam onder de huidige omstandigheden ontbreekt. Jonge spieringen zakken daardoor meteen verder af naar de Voordelta en jonge harders zwemmen daardoor na intrek weer terug naar buiten. Een andere veel minder waarschijnlijke mogelijkheid is dat de duidelijke migratierichting die door de stroming bij hoge afvoeren ontstaat in het Haringvliet ervoor zorgde dat jonge harders actief doorzwommen in stroomopwaartse richting, waardoor ze minder werden aangetroffen in de ondiepe oeverzones buiten de hoofdstroom waar met de zegen werd gevist. In 2019, het eerste jaar met aangepast sluisbeheer, laat de soortensamenstelling in het Haringvliet West duidelijk een ander beeld zien dan in de meeste andere jaren, waarbij het diadrome gilde een aanzienlijk groter aandeel van de visgemeenschap vormt en waarbij ook estuarien residenten en marien juvenielen een aandeel hebben ingenomen. Dit is echter grotendeels het gevolg van een relatief zeer lage dichtheid zoetwatervissen op dat moment. Los van grote verschuivingen in de visgemeenschap laten de vangsten van marien juvenielen, estuarien residenten en diadromen aan de binnenzijde van de Haringvlietdam zien dat vissen deze weten te passeren.

Langjarige monitoring noodzakelijk voor herstel delta en doelen PAGW

De verzamelde gegevens laten duidelijk zien dat langjarige monitoring zeer waardevol is voor het krijgen van meer grip op de effecten van het kierbeheer en het begrijpen van de visgemeenschap op zoet-zoutovergangen ook in relatie tot afvoer en migratiegedrag. Ook wordt duidelijk dat deze relatie tussen visgemeenschap en grootschalige processen pas goed duidelijk wordt na langjarig meten. Naast de belangrijke rol die veranderingen in afvoer en de timing van het visvriendelijke spuibeheer lijken te hebben bij de hierboven beschreven verschuivingen in de visgemeenschap, spelen mogelijk ook nog andere factoren, al dan niet samenhangend met klimaatverandering, een belangrijke rol, zoals verschillen in temperatuur en voortplantingssucces. Het is daarom van belang om de ontwikkelingen van de visgemeenschap, parallel aan het ‘lerend implementeren’ van het

kierbeheer, te blijven volgen. Op die manier zal ook duidelijk worden of verschuivingen in de visgemeenschap een meer structureel karakter krijgen als gevolg van het kierbeheer. Inzicht in hoe de visgemeenschap van de Zuid-Hollandse delta reageert op rivierafvoeren, droogte en het Kierbeheer kan sterk bijdragen aan de kennis die nodig is voor herstel van verbindingen, processen en leefgebieden waar aan gewerkt wordt vanuit de PAGW trajecten.

9.2 Biomassa

Naast de soortensamenstelling is er ook gekeken naar de biomassa van de juveniele visgemeenschap. Deze biomassa is bijvoorbeeld van belang in relatie tot de voedselbeschikbaarheid voor onder andere Natura 2000 vogelsoorten. Uit de analyse van de biomassa blijkt dat de bijdrage aan de totale biomassa het meest evenredig verdeeld is over de verschillende gilden bij de gebieden in de mesohaline zone (oostelijke Voordelta en Nieuwe Waterweg), en in mindere mate ook de polyhaline zone (westelijke Voordelta). In de Nieuwe Waterweg is het aandeel zoetwatervissen verhoudingsgewijs het grootst. Dit verschil kan waarschijnlijk worden verklaard doordat de Nieuwe Waterweg nog een hoge connectiviteit kent met de zee en daarmee geleidelijke overgang van zoet naar zout water, terwijl de Haringvlietdam nog steeds een relatief harde scheiding vormt tussen de het overwegend brakke water van de oostelijke Voordelta en het bovenstrooms gelegen zoete water.

9.3 Diversiteit

Naast de biomassa is ook gekeken naar de functionele diversiteit van de juveniele visgemeenschap. Dit is gedaan met een binnen dit project ontworpen estuarium-specifieke diversiteitsindex, waarbij het voorkomen van de verschillende ecologische gilden is meegewogen.

In de voorgaande rapportage (Kooiman & Ploegaert et al., 2022) is deze index gebruikt om de functionele diversiteit van de verschillende deelgebieden binnen de Zuid-Hollandse Delta inzichtelijk te maken. Daarnaast is ingezoomd op de verschillende monsterlocaties binnen het deelgebied Haringvliet West. Uit deze analyse bleek een duidelijke afname van de diversiteitsscore in natuurgebied Scheelhoek, gelegen in het westelijk deel van het Haringvliet, door de jaren heen. In het onderhavige rapport is deze specifieke casus van Scheelhoek verder uitgewerkt, waarbij ook de koppeling is gemaakt met de in het veld geregistreerde habitatparameters. Dit kan leiden tot meer inzicht in het habitatgebruik van specifieke soorten en gilden en de tijdige registratie van ongewenste veranderingen in het habitat, en daarmee belangrijke handvatten bieden voor de inrichting en het beheer van dergelijke natuurgebieden.

De uitwerking van de Scheelhoek-casus laat zien dat de achteruitgang van de diversiteit in Scheelhoek waarschijnlijk samenhangt met een beperkte connectiviteit met het Haringvliet. Deze beperkte connectiviteit zorgt waarschijnlijk voor een beperkte doorstroming van het gebied, met een hoge mate van sedimentatie tot gevolg. Zo werd er door de jaren heen een afnemende waterdiepte gemeten tijdens de habitatopnames. Daarnaast werd ook een afname gemeten in de hoeveelheid watervegetatie (exclusief algen). In ondiep water met een geringe doorstroming kan de watertemperatuur in korte

tijd aanzienlijk oplopen. Dit kan leiden tot algenbloei en zuurstofarme omstandigheden die ongunstig zijn voor vissen. Tijdens het jaar 2020, en in mindere mate ook 2022, trad zware algenbloei op in Scheelhoek, die werd gemeten tijdens de habitatopnames. De diversiteitsscore bereikte in 2020 een dieptepunt en bleef in de daaropvolgende jaren min of meer onveranderd laag. Het vergroten van de connectiviteit met het Haringvliet en daarmee het bevorderen van de doorstroming van het gebied kan waarschijnlijk uitkomst bieden in deze kwestie. Te weinig connectiviteit is bij meerdere gebieden langs het Haringvliet een beperkende factor. Herinrichting kan verdere achteruitgang voorkomen en biodiversiteit van de ondiepe oevernatuur een impuls geven.

9.4 Habitatparameters

Om meer inzicht te krijgen in het habitatgebruik van vissoorten, groepen en gilden in de Zuid-Hollandse delta wordt sinds 2019 een groot aantal habitatparameters geregistreerd per zegentrek. De focus van de onderhavige rapportage ligt op een eerste analyse van de relatie tussen de visgemeenschap en het habitat. Het doel hierbij is om op basis van de opgedane inzichten de vertaalslag te maken naar doelbewuste en effectieve inrichting van ondiepe oevernatuur voor vissen in de Zuid-Hollandse delta. De eerste analyses van de biomassa en de functionele diversiteit, beschreven in de voorgaande rapportage (Kooiman & Ploegaert et al., 2022), vormen hierbij een belangrijke basis om op verder te bouwen.
Zo werd in het document 'Kansen voor vissen bij habitatinrichting getijdenrivieren Zuid-Holland' een expertadvies gegeven voor de inrichting van het Spui, de Hollandse IJssel, Sliedrechtse Biesbosch, Nieuwe Waterweg en Lek voor de 3e tranche van de Kader Richtlijn Water (Ploegaert et al., 2022).

Verkennende analyses (RDA)
Door het uitvoeren van Redundancy analyses (RDAs) is het mogelijk relaties tussen meerdere response en verklarende variabelen (respectievelijk visvangsten en habitatparameters) in overzichtelijke figuren te verkennen. Over het algemeen toonden de RDAs dat zoutgehalte en temperatuur de meest voorspellende kracht hadden van alle habitatparameters. Aangezien zoutgehalte een van de belangrijkste scheidslijnen in het voorkomen van vissoorten en –gilden in de delta is, en temperatuur veel cruciale processen in de natuur drijft, was dit niet onverwacht. Echter, soort- en gildespecifieke en minder algemene relaties kwamen ook aan het licht. Hieronder worden enkele voorbeelden van de resultaten besproken.

Exoten
Zo was bijvoorbeeld een sterke splitsing in niche tussen de exoten Kaukasische dwerggrondel en zwartbekgrondel te zien, waarbij de Kaukasische dwerggrondel een hogere vegetatiebedekking lijkt te preferen en de zwartbekgrondel juist stenenrijke bodems met minder vegetatie. Hiermee neemt de Kaukasische dwerggrondel een niche in beslag die eerst nog niet sterk gevuld werd door andere exotische grondels. Ook correleert de Kaukasische dwerggrondel negatief met zout water terwijl deze soort hier wel tolerant voor is (Kovacic & Pallaoro, 2003), mogelijk wordt deze niche nu nog door de inheemse brakwatergrondel bezet die sterk gebonden lijkt aan zoet-zout overgangen en zanderige bodems met enkele steentjes. Ook kunnen andere habitatparameters mogelijk de Kaukasische dwerggrondel tegen houden zoals het gebrek aan vegetatie in zoutere wateren waar de soort duidelijk aan gerelateerd lijkt. Het toevoegen van habitatparameters zoals

connectiviteit, maar vooral ook structuren, zal waarschijnlijk meer inzicht in de specialisatie van deze soorten geven.

Stromingsminnende soorten
Stromingsminnende soorten alver en op de tweede plaats sneep lieten de meest sterke positieve correlatie zien met de gemiddelde stroomsnelheid. Met name sneep was ook gecorreleerd aan meer zandige bodems, terwijl alver meer tolerant lijkt voor ook de slibrijkere bodems. Voor de stromingsminnende soort winde werd geen relatie met stroming gevonden. Dit wordt mogelijk verklaard doordat winde vooral als volwassen vis stroming opzoekt als paaigebied, maar dit niet nodig heeft als juveniele vis waar hier naar is gekeken. Ook kan er sprake zijn van non-lineaire relaties met stroming waardoor die niet goed naar voeren komen in een RDA.

Soortenrijkdom en diversiteitsindexen
De verschillende scores voor soortendiversiteit en estuariene functionele diversiteit laten geen sterke relatie zien met één enkele of meerdere habitateigenschappen in de huidige dataset (figuur 7.10). Dit is volgens verwachting gezien er een sterker verband verwacht wordt tussen de diversiteit van het habitat en de diversiteit van de visgemeenschap dan met specifieke parameters. De oriëntatie van de biodiversiteitsindexen (Soortenrijkdom, Shannon, Simpson, EQR/EQR-saliniteit) is echter wel verschillend. De binnen dit project ontworpen estuarium-specifieke functionele diversiteitsindexen (EQR/ EQR-saliniteit, zie hoofdstuk 6), waarbij de EQR-saliniteit de variant is die corrigeert voor verschillen in saliniteit, hebben een positieve relatie met zoutgehalte en slib en een negatieve met temperatuur en in mindere mate ook met vegetatie en zand. Mogelijk houdt dit verband met de omstandigheden passend bij een natuurlijk estuarium/overgangszone waarbij slib wordt afgezet, de zoutwaarden hoger zijn dan in de rivier, de zee relatief minder opwarmt dan het binnenwater en vegetatie geen kans krijgt door fluctuerende en hogere zoutgehaltes.

Niet-lineaire relaties met habitat (GAM-model)
De verkennende analyses met behulp van RDAs gaven een relatief grof eerste beeld van de relaties tussen de visgemeenschap en de habitateigenschappen in de Zuid-Hollandse delta waarbij er wordt uitgegaan van lineaire verbanden. Op basis van de ecologie van de estuariene gildes en soorten is de verwachting echter dat deze relaties vaak complexer zijn en ook niet-lineaire verbanden bevatten. Om goed met deze niet-lineaire relaties om te gaan, verbanden tussen visgemeenschap en habitateigenschappen in meer detail te kunnen bekijken en verbanden statistisch te kunnen testen, is een GAM model opgezet (Generalised additive model). Aan de hand van de resultaten voor de diadrome bot is een eerste resultaat van dit model gepresenteerd. Er is voor bot gekozen vanwege de relevantie ten aanzien van het Kierbesluit, de diadrome levenscyclus en omdat het de soort is die het vaakst is aangetroffen. Doordat jaren en weken ook waren opgenomen in het model werden de piek in 2021 (hoge afvoer voorjaar) en de influx van bot in het vroege voorjaar duidelijk zichtbaar. Een ander resultaat dat goed aansloot op het migratiegedrag van bot was het significante optimum dat voor de relatie met het zoutgehalte werd gevonden. Ook werd onder andere een negatieve correlatie met stenen- en vegetatie-rijke bodems gevonden wat overeen komt met het bekende gedrag van bot om zich in te graven in zandige bodems. Daarnaast waren kleirijke bodems, die eerder in de verkennende analyses met RDAs belangrijk leken, in de GAM niet van significant belang. Dit zou verklaard kunnen worden doordat in het voorjaar eerst passief (door middel van selectief getijdentransport) langs kleiarme oevers migreert en habitatvoorkeur pas in een later stadium een rol begint te

spelen, waarbij geschikte leefgebieden actief worden opgezocht. Daarom is het waarschijnlijk dat subsets van specifieke periodes of gebieden nodig zullen zijn om dit soort gedetailleerde vragen goed te kunnen beantwoorden. Hierdoor kan namelijk soortspecifiek buiten periodes van migratie om gekeken worden waarin habitatvoorkeur mogelijk wel een grotere rol speelt, of kan soortspecifiek alleen gekeken worden naar gebieden waar een vissoort daadwerkelijk voor kan komen.

Vervolgstappen habitatparameters
Met de grote hoeveelheid aan verkende data ligt er een stevige basis om verder op te bouwen. Detailanalyses in de volgende rapportages zullen door middel van GAMs geoptimaliseerd worden, onder andere door het testen van non-lineaire verbanden, en verdere toevoeging van belangrijke habitatparameters zoals stroomsnelheid, connectiviteit en de aanwezigheid van structuren. Ook zou een maatstaaf voor de diversiteit aan habitatparameters als factor meegenomen kunnen worden, omdat de verwachting is dat de diversiteit van het habitat zelf een grotere rol speelt bij de diversiteit van de visgemeenschap dan een enkele specifieke habitatparameter. Daarnaast kan een selectie van periodes en saliniteitszones er voor zorgen dat analyses nog beter gericht zijn op habitatvoorkeur van vissoorten, groepen en gilden in de Zuid-Hollandse delta. Hiermee kan de zeer grote invloed van het zoutgehalte in deze verkennende analyses beter geïsoleerd worden van het invloed van eigenschappen van het lokale habitat zelf. Uiteindelijk kunnen deze analyse stappen ingezet worden voor een vertaalslag naar hoe de ontdekte relaties tussen visgemeenschap en habitateigenschappen gebruikt kunnen worden om te sturen op effectievere inrichting van ondiepe oevernatuur.

9.5 Locatiespecifieke uitwerking

Sinds 2022 maken ook het Gat van Den Ham (Amer) en de Grote Noordwaard (Biesbosch) met meerdere sublocaties deel uit van de monitoring. Op beide locaties werd een breed scala aan vissoorten aangetroffen. Overwegend ging het om zoetwatervissen, maar vooral in de Grote Noordwaard bestond ook een klein deel van de visgemeenschap uit diadrome vissoorten. Bij het Gat van den Ham lieten de vangsten van plantminnende en stromingsminnende soorten zien dat het habitat in de gegraven doodlopende vingers die in het gebied aanwezig zijn mogelijk een meerwaarde heeft voor deze kritische gilden ten opzichte van de hoofdwatergang. Bij de Grote Noordwaard viel op dat op alle sublocaties zowel stromingsminnende als plantminnende soorten werden aangetroffen. Connectiviteit en dynamiek variëren sterk binnen het gebied en dat is terug te zien in de soortensamenstelling.

10 Burgerparticipatie, Publiciteit & Samenwerking

10.1 Burgerparticipatie

Een deel van de bemonsteringen wordt uitgevoerd middels excursies (figuur 10.1). Hierbij wordt gebruik gemaakt van de inzet van vrijwilligers uit het bestaande netwerk van RAVON en uit andere netwerken, waaronder bijvoorbeeld de sportvisserij, KNNV, IVN, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten. Daarnaast worden de excursies breed aangekondigd en zijn ze openbaar toegankelijk zodat onder andere geïnteresseerden uit de regio kunnen aanhaken. Juist deze wisselwerking tussen betrokken vrijwilligers en 'nieuwe' geïnteresseerden zorgt voor een goede dynamiek. Daardoor hebben de excursies tevens een sterk educatieve functie. Ze laten mensen zien wat er onder water leeft waarbij wordt uitgelegd waarom de gevangen soorten daar voorkomen. De ervaring leert dat deelnemers aan dit type excursie zeer diverse achtergronden hebben, zoals sportvissers, natuurliefhebbers, recreanten en natuurfotografen. Zo worden verschillende groepen met elkaar in contact gebracht en worden nieuwe vrijwilligersgroepen aangeboord.



Figuur 10.1: Zegentrek tijdens een avondexcursie in de Voordelta (foto: Henk van Leenen).

Vanwege de geldende coronamaatregelen kon in 2021 (net als in 2020) slechts een beperkt aantal excursies doorgang vinden. Om een vergelijkbare vangstinspanning te leveren als voorgaande jaren, is dit opgevangen met extra bevissingen door werknemers van RAVON. In 2021 hebben 6 avondexcursies plaatsgevonden, en in 2022 4 dagexcursies en 7 avondexcursies (tabel 10.1). Hierbij zijn verspreid over de Zuid-Hollandse Delta 13 verschillende locaties bezocht. In 2021 en 2022 hebben per jaar ongeveer 70-90 personen deelgenomen aan de excursies. Hiervan zal naar verwachting grofweg een derde op duurzame wijze deel gaan uitmaken van een meer structureel vrijwilligersnetwerk.

Tabel 10.1: overzicht van bevissingen in excursievorm in 2021 en 2022.

Datum	Gebied	Locatienaam	Type excursie
9-9-2021	Voordelta Oost	Rockanje	Avond
20-9-2021	Nieuwe Merwede	Veerweg	Avond
21-9-2021	Haringvliet West	Zoet of Zout	Avond
29-9-2021	Spui	Nieuw-Beijerland	Avond
30-9-2021	Nieuwe Maas	Brienenoord	Avond
6-10-2021	Nieuwe Waterweg	Nieuwe Waterweg 1	Avond
21-6-2022	Haringvliet West	Zoet of Zout	Avond
11-7-2022	Voordelta Oost	Rockanje	Avond
28-7-2022	Haringvliet West	Boelies	Dag
3-8-2022	Biesbosch	Kleine Noordwaard	Avond
10-8-2022	Nieuwe Maas	Brienenoord	Dag
15-8-2022	Monding Nieuwe Waterweg	Edisonbaai	Dag
22-9-2022	Voordelta Oost	Kwade Hoek	Avond
24-9-2022	Voordelta Oost	Rockanje	Dag
24-9-2022	Haringvliet West	Boelies	Dag
27-9-2022	Oude Maas	Voedingskanaal	Avond
5-10-2022	Nieuwe Maas	Quarantainestrandje	Avond
7-10-2022	Voordelta West	Slufter	Avond

10.2 Unieke videoserie

Zoals beschreven in de voorgaande paragraaf kon een groot aantal excursies in 2020 en 2021 geen doorgang vinden vanwege de geldende coronamaatregelen. Om het grotere publiek toch te betrekken is, in samenwerking met filmmaker Max van Gils, een 6-delige videoserie over het project gemaakt (figuur 10.2). Hierin neemt onderzoeker en presentator Mick Vos de kijkers mee op pad tijdens het veldwerk, gaat hij met Rijkswaterstaat naar de Haringvlietsluizen en bezoekt hij de mooiste zoete en zoute delen van de Zuid-Hollandse delta. In de laatste aflevering van de videoserie vertelt projectleider Sanne Ploegaert over de eerste resultaten van het onderzoek. De videoserie is te bekijken via het YouTube kanaal van Stichting RAVON.



Figuur 10.2: Beeld uit de unieke 6-delige videoserie over het project 'Een Zegen in de Delta'.

10.3 Kustvissengids

Momenteel wordt er door RAVON, in samenwerking met de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV), hard gewerkt aan de Veldgids Kustvissen (figuur 10.3). Deze gids bevat onder meer een determinatiesleutel en beschrijving van de 150 meest voorkomende vissoorten in het kustwater. De gids is bedoeld voor onder andere natuurliefhebbers, sportvissers, sportduikers en vrijwilligers, en zal er voor zorgen dat excursiedeelnemers binnen 'Een Zegen in de Delta' straks een stuk gemakkelijker soortenkennis op kunnen doen. Zo wordt het bijvoorbeeld voor iedereen mogelijk om de gemakkelijk met elkaar te verwarren grondelsoorten uit elkaar te houden. Tijdens de bevissingen van 'Een Zegen in een Delta' is veel informatie en beeldmateriaal verzameld voor de Kustvissengids. Ook zijn de vangsten gebruikt om kenmerken uit de literatuur te valideren. De lancering van de Kustvissengids staat gepland in het voorjaar van 2024.



Figuur 10.3: De kaft van de Veldgids Kustvissen, die in het voorjaar van 2024 zal worden gelanceerd.

10.4 Publiciteit

Om aandacht te creëren voor het Haringvliet en de functie van de delta als kraamkamer, het effect van de kier en het onderzoek wat er plaatsvindt, speelt publiciteit een belangrijke rol bij dit project. De communicatie rondom dit project speelt ook een cruciale rol in het bereiken van deelnemers aan de excursies en daarmee nieuwe vrijwilligers. Naast regelmatige communicatie via de sociale media en het schrijven van natuurberichten op de website www.naturetoday.com zijn ook programmamakers en journalisten benaderd. Daarnaast zijn aankondigingen en resultaten gedeeld via de netwerken en nieuwsbrieven van de betrokken organisaties en projectpartners. Hiermee worden in potentie tienduizenden mensen bereikt en worden nieuwe doelgroepen aangeboord en betrokken. De onderstaande paragrafen vormen een overzicht van de belangrijkste media-uitingen per jaar.

2018
STROOM TV van RTV Rijnmond besteedde aandacht aan het project in een uitzending over vismigratie in het Haringvliet en het Kierbesluit. Ook Camilla Dreef (Droomfonds Haringvliet) heeft een item van haar goed bekeken vlog gewijd aan het monitoringsproject. Daarnaast is een natuurbericht verschenen over de start van het project en is een artikel in de RAVON nieuwsbrief Schubben & Slijm gewijd aan het project.

2019
Het Algemeen Dagblad is mee op pad gegaan tijdens een bemonstering van de Kleine Noordwaard in de Biesbosch in de Week van Ons Water. Daarnaast kwam het project onder de aandacht in de uitzending van VARA Vroege Vogels (7 juni) over de Biesbosch. Verder is in de RAVON nieuwsbrief Schubben & Slijm een sfeerverslag gepubliceerd van het RAVON Vissenweekend 2019, geschreven door vrijwilliger Bas Brittijn. In 2019 stond dit jaarlijkse weekend in het teken van ‘Een Zegen in de Delta’.

2020
Naast de unieke videoserie (zie paragraaf 10.1.2) hebben in 2020 opnieuw verschillende media-uitingen plaatsgevonden. Zo zijn de eerste resultaten van het onderzoek en/of de videoserie in de schijnwerpers gezet in het Algemeen Dagblad regio Dordrecht, hengelsportmagazine Hét Visblad van Sportvisserij Nederland, HAAK magazine van hengelsportvereniging Groot Rotterdam en via de website van Nature Today.

2021
Begin 2021 verscheen er een natuurbericht van het Wereld Natuurfonds met een samenvatting van de eerste resultaten van het Kierbesluit, met onder meer enkele resultaten uit ‘Een Zegen in de Delta’. In februari verscheen de laatste aflevering van de videoserie ‘Een Zegen in de Delta’ (zie paragraaf 10.1.2). Hieraan werd ook een natuurbericht gewijd. Verder werd opnieuw aandacht besteed aan het project in Hét Visblad van Sportvisserij Nederland.

2022
In 2022 ging BN DeStem mee op pad tijdens een bemonstering van de Kleine Noordwaard in de Biesbosch. Daarnaast werd er een artikel aan het project gewijd in de RAVON-balans, hét jaaroverzicht dat laat zien hoe het gaat met de reptielen, amfibieën en vissen van ons land.

10.5 Samenwerking

Vanwege het belang van dit project voor het verkrijgen van inzicht in het functioneren van de delta als kraamkamer wordt samengewerkt met de relevante water- en natuurbeheerders en andere stakeholders. Er is een projectgroep gevormd bestaande uit Rijkswaterstaat, Provincie Zuid-Holland, Staatsbosbeheer, Waterschap Brabantse Delta, Natuurmonumenten, het Wereld Natuur Fonds en Sportvisserij Nederland. Ook de maatschappij is een belangrijke partner via publieke participatie, derhalve worden IVN en KNNV nauw betrokken. Bevissingen in excursievorm worden publiekelijk aangekondigd en zijn voor iedereen toegankelijk. Op deze wijze kan iedereen onderdeel uitmaken van de veranderingen die het Kierbesluit met zicht meebrengt.

10.6 Dankwoord

We bedanken alle deelnemers aan de zegenexcursies de afgelopen jaren voor hun hulp en hun enthousiasme voor het onderwaterleven. Jullie deelname aan de bemonsteringen is van grote meerwaarde! De komende jaren volgen we graag samen met jullie hoe de visgemeenschap in de Zuid-Hollandse delta verandert.

Daarnaast hebben door de jaren heen verschillende studenten in het kader van een stage een belangrijke bijdrage geleverd aan het project: Gino Franssen, Roald Sack (MBO Toegepaste Biologie, Aeres Almere), Jisk van den Ende, Jordy Kwaks, Chris van Leijen, Luuk Willemsen (HBO Toegepaste Biologie, Aeres Almere), Max van Gils, Nick Jansen (MBO Eco & Wildlife, Yuverta Velp), Cas Cuijpers, Chris Zijlmans, Joost de la Mar, Teun Nelemans (HBO Toegepaste Biologie, HAS Den Bosch) en Olav Dobber (Master Aquaculture & Marine Resource Management, Wageningen University). Hartelijk dank voor jullie bijdrage!

Verder bedanken we filmmaker Max van Gils voor het maken van de unieke videoserie over ‘Een Zegen in de Delta’ (zie paragraaf 10.2). Voor meer informatie over Max van Gils en zijn werk wordt verwezen naar: maxvgils.nl.



Literatuur

Altenburg, W., G. Arts, J.G. Baretta-Bekker, M.S. van den Berg, T. van den Broek, R. Buskens, ... & D. Walvoort, 2018. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027 (No. 2018-49). STOWA.

Breine, J., 2009. Fish assemblages as ecological indicator in estuaries: the Zeeschelde (Belgium). Ph.D. thesis Katholieke Universiteit Leuven and Research Institute for Nature and Forest. INBO.T.2009.1, 263 pp.

Cabral, H. N., Fonseca, V. F., Gamito, R., Gonçalves, C. I., Costa, J. L., Erzini, K., ... & Costa, M. J. (2012). Ecological quality assessment of transitional waters based on fish assemblages in Portuguese estuaries: the Estuarine Fish Assessment Index (EFAI). Ecological Indicators, 19, 144-153.

Hop, 2016. Visstand Haringvliet en Voordelta – heden. ATKB, Geldermalsen. Rapportnummer 20150469/rap01 . 23 juni 2016.

Hop, J. & M. W. P. M. van de Ven, 2021. Migration of adult diadromous fish in the Rhine Delta. Analysis of NEDAP traildata 2017-2020. ATKB-Report number: 20191133/03.

Kooiman, M. & S., Ploegaert, 2020. Een Zegen in de Delta – 2018/19. Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta. RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2019.063.

Kooiman, M., S. Ploegaert & M. Vos, 2022. Een Zegen in de Delta – 2018-2020. Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta. Projectnummer 2019.063. RAVON, Nijmegen.

Kovacic, M., & Pallaoro, A. (2003). Is Knipowitschia caucasica-like form from the Adriatic Sea a new Goby species? Evidence from a morphological approach in the Eastern Adriatic Sea. Cybium, 27(2), 131-136.

Kranenbarg J. & J. Backx, 2004. Ander beheer Haringvlietsluizen. Tussenrapportage actieve monitoring vissen 2000-2003. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Kranenbarg, J. & M. Schiphouwer, 2017. Overzicht van methoden voor visonderzoek in Nederlandse estuaria. Met aanbevelingen voor vismonitoring in het Haringvliet-Voordeltagebied in relatie tot het geplande Kierbeheer. RAVON rapportnr. 2017.105.

Kranenbarg, J., 2003. Vissen tussen zoet en zoet; Inzichten, kennisleemtes en onderzoeksopzet voor Nederlandse estuaria (interne notitie). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RWS, RIZA).

Leeuw, C.C. de & J.J.G.M. Backx, 2000. Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland : een literatuurstudie naar de algemene ecologische principes van estuariene gradiënten ten behoeve van herstelmaatregelen langs de Nederlandse kust. Ministerie van Verkeer en

Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RWS, RIKZ) ; Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RWS, RIZA).

Paalvast, 2016. Monitoringsplan ecologie project Kierbesluit. Ecoconsult rapport nr. 2016-01.

Ploegaert, S.M.A., 2019. Kansen voor vissen in het Rotterdamse havengebied. Mogelijkheden voor habitatverrijking RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2019.176.

Peters, B., M. Kooiman & S.M.A. Ploegaert, 2022. Samen voor de Aal; Kruisnetmonitoring Zuid-Holland 2015-2022. Projectnummer 2021.077-2022. Stichting RAVON, Nijmegen.

Ploegaert, S.M.A., M. Vos, J. Herder, F. Spikmans, M. Groen (2020). Kaukasische dwerggrondel negeert lockdown en vestigt zich in Nederland. Naturetoday, 7-7-2020. https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=26429

Ploegaert, S.M.A., M. Vos, M. Schiphouwer, J. Kranenbarg & J.E. Herder, 2019. Een Zegen in de Delta – 2018. Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta. RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2017.109.

Ploegaert, S.M.A., Vos, M., Kooiman, M., 2022. Kansen voor vissen bij habitatinrichting getijdenrivieren Zuid-Holland. Beknopte beoordeling van ontbrekend habitat, kansen voor visgilden en advies inrichting van Spui, Hollandse IJssel, Sliedrechtse Biesbosch en Lek voranche KRW. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2021.162, *concept*.

Reeze, B., M.A.A. de la Haye, H.A. van der Jagt, G.L. Verweij & N. Van Kessel (2021). Vervolgrapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta 'Lerend implementeren kierbesluit' 2019. Rapport 21-248. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Souza, G. B. G., & Vianna, M. (2020). Fish-based indices for assessing ecological quality and biotic integrity in transitional waters: A systematic review. Ecological Indicators, 109, 105665.

Tarkan, A. S., Gaygusuz, Ö., Acıpınar, H., Gürsoy, Ç., & Özuluğ, M. (2006). Length–weight relationship of fishes from the Marmara region (NW - Turkey). Journal of Applied Ichthyology, 22(4), 271-273.

Tien, N. S. H., Winter, H. V., & de Leeuw, J. J. (2004). Jaarrapportage Actieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren: samenstelling van de visstand in de grote rivieren gedurende het winterhalfjaar 2003/2004 (No. C069/04). RIVO.

Tummers, J., J. Kranenbarg & M. Schiphouwer, 2021. Voorkomen Fint in de Biesbosch. Huidige geschiktheid leefgebied in relatie tot Natura 2000 uitbreidingsdoelstelling. Projectnummer 2018.085. RAVON. 36 pp.

Van de Ven, M.W.P.M. (2018). Actieve Monitoring Haringvliet 2018 Nul-situatie Kier; datarapport. ATKB rapportnr: 20180260/01.

Van de Ven, M. W. P. M. (2020). Monitoring van de intrek van vis via de Kier in de Haringvlietdam. Stellendam Voorjaar 2020. ATKB-Rapportnummer: 20190052/01.

Bijlage 1: Vissoorten die kunnen voorkomen in estuaria

Bron: De Leeuw & Backx (2000)

		Algemene ecologische info				
Wetenschappelijke naam	**Nederlandse naam**	**Ecol. gilde**	**habitat**	**bodem**	**voedsel**	**voortplanting**
Salmo trutta trutta	Atlantische forel	ca	p	n.v.t.	i,j,f	Os
Platichthys flesus	Bot	ca*	b	f	i,f	Op
Gasterosteus aculeatus	Driedoornige stekelbaars	ca	p	n.v.t.	i,f	Og
Liza ramada	Dunlipharder	ca	p	n.v.t.	p,i,d,v	Op
Alosa alosa	Elft	ca	p	n.v.t.	p	Ob
Alosa fallax	Fint	ca	p	n.v.t.	p,f	Ob
Coregonus lavaretus	Grote marene	ca	p	n.v.t.	p,f	Op,Ob
Coregonus oxyrinchus	Noordezeehouting	ca*	p	n.v.t.	p,i	Ob
Anguilla anguilla	Aal	ca	b	f	p,i,j,f	Op
Lampetra fluviatilis	Rivierprik	ca	b	f	f (paras.)	Os
Osmerus eperlanus	Spiering	ca	p	n.v.t.	i,f	Ob
Acipenser sturio	Steur	ca	d	s	i,f	Ob
Salmo salar	Zalm	ca	p	n.v.t.	i,j,f	Os
Petromyzon marinus	Zeeprik	ca	b	f	f (paras.)	Os
Pholis gunnellus	Botervis	er	b	m,v	i	Og
Pomatoschistus microps	Brakwatergrondel	er	b	s	i	Ob
Pomatoschistus minutus	Dikkopje	er	b	s	i	Ob
Aphia minuta	Glasgrondel	er	p	n.v.t.	p	Os
Syngnathus acus	Grote zeenaald	er	b	m	i,f	Os
Agonus cataphractus	Harnasmannetje	er	b	f	i	Ov
Atherina boyeri	Kleine koornaarvis	er	p	n.v.t.	p,i	Ov
Nerophis lumbriciformis	Kleine wormzeenaald	er	b	r,v	i,f	Og
Syngnathus rostellatus	Kleine zeenaald	er	b	s,v	i	Os
Zoarces viviparus	Puitaal	er	b	m,v	i	V
Liparis liparis	Slakdolf	er	b	m	i,f	Ov
Syngnathus typhle	Trompetterzeenaald	er	d	f.v	i,f	Os
Raniceps raninus	Vorskwab	er	b	m	i,f	Ob
Ammodytes tobianus	Zandspiering	er	b	s	p	Ob
Myoxocephalus scorpius	Zeedonderpad	er	b	f,v	i,f	Og
Hippocampus ramulosus	Zeepaardje	er	d	m,v	i	W
Spinachia spinachia	Zeestekelbaars	er	d	r	i	Os
Gobius niger	Zwarte grondel	er	b	f,v	i,j,f	Ob
Alburnus alburnus	Alver	fw	p	n.v.t.	i,j,f	Ov
Perca fluviatilis	Baars	fw	p	n.v.t.	p.i.f	Ov
Barbus barbus	Barbeel	fw	d	s	i,j	Ob
Salmo trutta fario	Beekforel	fw	p	n.v.t.	i,j,f	Os
Rutilus rutilus	Blankvoorn	fw	p	n.v.t.	p,i,j,v	Ov
Pseudorasbora parva	Blauwband	fw	d	n.v.t.	p,i	?
Vimba vimba	Blauwneus	fw	p	n.v.t.	p,i	?
Abramis brama	Brasem	fw	d	m,v	p,i	Ov
Carassius auratus gibelio	Giebel	fw	d	m,v	o	Ov
Carassius auratus auratus	Goudvis	fw	d	m,v	o	Ov
Ctenopharyngodon idella	Graskarper	fw	p	m,v	v	?
Cyprinus carpio	Karper	fw	d	m,v	o	Ov
Blicca bjoerkna	Kolblei	fw	p	n.v.t.	p,i,v	Ov
Leuciscus cephalus	Kopvoorn	fw	p	n.v.t.	o	Ov
Carassius carassius	Kroeskarper	fw	p	n.v.t.	o	Ov
Lota lota	Kwabaal	fw	d	n.v.t.	i,f	Ob?

		Algemene ecologische info				

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Ecol. gilde	habitat	bodem	voedsel	voortplanting
Silurus glanis	Meerval	fw	d	m,v	i,f	?
Gymnocephalus cernua	Pos	fw	d	f	i,j,v	Ov
Oncorhynchus mykiss	Regenboogforel	fw	p	n.v.t.	o	Ob
Cottus gobio	Rivierdonderpad	fw	b	r	i,f	Og
Gobio gobio	Riviergrondel	fw	d	s	i	Ov
Leuciscus aspius	Roofblei	fw	p	n.v.t.	i,j,f	Ob
Scardinius erythrophthalmus	Ruisvoorn	fw	p	n.v.t.	i,p,v	Ov
Leuciscus leuciscus	Serpeling	fw	p	n.v.t.	i,j,v	Ob
Chondrostoma nasus	Sneep	fw	d	r	v	Ob
Esox lucius	Snoek	fw	d	m,v	i,f	Ov
Stizostedion lucioperca	Snoekbaars	fw	d	r	i,f	Ob
Pungitius pungitius	Tiendoornige stekelbaars	fw	d	f	i	Og
Leuciscus idus	Winde	fw	p	n.v.t.	i	Ov
Romanogobio belingi	Witvinriviergrondel	fw	?	?	?	?
Tinca tinca	Zeelt	fw	p	n.v.t.	i	Ov
Lepomis gibbosus	Zonnebaars	fw	d	m,v	i,f	Og
Entelurus aequoreus	Adderzeenaald	ma	d	m,v	?	W
Micromesistius poutassou	Blauwe wijting	ma	p	n.v.t.	i	Op
Boops boops	Bokvis	ma	d	m	o	Op
Brama brama	Braam	ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Conger conger	Congeraal	ma	b	r	i,f	Op
Squalus acanthias	Doornhaai	ma	b	f	i,f	W
Gaidropsarus vulgaris	Driedradige meun	ma	b	r	i,f	Op
Trisopterus minutus	Dwergbolk	ma	d	r	i,f	Ob
Buglossidium luteum	Dwergtong	ma	b	s	i	Op
Aspitrigla cuculus	Engelse poon	ma	b	f	i,f	Ob
Solea lascaris	Franse tong	ma	d	f	i	Op
Trachinotus ovatus	Gaffelmakreel	ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Mustelus asterias	Gevlekte gladde haai	ma	d	m	i,f	W
Zeugopterus punctatus	Gevlekte griet	ma	b	r	i,f	Ob
Labrus bergylta	Gevlekte lipvis	ma	d	r,v	i	Os
Mustelus mustelus	Gladde haai	ma	d	m	i	V
Enophrys bubalis	Groene zeedonderpad	ma	b	r,v	i,f	Ov
Trachinus draco	Grote pieterman	ma	b	f	i,f	Op
Lamna nasus	Haringhaai	ma	p	n.v.t.	f	W
Merluccius merluccius	Heek	ma	d	m	f	Op
Hippoglossus hippoglossus	Heilbot	ma	b	f	i,f	Op
Scyliorhinus canicula	Hondshaai	ma	d	f	i,f	Os
Trachurus trachurus	Horsmakreel	ma	d	s	i,f	Op
Scyliorhinus stellaris	Kathaai	ma	d	r	i,f	Os
Sebastes viviparus	Kleine roodbaars	ma	b	r	i,f	W
Liparis montagui	Kleine slakdolf	ma	b	r,v	i	Ov
Pomatoschistus pictus	Kleurige grondel	ma	b	s	i	Ob
Ctenolabrus rupestris	Kliplipvis	ma	d	r,v	i	Og
Lampris guttatus	Koningsvis	ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Pollachius virens	Koolvis	ma	d	r	i,f	Op
Hippoglossoides platessoides	Lange schar	ma	b	f	i,f	Op
Molva molva	Leng	ma	d	r	i,f	Ob
Maurolicus muelleri	Lichtend sprotje	ma	p	n.v.t.	i	Op
Pomatoschistus lozanoi	Lozano's grondel	ma	b	s	i	Ob
Mola mola	Maanvis	ma	p	n.v.t.	i,v	Op
Scomber scombrus	Makreel	ma	p	n.v.t.	i,f	Op
Scomberesox saurus	Makreelgeep	ma	p	n.v.t.	p,i,f	Op
Mullus surmuletus	Mul	ma	b	r	i	Op
Ciliata septentrionalis	Noorse Meun	ma	p	n.v.t.	i	Op
Ammodytes marinus	Noorse zandspiering	ma	b	s	p,i,f	Ob
Argyrosomus regius	Ombervis	ma	p	n.v.t.	i,f	Op

		Algemene ecologische info				
Wetenschappelijke naam	**Nederlandse naam**	**Ecol. gilde**	**habitat**	**bodem**	**voedsel**	**voortplanting**
Callionymus lyra	Pitvis	ma	b	f	i	Op
Callionymus reticulatus	Rasterpitvis	ma	b	s	i	Op
Cetorhinus maximus	Reuzehaai	ma	p	n.v.t.	p	V
Galeorhinus galeus	Ruwe haai	ma	d	s	i,f	W
Melanogrammus aeglefinus	Schelvis	ma	d	m	i,f	Ob
Arnoglossus laterna	Schurftvis	ma	b	f	i,f	Ob
Ammodytes lanceolatus	Smelt	ma	b	s	p,f	Ob
Raja clavata	Stekelrog	ma	b	s	i	Os
Microstomus kitt	Tongschar	ma	b	r	i	Op
Balistes carolinensis	Trekkervis	ma	d	r,v	i	Og
Raja batis	Vleet	ma	b	s	i,f	Os
Lophius piscatorius	Zeeduivel	ma	b	m	f	Os
Squatina squatina	Zeeengel	ma	b	f	i,f	W
Anarhichas lupus	Zeewolf	ma	d	r	i	Ob
Zeus faber	Zonnevis	ma	p	r,v	i,f	Op
Centrolophus niger	Zwarte vis	ma	p	n.v.t.	p,i,f	Op
Scophthalmus rhombus	Griet	mj	b	f	i,f	Ob
Clupea harengus	Haring	mj	p	n.v.t.	i,f	Ob
Gadus morhua	Kabeljauw	mj	d	f	i,f	Op
Atherina presbyter	Koornaarvis	mj	p	n.v.t.	i,f	Ov
Pollachius pollachius	Pollak	mj	d	r	f	Op
Trigla lucerna	Rode poon	mj	d	f	i,f	Ob
Sebastes marinus	Roodbaars	mj	p	n.v.t.	i,f	W
Limanda limanda	Schar	mj	b	s	i,f	Ob
Pleuronectes platessa	Schol	mj	b	f	i	Op
Trisopterus luscus	Steenbolk	mj	d	m	i,f	Ob
Scophthalmus maximus	Tarbot	mj	b	f	f	Op
Solea solea	Tong	mj	b	f	i	Op
Merlangius merlangus	Wijting	mj	d	f	i,f	Ob
Dicentrarchus labrax	Zeebaars	mj	d	m	i,f	Op
Pagellus bogaraveo	Zeebrasem	mj	d	m	o	Op
Spondyliosoma cantharus	Zeekarper	mj	b	m,v	o	Og
Engraulis encrasicolus	Ansjovis	ms	p	n.v.t.	p	Op
Chelon labrosus	Diklipharder	ms	d	r,v	p,i,d	Op
Belone belone	Geep	ms	p	n.v.t.	i,f	Ov
Liza aurata	Goudharder	ms	p	n.v.t.	p,i,j,v	Op
Eutrigla gurnardus	Grauwe poon	ms	b	s	i,f	Op
Dasyatis pastinaca	Pijlstaartrog	ms	b	f	i,f	W
Sardina pilchardus	Sardien/Pelser	ms	p	n.v.t.	p,i	Op
Cyclopterus lumpus	Snotolf	ms	b	r	i,f	Og
Sprattus sprattus	Sprot	ms	p	n.v.t.	p	Op
Ciliata mustela	Vijfdradige meun	ms	b	m	f	Op

Ecologisch gilde

ca = diadrome soorten (vissen die migreren tussen zee en rivier en die het estuarium als trekroute gebruiken tussen paai- en opgroeigebied).

er = estuariene soorten (soorten die hun totale levenscyclus in het estuarium kunnen hebben). **) In onderhavig rapport zijn bot en houting ingedeeld bij de diadrome soorten (ca).*

fw = zoetwatersoorten (soorten zonder speciale behoefte aan een estuarium; bezoeken onregelmatig het brakke water)

ma = mariene dwaalgast (zeesoort zonder speciale behoefte aan estuarium, bezoekt onregelmatig)

mj = mariene juveniel (zeesoort waarvan de jonge exemplaren ook kunnen opgroeien in een estuarium)

ms = mariene seizoensgast (zeesoort die in een vast seizoen een estuarium kan bezoeken, meestal in volwassen stadium)

Habitat

d = demersaal (in de waterkolom maar dicht bij de bodem)

p = pelagisch (aan het oppervlak)

b = benthisch (op de bodem)

Bodem

s = zandige bodem, alleen op zand

f = zachte bodem (zand, slib en/of fijn grind)

r = harde bodem (rots en stenen, keien)

m = geen voorkeur

v = in of boven vegetatie

Voedsel

p = planktivoren; eten voornamelijk zooplankton

i = insectivoren; eten voornamelijk evertebraten (macrozoöbenthos)

f = piscivoren; eten voornamelijk vis

v = herbivoren; eten voornamelijk planten

d = detritivoren; eten voornamelijk dood organisch weefsel

o = omnivoren; alleseters

Voortplanting

v = levendbarend

w = eierlevendbarend

o = eierleggend, onderverdeeld in;

op: pelagische eieren

ob: benthische eieren

og: bescherming van de eieren door een ouder

os: eieren in een nest of beschermend (buidel)

ov: eieren tussen of op vegetatie

Bijlage 2: Soortspecifieke waarden voor berekening biomassa

Tabel 1: Een overzicht van de soortspecifieke waarden die gebruikt zijn voor het berekenen van de biomassa, inclusief hun herkomst.

Soort	a	b	Herkomst
Aal	0,0011	3,133	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Alver	0,0076	3,026	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Ansjovis	0,0021	3,4746	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Atlantische forel	0,0098	3,0115	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Baars	0,005	3,335	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Barbeel	0,0062	3,1677	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Bittervoorn	0,0116	3,1578	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Blankvoorn	0,0046	3,3166	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Blauwneus	0,00759	3,2	Froese, Thorson & Reyes Jr. (2014)
Bot	0,0087	3,0978	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Botervis	0,0043	3,018	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Brakwatergrondel	0,0098	2,94	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Brakwatergrondel/dikkopje	0,0093	2,97125	Gemiddelde brakwatergrondel en dikkopje
Brasem	0,0053	3,1997	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Brasem/kolblei	0,00665	3,24215	Gemiddelde brasem en kolblei
Dikkopje	0,0088	3,0025	Fishbase: mediaan van 6 bronnen
Driedoornige stekelbaars	0,0093	3,0185	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Dunlipharder	0,006	3,1383	Overgenomen van diklipharder (Tien, Winter & De Leeuw, 2004)
Dwergtong	0,009814	0,759	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Gewone slijmvis	0,0093	3	Fishbase: 1 bron
Giebel	0,0138	3,12	Froese, Thorson & Reyes Jr. (2014)
Goudharder	0,01125	2,9985	Fishbase: mediaan van 14 bronnen
Griet	0,0055	3,3047	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Groene zeedonderpad	0,0154	3	Fishbase: 1 bron
Grote zeenaald	0,0001	3,527	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Harder spec.	0,006	3,1383	Overgenomen van diklipharder (Tien, Winter & De Leeuw, 2004)
Haring	0,006	3,0904	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Horsmakreel	0,0034	3,2943	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Karper	0,0175	3,0709	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Karperachtige spec.	0,0046125	3,2765	Gemiddelde alver, sneep, vetje, roofblei, winde, serpeling, blankvoorn, rietvoorn
Kaukasische dwerggrondel	0,0072	3,22	Tarkan et al. (2006)
Kesslers grondel	0,0096	2,8711	Fishbase
Kleine modderkruiper	0,0016	3,4296	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Kolblei	0,008	3,2846	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Koornaarvis	0,0015	3,1934	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Lozano's grondel	0,01689	2,8132	Greenstreet et al. (2007)
Marmergrondel	0,0094	3,016	Fishbase
Noordzeehouting	0,0054	3,127	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Pontische stroomgrondel	0,0092	3,127	Fishbase: mediaan van 5 bronnen
Pos	0,0117	3,0406	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Rietvoorn	0,0046	3,3516	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Riviergrondel	0,0042	3,3196	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Roofblei	0,0037	3,3128	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Sardien	0,0021	3,4746	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Schar	0,0074	3,1128	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Schol	0,0082	3,026	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Serpeling	0,0045	3,2379	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Smelt	0,00316	3,01	Froese, Thorson & Reyes Jr. (2014)
Sneep	0,0037	3,3128	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Snoek	0,003	3,206	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Snoekbaars	0,006	3,1	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Spiering	0,0053	3,0319	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Sprot	0,0021	3,4746	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Tarbot	0,0044	3,3862	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Tiendoornige stekelbaars	0,0107	2,8603	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Tong	0,0036	3,3133	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Vetje	0,0047	3,3043	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Vijfdradige meun	0,0108	2,959	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Winde	0,0035	3,35	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Winde/blankvoorn	0,00405	3,3333	Gemiddelde winde en blankvoorn
Witvingrondel	0,012	3,0258	Fishbase
Zandspiering	0,005	2,85	Fishbase: mediaan van 5 bronnen
Zeebaars	0,0074	3,0963	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Zeedonderpad	0,0126	3,1235	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Zeelt	0,0178	2,9906	Tien, Winter & De Leeuw (2004)
Zeenaald spec.	0,00015	3,368	Gemiddelde grote zeenaald (Tien, Winter & De Leeuw, 2004) en kleine zeenaald (Fishbase)
Zwartbekgrondel	0,0124	3	Fishbase: mediaan van 5 bronnen

Bijlage 3: Aanvullende tabellen toepassing diversiteitsindex

Tabel 1: Indeling gebieden in de verschillende saliniteitzones.

Gebied	Saliniteitzone
Amer	Oligohaline
Beneden Merwede	Oligohaline
Biesbosch	Oligohaline
Haringvliet Centraal	Oligohaline
Haringvliet Oost	Oligohaline
Haringvliet West	Oligohaline
Hollands Diep	Oligohaline
Monding Nieuwe Waterweg	Polygohaline
Nieuwe Maas	Oligohaline
Nieuwe Merwede	Oligohaline
Nieuwe Waterweg	Mesohaline
Oude Maas	Oligohaline
Spui	Oligohaline
Voordelta Oost	Mesohaline
Voordelta West	Polygohaline

Tabel 2: Criteria, referentiewaarden en corresponderende scores voor de beoordeling van gebieden / locaties binnen de oligohaline zone.

Criteria	Referentiewaarden en scores - oligohaline zone				
	1	2	3	4	5
Basisindex					
Soortenrijkdom (totaal aantal soorten)	≤13	14-16	17	18-19	≥20
Marien juveniele soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%			>0-<1%	≥1%
Aantal soorten	0			1	≥2
Estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%			>0-<1%	≥1%
Aantal soorten	0				≥1
Diadrome soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<1%	≥1-<2%	≥2-<3%	≥3-<14%	≥14%
Aantal soorten	≤2		3		≥4
Piscivore soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<45%	≥45-<65%	≥65-<77%	≥77-<86%	≥86%
Aantal soorten	≤6	7	8		≥9
Exotische soorten					
Aandeel in visgemeenschap	≥22%	≥10-<22%	≥4-<10%	>0-<4%	0%
Aantal soorten	≥4	3		1-2	0
Verstoringsgevoelige estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%			>0-<1%	≥1%
Aantal soorten	≥1				≥2
Bonus					
Stromingsminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap	>0-17%	≥17-<43%	≥43-<59%	≥59-<72%	≥72%
Aantal soorten	>0-≤2	3		4	≥5
Plantminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0
Aantal soorten			1	2	≥3

Tabel 3: Criteria, referentiewaarden en corresponderende scores voor de beoordeling van gebieden / locaties binnen de mesohaline zone.

Criteria	Referentiewaarden en scores - mesohaline zone				
	1	2	3	4	5
Basisindex					
Soortenrijkdom (totaal aantal soorten)	≤19	20-21	22	23	≥24
Marien juveniele soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<9%	≥9-<22%	≥22-<37%	≥37-<55%	≥55%
Aantal soorten	≤3		4		≥5
Estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<21%	≥21-<29%	≥29-<40%	≥40-<50%	≥50%
Aantal soorten	≤3			4	≥5
Diadrome soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<4%	≥4-<5%		≥5-<6%	≥6%
Aantal soorten	≤3		4	5	≥6
Piscivore soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<37%	≥37-<52%	≥52-<68%	≥68-<76%	≥76%
Aantal soorten	≤9			10	≥11
Exotische soorten					
Aandeel in visgemeenschap	>0%				0%
Aantal soorten	≥2		1		0
Verstoringsgevoelige estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<20%	≥20-<28%	>28-<39%	≥39-<49%	≥49%
Aantal soorten	≥2				≥3
Bonus					
Stromingsminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap	>0-<1%	≥1-<6%	≥6-<21%	≥21-<36%	≥36%
Aantal soorten	>0-≤2	3	4	5	≥6
Plantminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0
Aantal soorten					>0

Tabel 4: Criteria, referentiewaarden en corresponderende scores voor de beoordeling van gebieden / locaties binnen de polyhaline zone.

Criteria	Referentiewaarden en scores - polyhaline zone				
	1	2	3	4	5
Basisindex					
Soortenrijkdom (totaal aantal soorten)	≤10		11	12	≥13
Marien juveniele soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<6%	≥6-<10%	≥10-<12%	≥12-<13%	≥13%
Aantal soorten	0	1	2		≥3
Estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<61%	≥61-<77%	≥77-<85%	≥85-<87%	≥87%
Aantal soorten	≤3				≥4
Diadrome soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<4%	≥4-<7%	≥7-<15%	≥15-<29%	≥29%
Aantal soorten	≤2	3	4	5	≥6
Piscivore soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<7%	≥7-<10%	≥10-<12%	≥12-<13%	≥13%
Aantal soorten	≤4		5		≥6
Exotische soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0				≥1
Aantal soorten	≥1				0
Verstoringsgevoelige estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<5%	≥5-<7%	≥7-<16%	≥16-<34%	≥34%
Aantal soorten	≥2				≥3
Bonus					
Stromingsminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0%
Aantal soorten					≥1
Plantminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0
Aantal soorten					>0

Tabel 5: Criteria, referentiewaarden en corresponderende scores voor de beoordeling van afzonderlijke zegentrekken binnen de Zuid-Hollandse delta als geheel (niet gecorrigeerd voor saliniteit).

Criteria	Referentiewaarden en scores - overall				
	1	2	3	4	5
Basisindex					
Soortenrijkdom (totaal aantal soorten)	≤3	4-5	6	7-8	≥9
Marien juveniele soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%		>0-<1%	≥1-<11%	≥11%
Aantal soorten	0			1	≥2
Estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%		>0-<1%	≥1-<24%	≥24%
Aantal soorten	0			1	≥2
Diadrome soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<1%	≥1-<3%	≥3-<5%	≥5-<15%	≥15%
Aantal soorten	0	1			≥2
Piscivore soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<31%	≥31-<52%	≥52-<71%	≥71-<84%	≥84%
Aantal soorten	≤1	2	3	4	≥5
Exotische soorten					
Aandeel in visgemeenschap	≥17%	≥5-<17%	≥1-<5%	>0-<1%	0%
Aantal soorten	≥2			1	0
Verstoringsgevoelige estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%		>0-<1%	≥1-<18%	≥18%
Aantal soorten	0			1	≥2
Bonus					
Stromingsminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap	>0-<7%	≥7-<27%	≥27-<50%	≥50-<67%	≥67%
Aantal soorten			1	2	≥3
Plantminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0
Aantal soorten					≥1

Tabel 6: Criteria, referentiewaarden en corresponderende scores voor de beoordeling van afzonderlijke zegentrekken binnen de oligohaline zone.

Criteria	Referentiewaarden en scores - oligohaline zone				
	1	2	3	4	5
Basisindex					
Soortenrijkdom (totaal aantal soorten)	≤3	4-5	6	7-8	≥9
Marien juveniele soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%			>0-<1%	≥1%
Aantal soorten	0				≥1
Estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%			>0-<1%	≥1%
Aantal soorten	0				≥1
Diadrome soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<1%	≥1-<2%	≥2-<3%	≥3-<14%	≥14%
Aantal soorten	0	1			≥2
Piscivore soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<45%	≥45-<65%	≥65-<77%	≥77-<86%	≥86%
Aantal soorten	≤1	2	3	4	≥5
Exotische soorten					
Aandeel in visgemeenschap	≥22%	≥10-<22%	≥4-<10%	>0-<4%	0%
Aantal soorten	≥2	1			0
Verstoringsgevoelige estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0%			>0-<1%	≥1%
Aantal soorten	0				≥1
Bonus					
Stromingsminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap	>0-17%	≥17-<43%	≥43-<59%	≥59-<72%	≥72%
Aantal soorten		1		2	≥3
Plantminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0
Aantal soorten					≥1

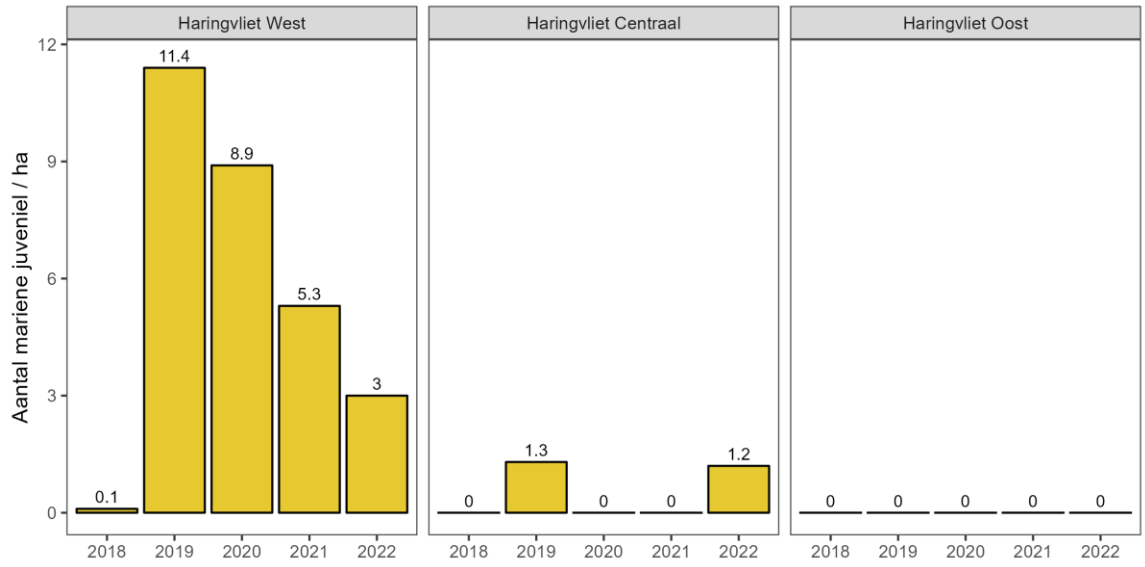
Tabel 7: Criteria, referentiewaarden en corresponderende scores voor de beoordeling van afzonderlijke zegentrekken binnen de mesohaline zone.

Criteria	Referentiewaarden en scores - mesohaline zone				
	1	2	3	4	5
Basisindex					
Soortenrijkdom (totaal aantal soorten)	≤4	5	6	7	≥8
Marien juveniele soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<9%	≥9-<22%	≥22-<37%	≥37-<55%	≥55%
Aantal soorten	0	1		2	≥3
Estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<21%	≥21-<29%	≥29-<40%	≥40-<50%	≥50%
Aantal soorten	0	1			≥2
Diadrome soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<4%	≥4-<5%		≥5-<6%	≥6%
Aantal soorten	≤1			2	≥3
Piscivore soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<37%	≥37-<52%	≥52-<68%	≥68-<76%	≥76%
Aantal soorten	≤1	2	3	4	≥5
Exotische soorten					
Aandeel in visgemeenschap	>0%				0%
Aantal soorten	≥1				0
Verstoringsgevoelige estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<20%	≥20-<28%	>28-<39%	≥39-<49%	≥49%
Aantal soorten	0	1			≥2
Bonus					
Stromingsminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap	>0-<1%	≥1-<6%	≥6-<21%	≥21-<36%	≥36%
Aantal soorten				1	≥2
Plantminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0
Aantal soorten					≥1

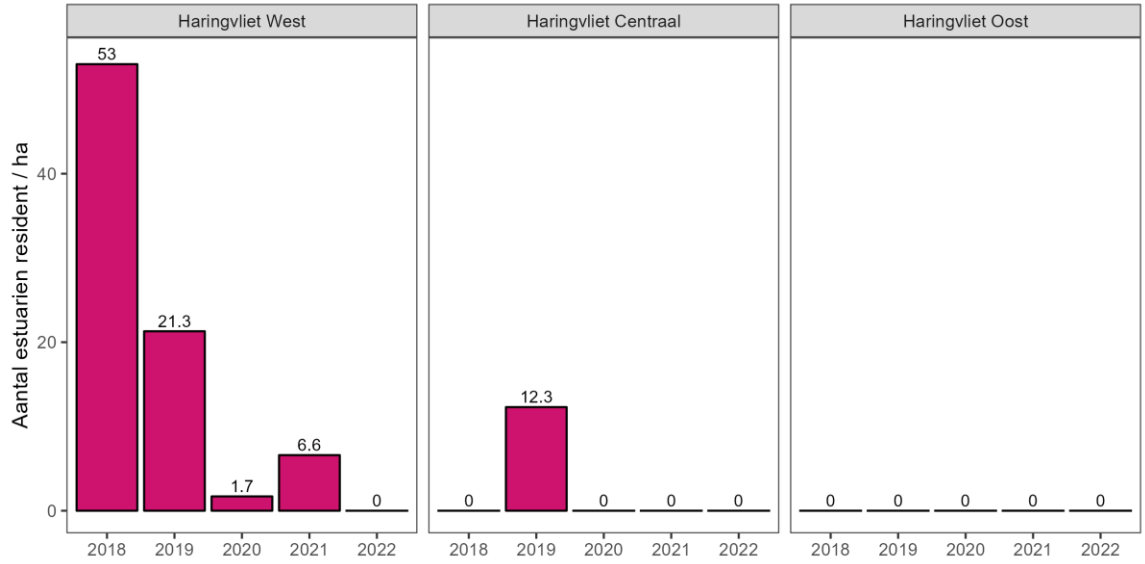
Tabel 8: Criteria, referentiewaarden en corresponderende scores voor de beoordeling van afzonderlijke zegentrekken binnen de polyhaline zone.

Criteria	Referentiewaarden en scores - polyhaline zone				
	1	2	3	4	5
Basisindex					
Soortenrijkdom (totaal aantal soorten)	≤4	4-6		7	≥8
Marien juveniele soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<6%	≥6-<10%	≥10-<12%	≥12-<13%	≥13%
Aantal soorten	≤1			2	≥3
Estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<61%	≥61-<77%	≥77-<85%	≥85-<87%	≥87%
Aantal soorten	0	1	2		≥3
Diadrome soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<4%	≥4-<7%	≥7-<15%	≥15-<29%	≥29%
Aantal soorten	≤1				≥2
Piscivore soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<7%	≥7-<10%	≥10-<12%	≥12-<13%	≥13%
Aantal soorten	≤2		3	4	≥5
Exotische soorten					
Aandeel in visgemeenschap	0				≥1
Aantal soorten	≥1				0
Verstoringsgevoelige estuarien residente soorten					
Aandeel in visgemeenschap	<5%	≥5-<7%	≥7-<16%	≥16-<34%	≥34%
Aantal soorten	0		1		≥2
Bonus					
Stromingsminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0%
Aantal soorten					≥1
Plantminnende soorten					
Aandeel in visgemeenschap					>0
Aantal soorten					≥1

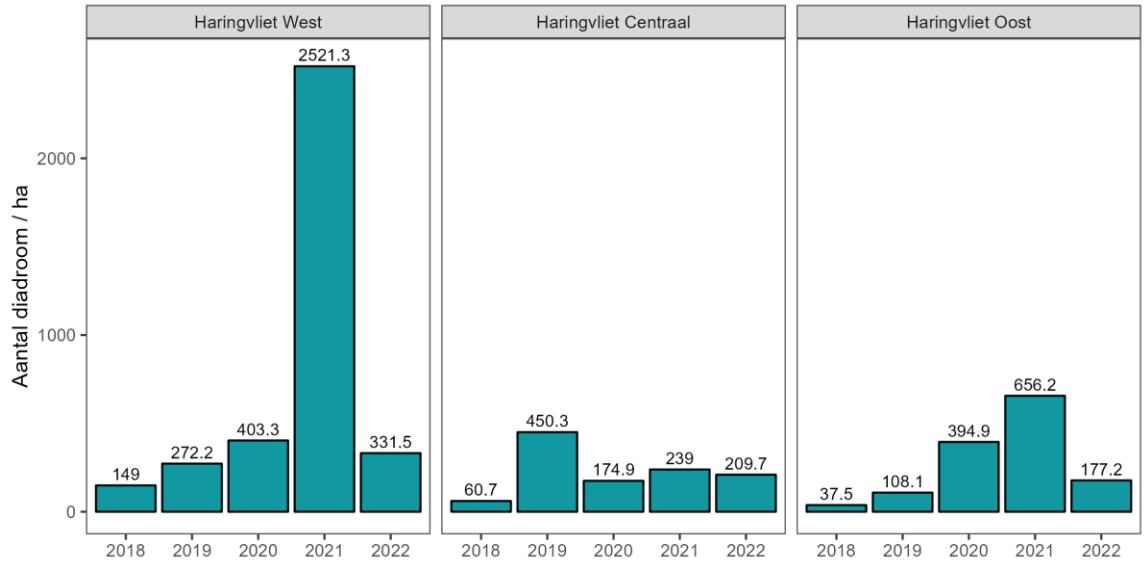
Bijlage 4: Aanvullende figuren vergelijking tussen jaren 2018-2020



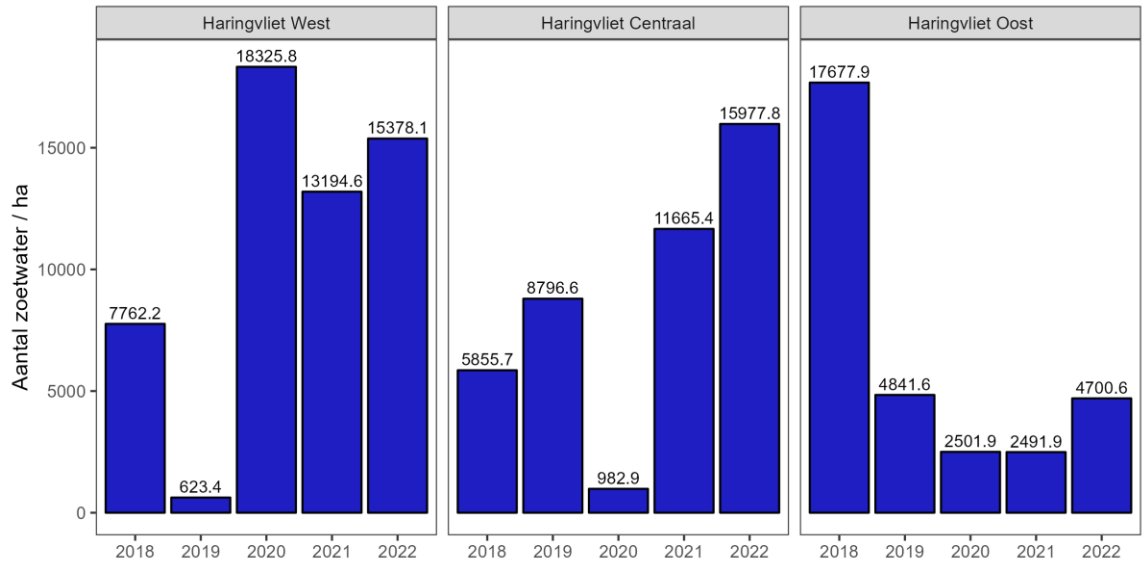
Figuur 1: Dichtheden voor het gilde van de mariene juvenielen voor de gebieden Haringvliet West, Haringvliet Centraal en Haringvliet Oost.



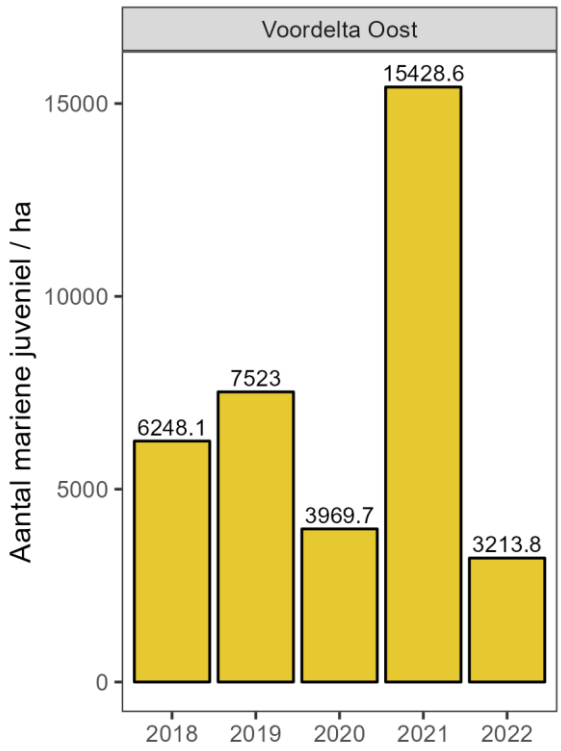
Figuur 2: Dichtheden voor het gilde van de estuarien residenten voor de gebieden Haringvliet West, Haringvliet Centraal en Haringvliet Oost.



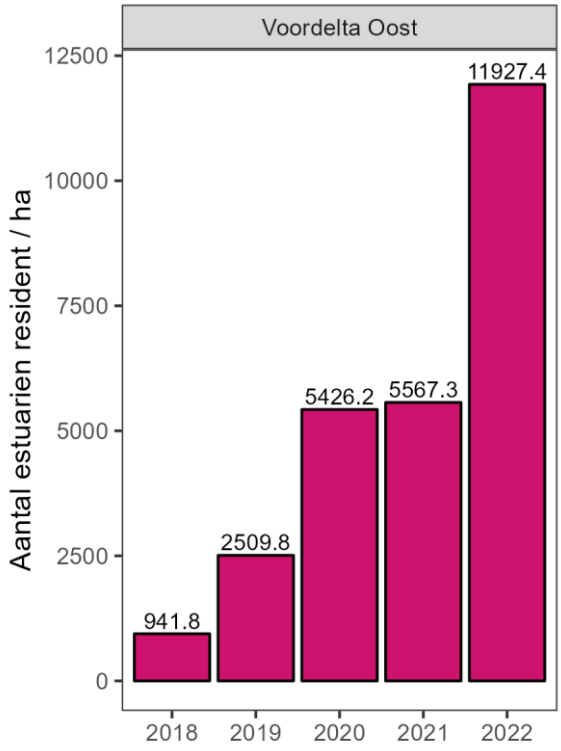
Figuur 3: Dichtheden voor het gilde van de diadromen voor de gebieden Haringvliet West, Haringvliet Centraal en Haringvliet Oost.



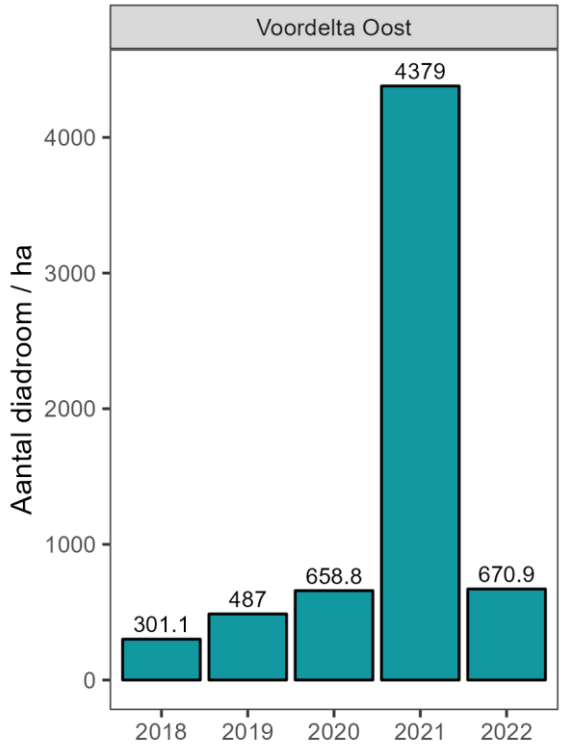
Figuur 4: Dichtheden voor het gilde van de zoetwatervissen voor de gebieden Haringvliet West, Haringvliet Centraal en Haringvliet Oost.



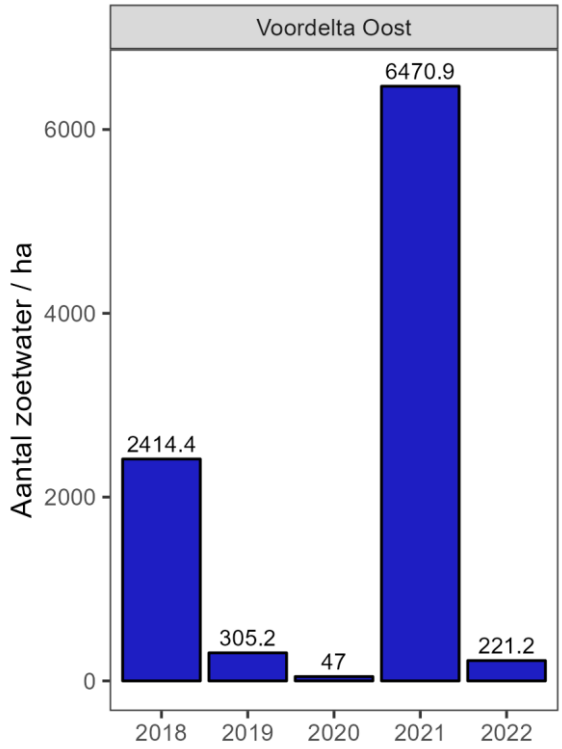
Figuur 5: Dichtheden voor het gilde van de marien juvenielen voor de Voordelta Oost.



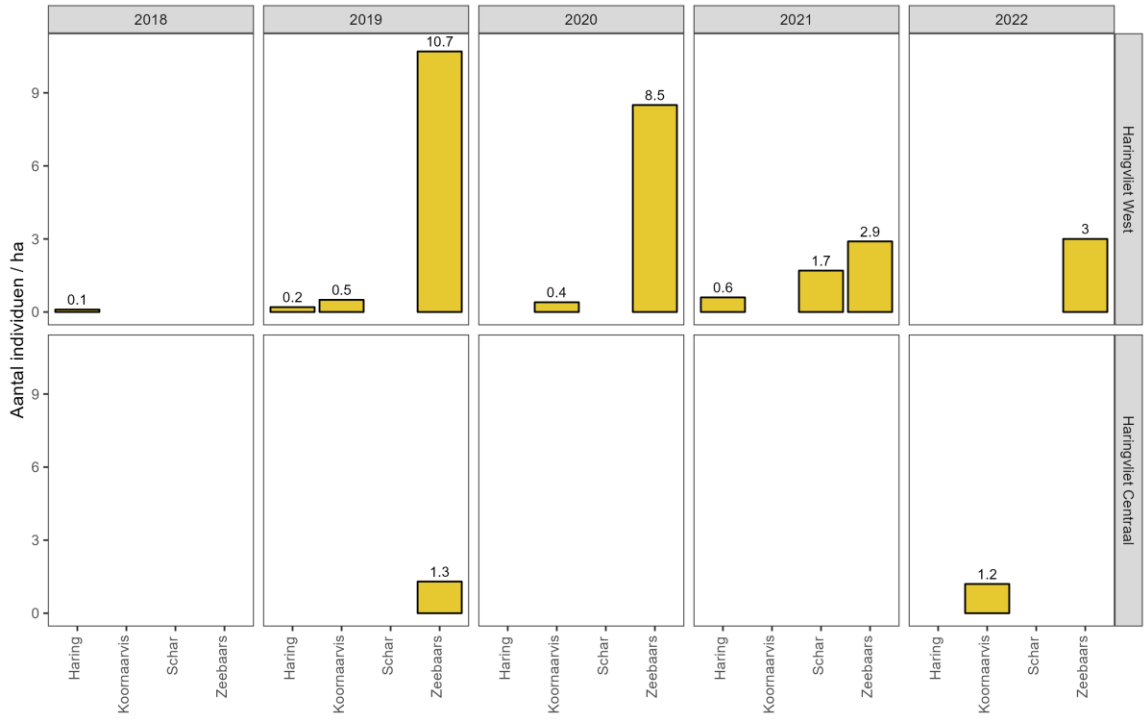
Figuur 6: Dichtheden voor het gilde van de estuarien residenten voor de Voordelta Oost.



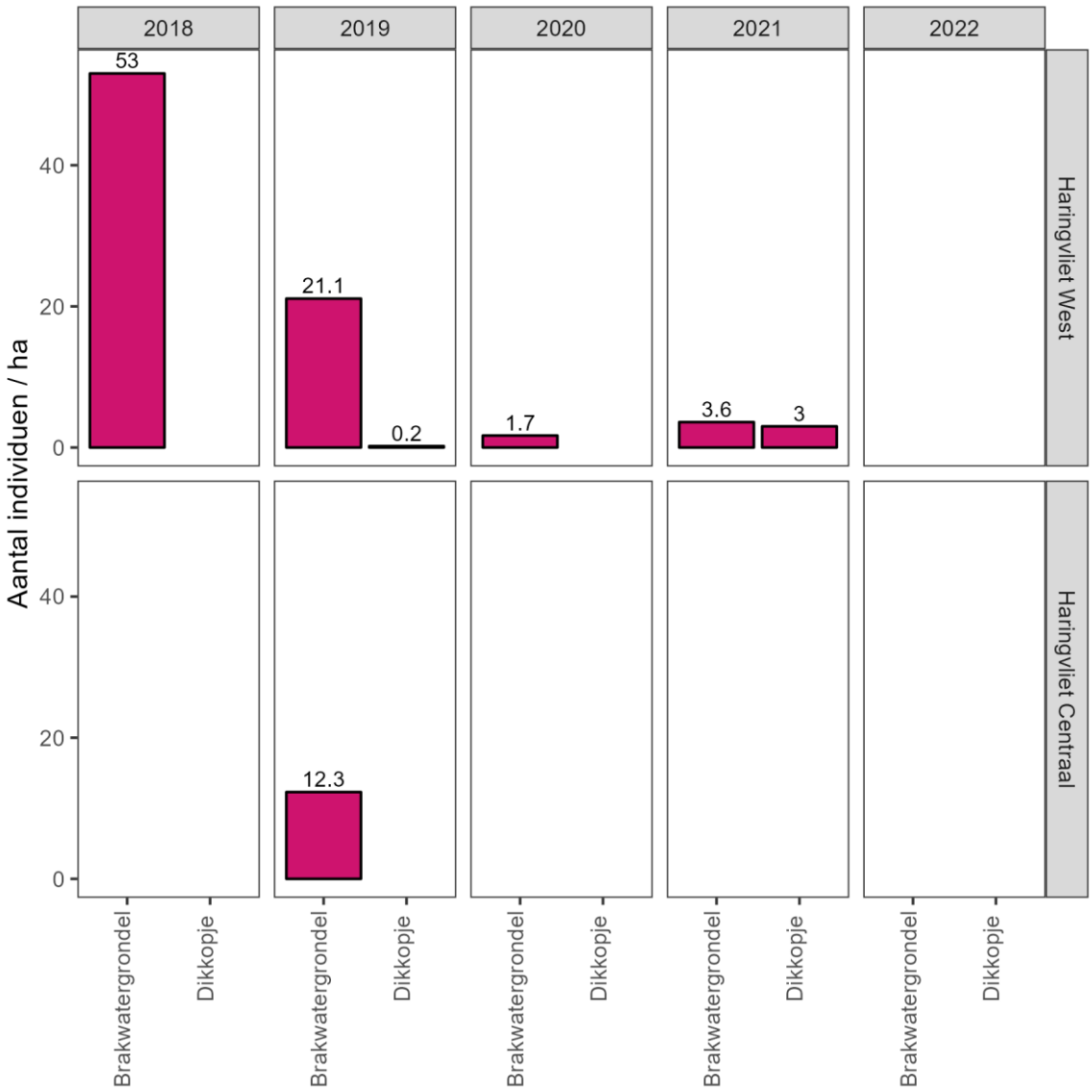
Figuur 7: Dichtheden voor het gilde van de diadromen voor de Voordelta Oost.



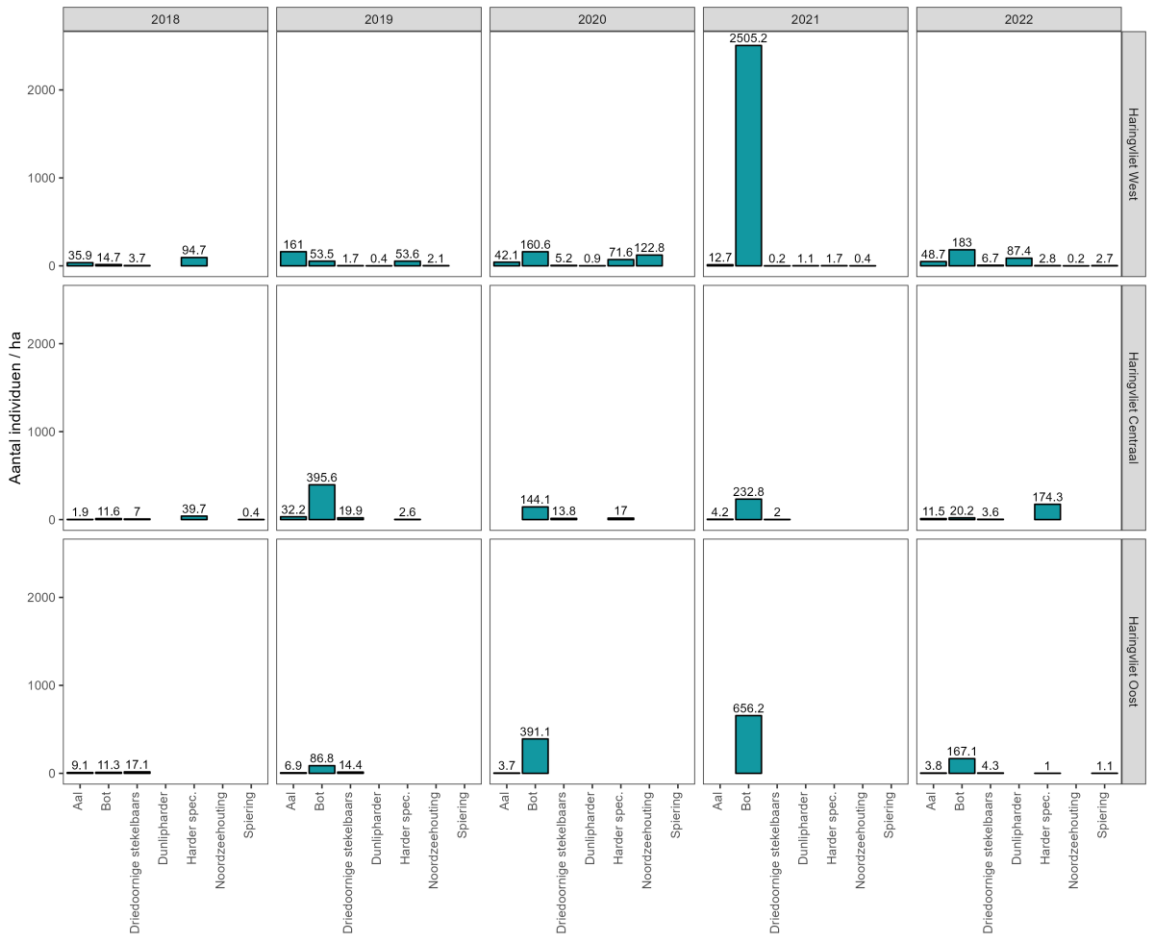
Figuur 8: Dichtheden voor het gilde van de zoetwatervissen voor de Voordelta Oost.



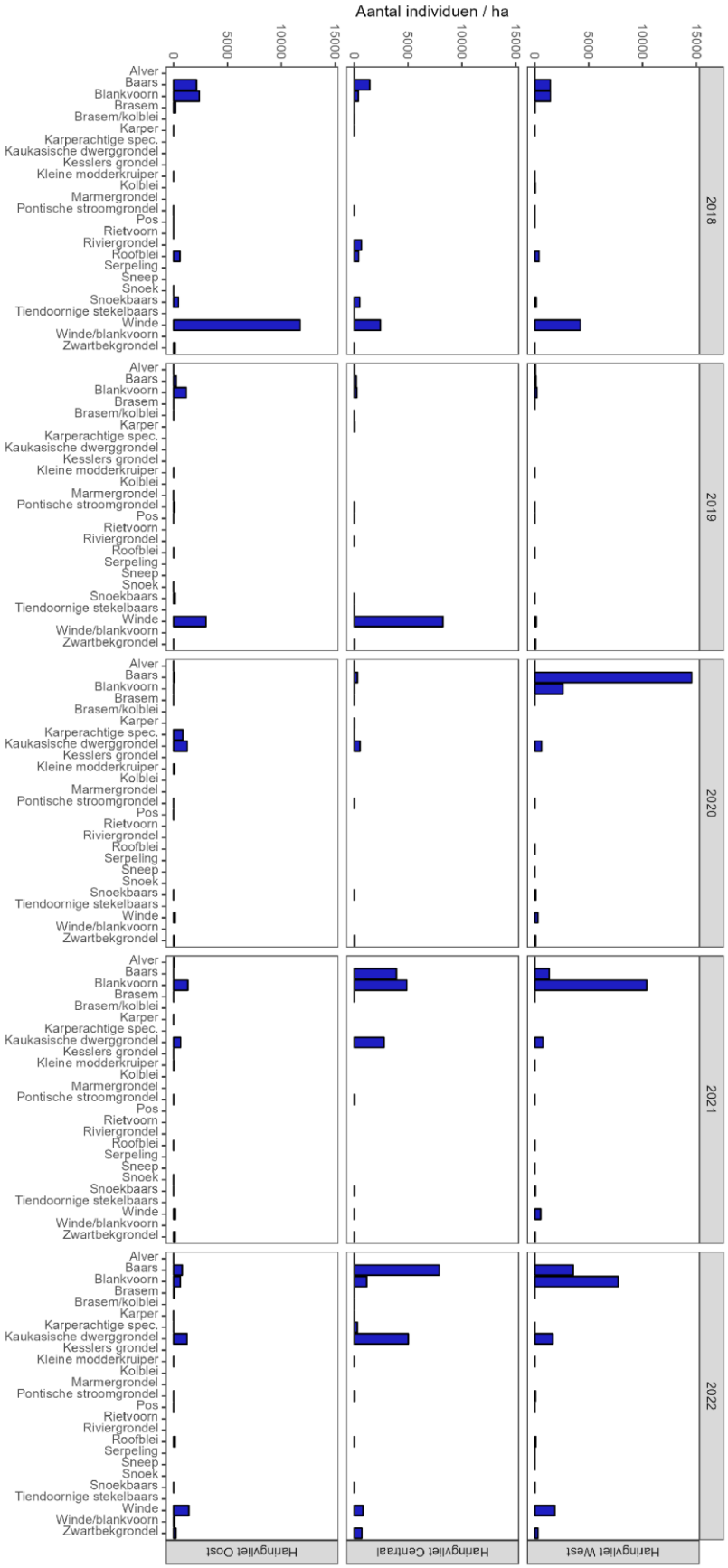
Figuur 9: Dichtheden voor de soorten van het gilde van de marien juvenielen voor de gebieden van het Haringvliet waar dit gilde is aangetroffen, Haringvliet West en Haringvliet Centraal.



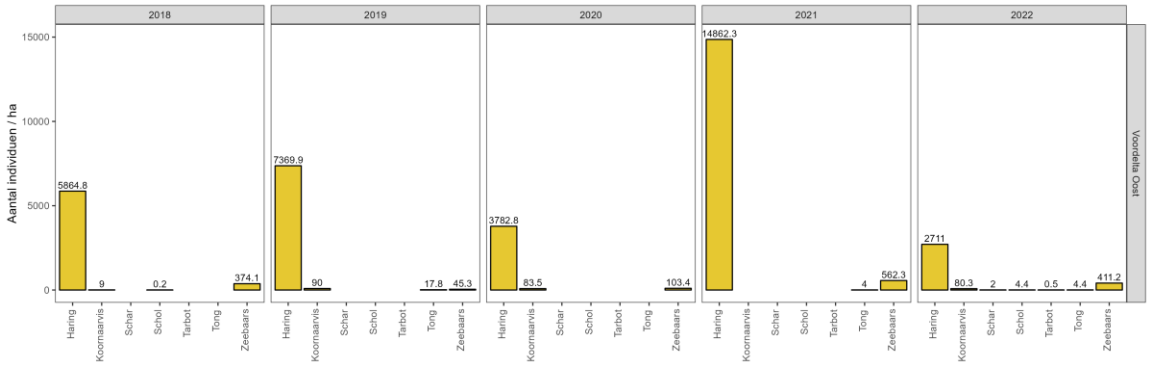
Figuur 10: Dichtheden voor de soorten van het gilde van de estuarien residenten voor de gebieden van het Haringvliet waar dit gilde is aangetroffen, Haringvliet West en Haringvliet Centraal.



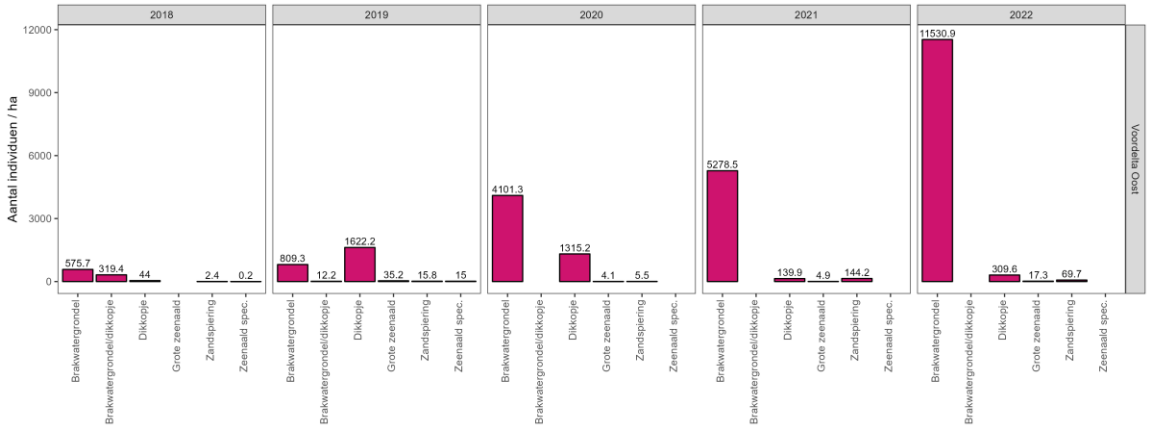
Figuur 11: Dichtheden voor de soorten van het gilde van de diadromen voor de gebieden Haringvliet West, Haringvliet Centraal en Haringvliet Oost.



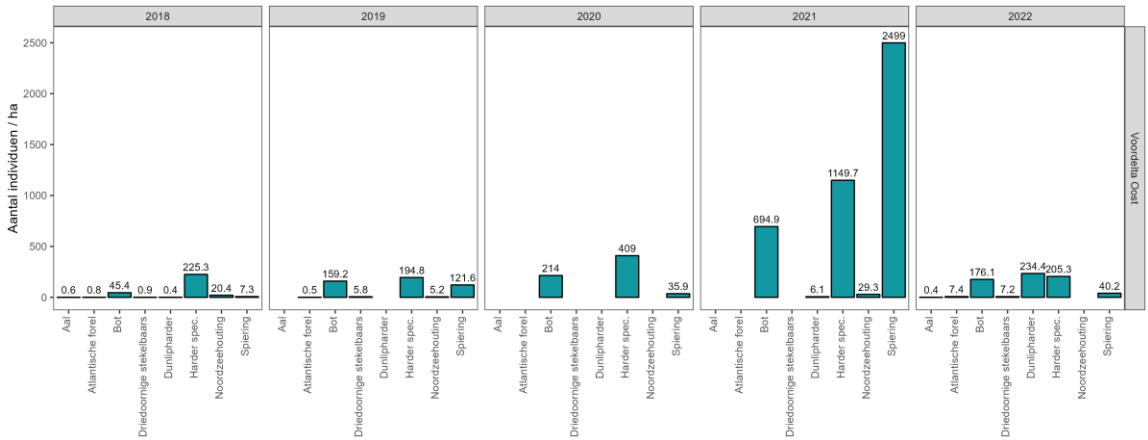
Figuur 12: Dichtheden voor de soorten van het gilde van de zoetwatervissen voor de gebieden Haringvliet West, Haringvliet Centraal en Haringvliet Oost.



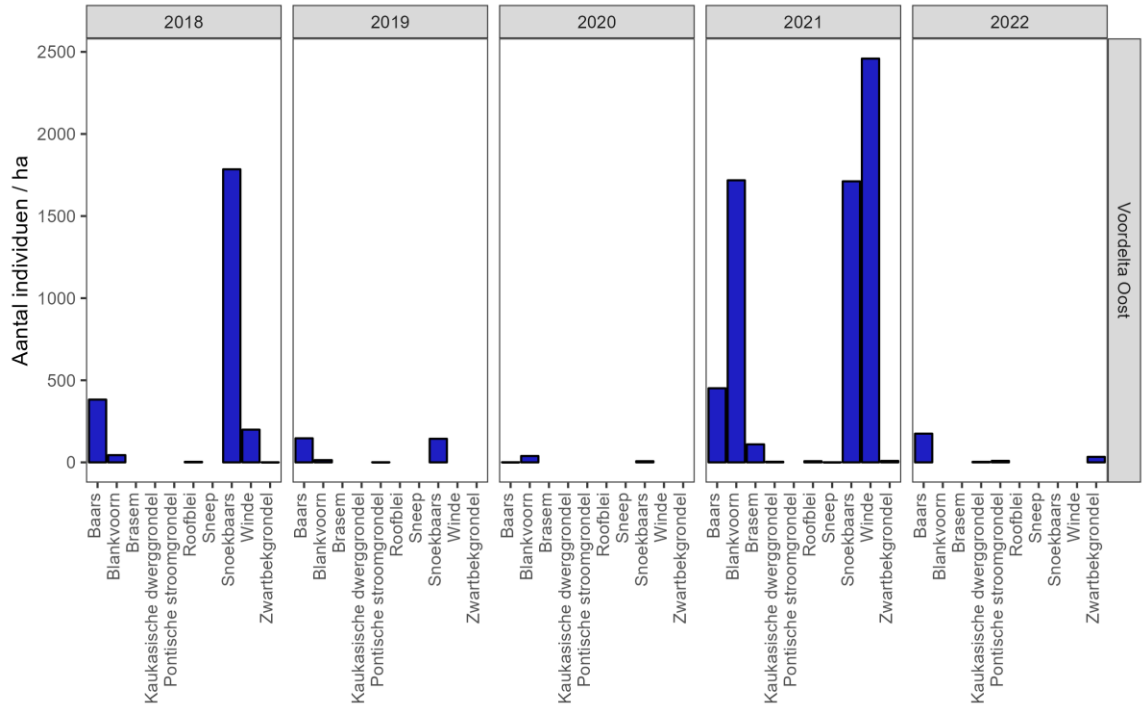
Figuur 13: Dichtheden voor de soorten van het gilde van de marien juvenielen voor de Voordelta Oost.



Figuur 14: Dichtheden voor de soorten van het gilde van de estuarien residenten voor de Voordelta Oost.

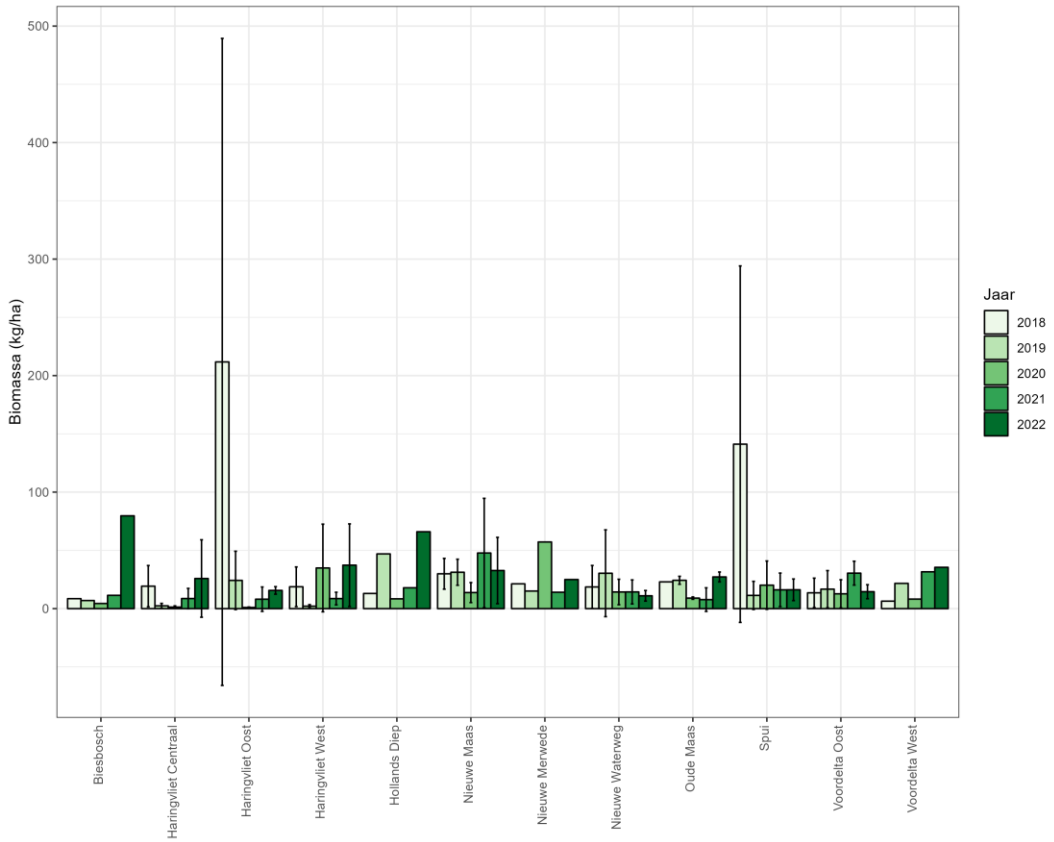


Figuur 15: Dichtheden voor de soorten van het gilde van de diadromen voor de Voordelta Oost.

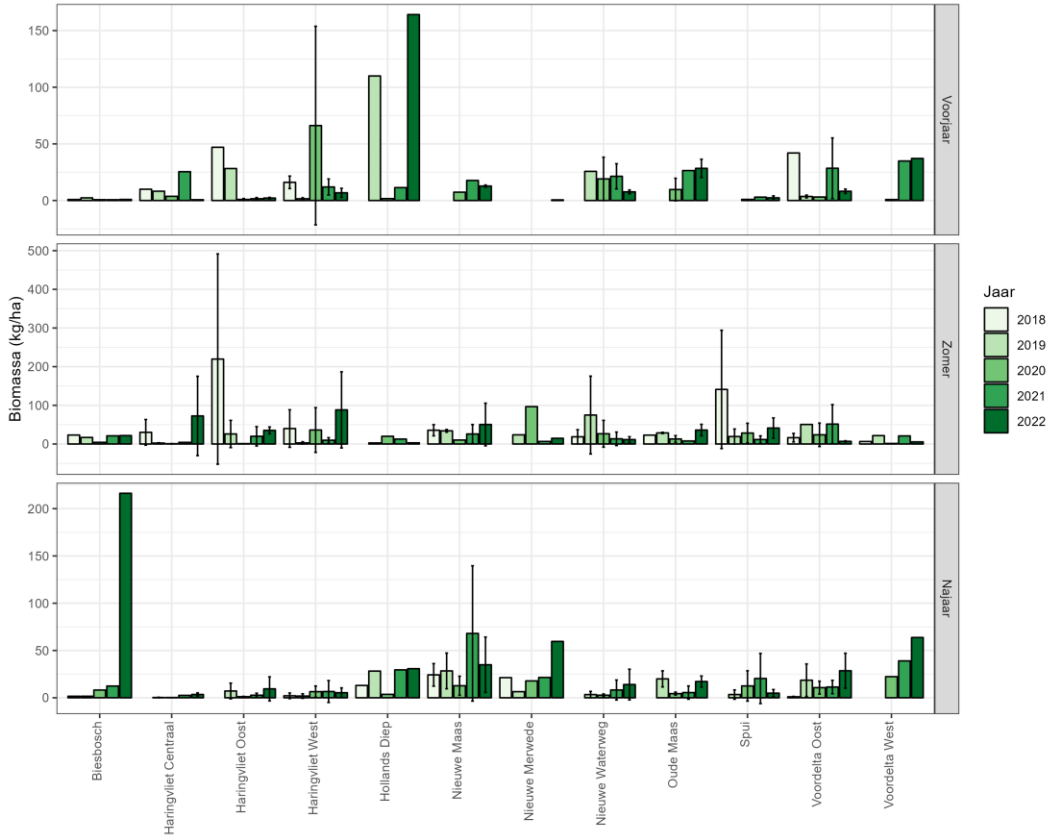


Figuur 16: Dichtheden voor de soorten van het gilde van de zoetwatervissen voor de Voordelta Oost.

Bijlage 5: Aanvullende figuren biomassa

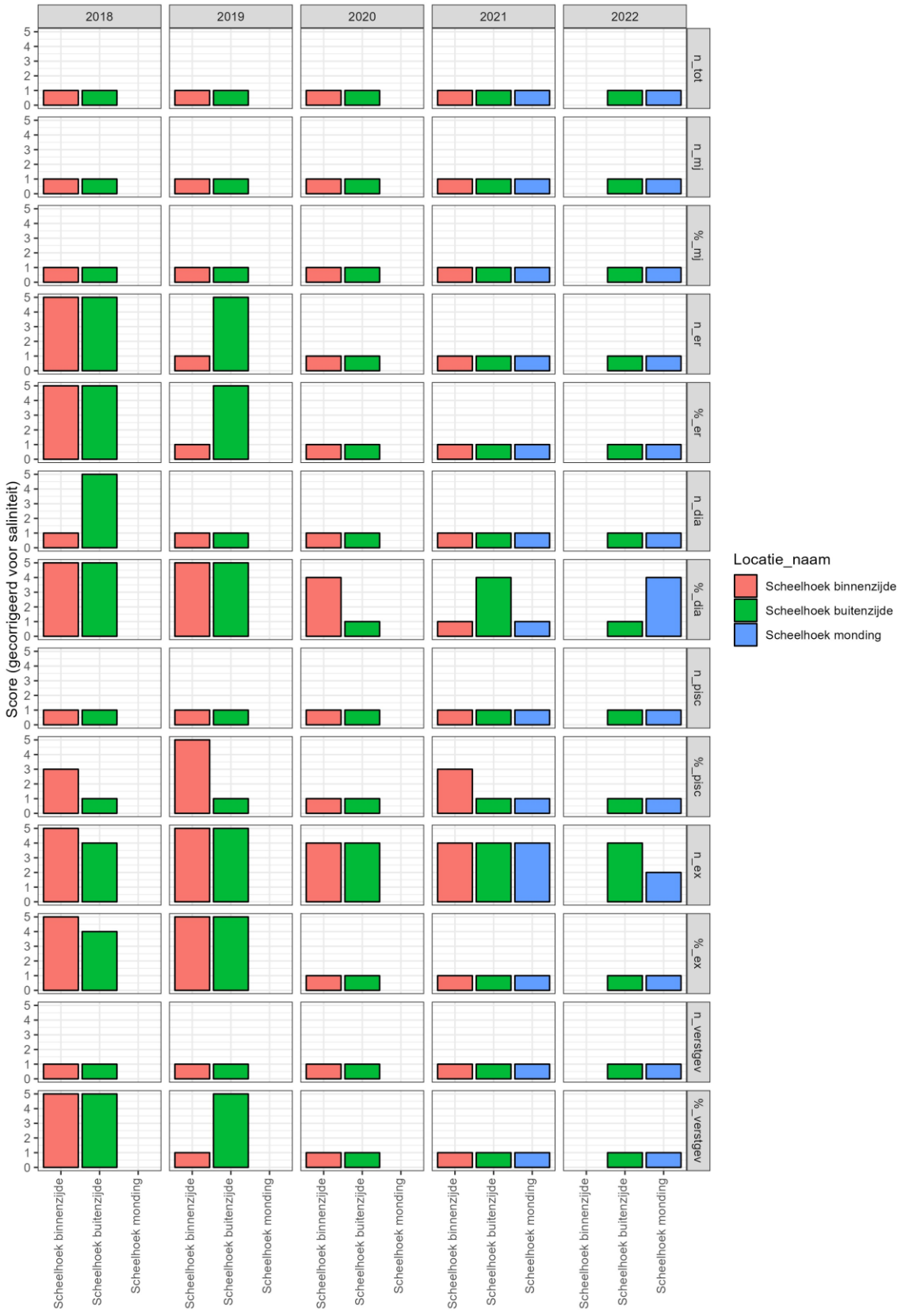


Figuur 1: Gemiddelde biomassa (kg/ha) per gebied per bemonsteringsjaar, gebaseerd op de jaargemiddelden per monsterlocatie. Dit is inclusief een aantal vissen dat niet op naam gebracht kon worden, en daarom in de overige analyses niet is meegenomen. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.

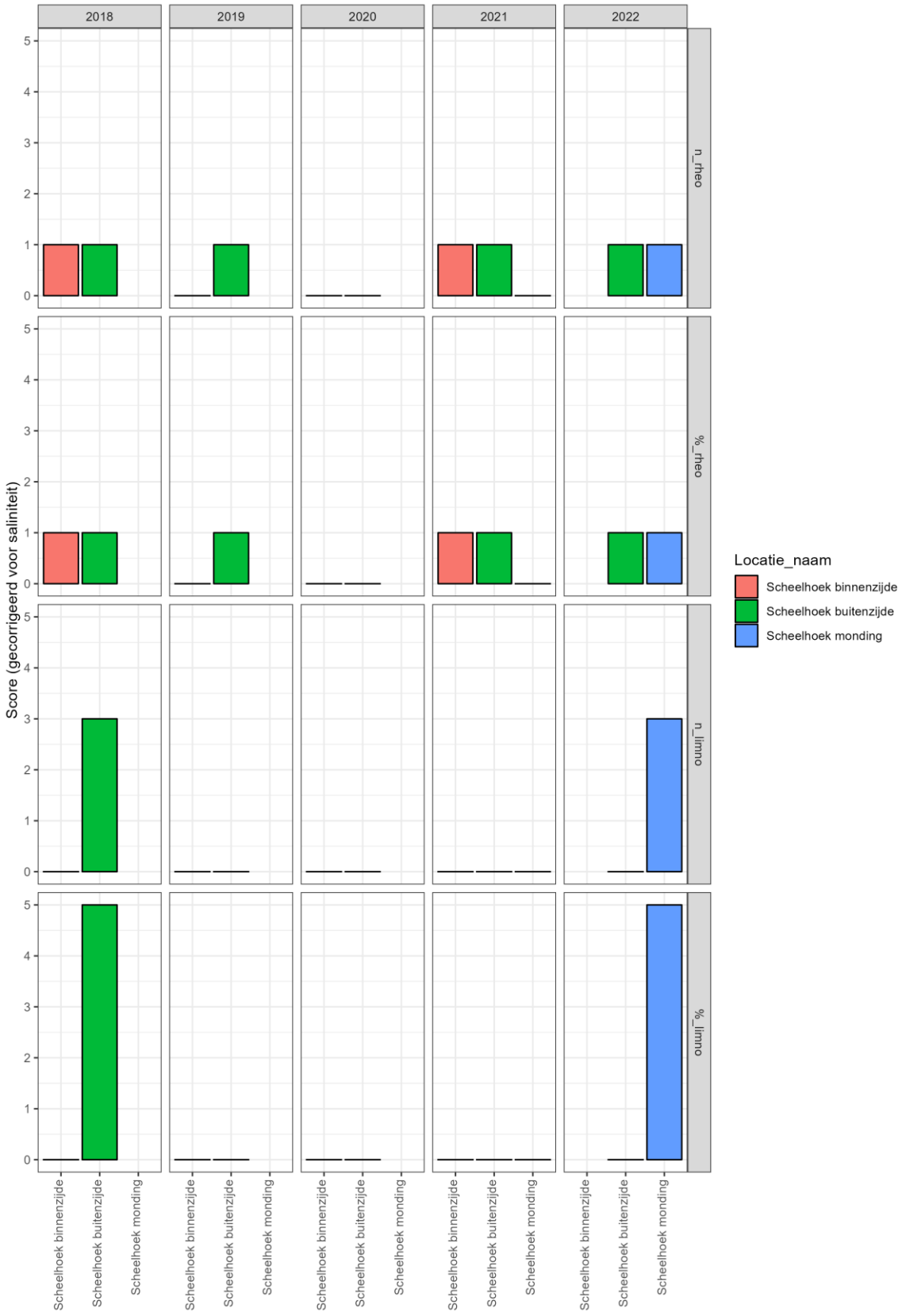


Figuur 2: Gemiddelde biomassa (kg/ha) per gebied per seizoen per bemonsteringsjaar, gebaseerd op de jaargemiddelden per monsterlocatie. Dit is inclusief een aantal vissen dat niet op naam gebracht kon worden, en daarom in de overige analyses niet is meegenomen. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.

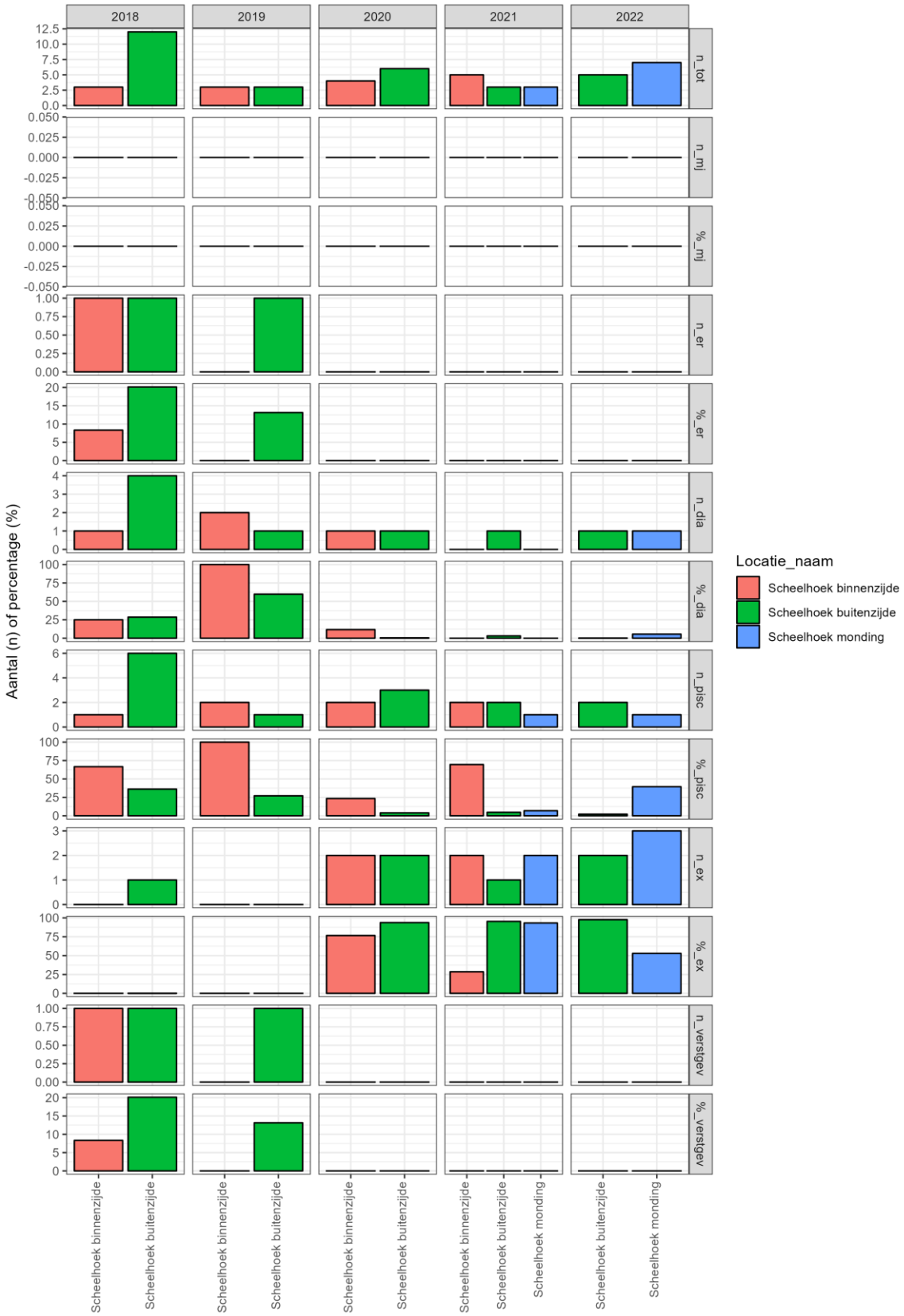
Bijlage 6: Aanvullende figuren diversiteit



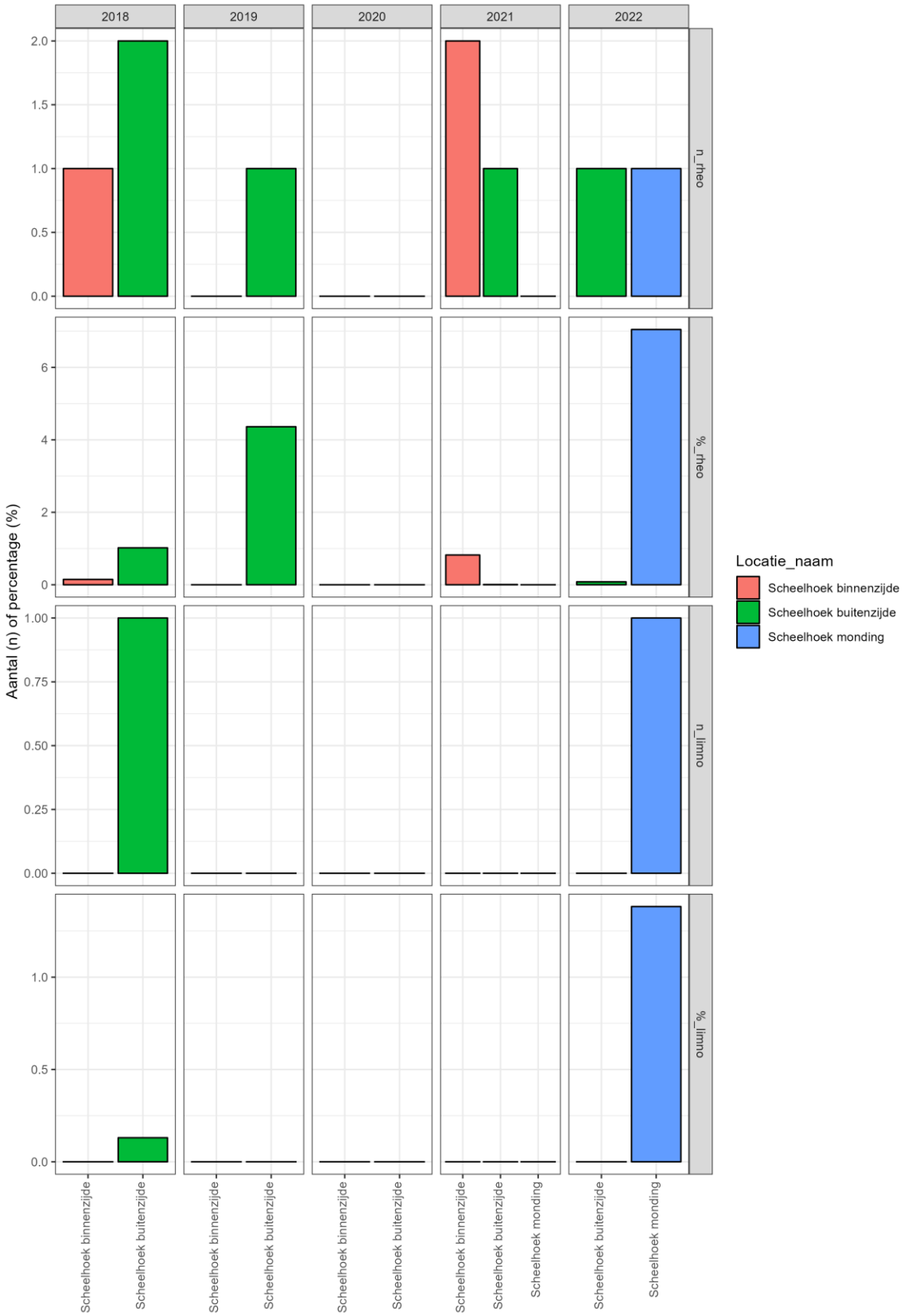
Figuur 1: Overzicht van de behaalde scores per subcriterium van de basisindex, weergegeven per sublocatie van Scheelhoek en per bemonsteringsjaar, waarbij is gecorrigeerd voor saliniteit.



Figuur 2: Overzicht van de behaalde scores per subcriterium van het bonusdeel van de index, weergegeven per sublocatie van Scheelhoek en per bemonsteringsjaar, waarbij is gecorrigeerd voor saliniteit.



Figuur 3: Overzicht van het aantal soorten (n) en het aandeel in de visgemeenschap (%) per gilde, sublocatie en bemonsteringsjaar in Scheelhoek, gebruikt voor de berekening van de basisindex.

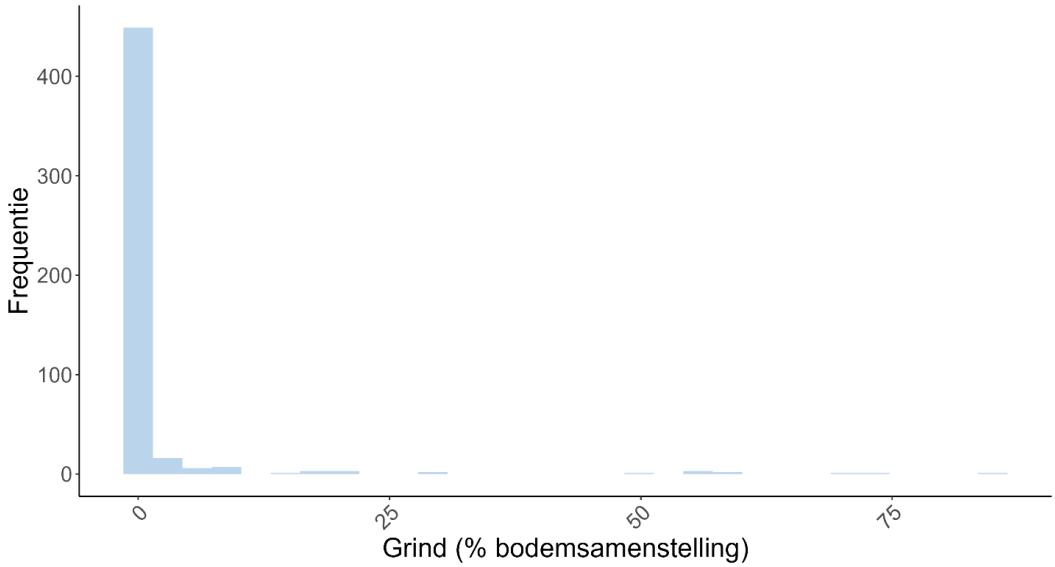


Figuur 4: Overzicht van het aantal soorten (n) en het aandeel in de visgemeenschap (%) per gilde, sublocatie en bemonsteringsjaar in Scheelhoek, gebruikt voor de berekening van het bonusdeel van de index.

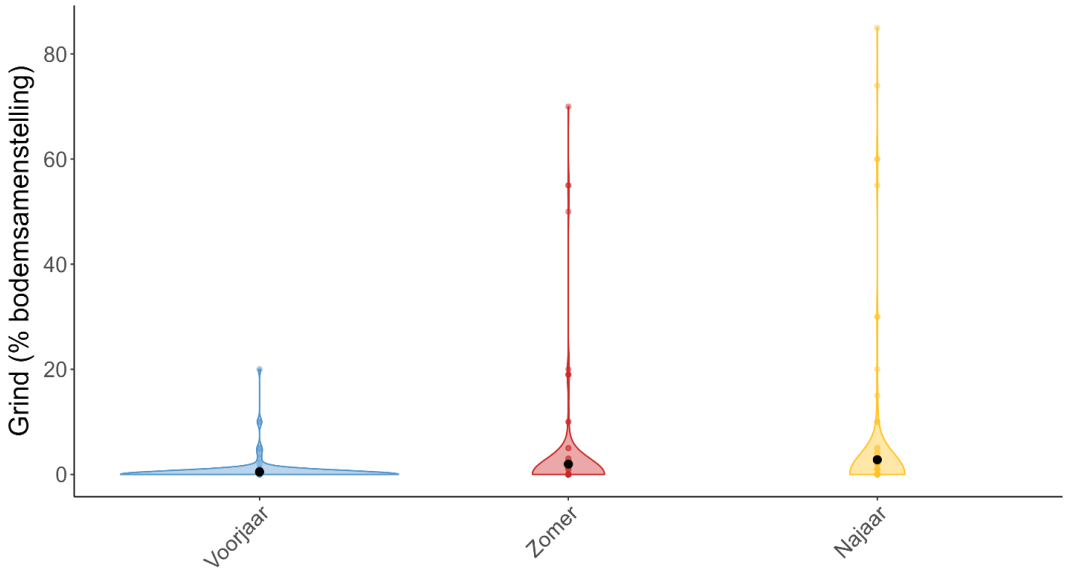
Bijlage 7: Aanvullende figuren habitatparameters

Spreiding en frequentie van habitatparameters

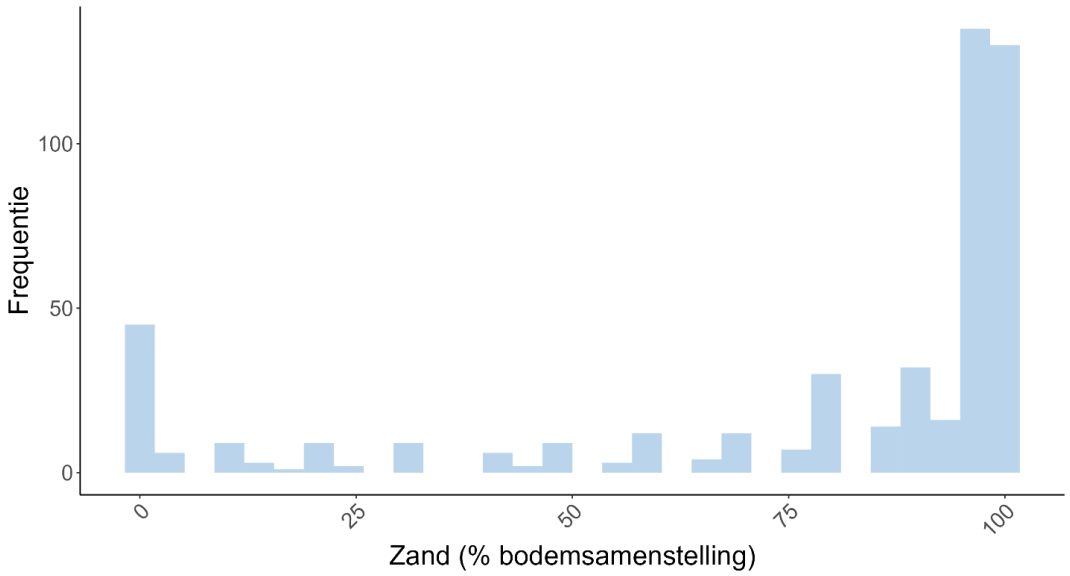
Onderstaande histogrammen tonen voor elk van de gemeten habitatparameters de totale spreiding en frequentie over de drie meegenomen habitatparameterjaren (2020, 2021, 2022; voor een totaal van 496 zegentrekken). De daarbij weergegeven violin plots tonen dezelfde data, gespreid tussen de seizoenen waarin gemeten is (voorjaar, zomer en najaar). De histogram en violin plot voor aandeel stenen in de bodem en bedekking vegetatie staan weergegeven in de rapportage (figuur 7.1 en 7.2).



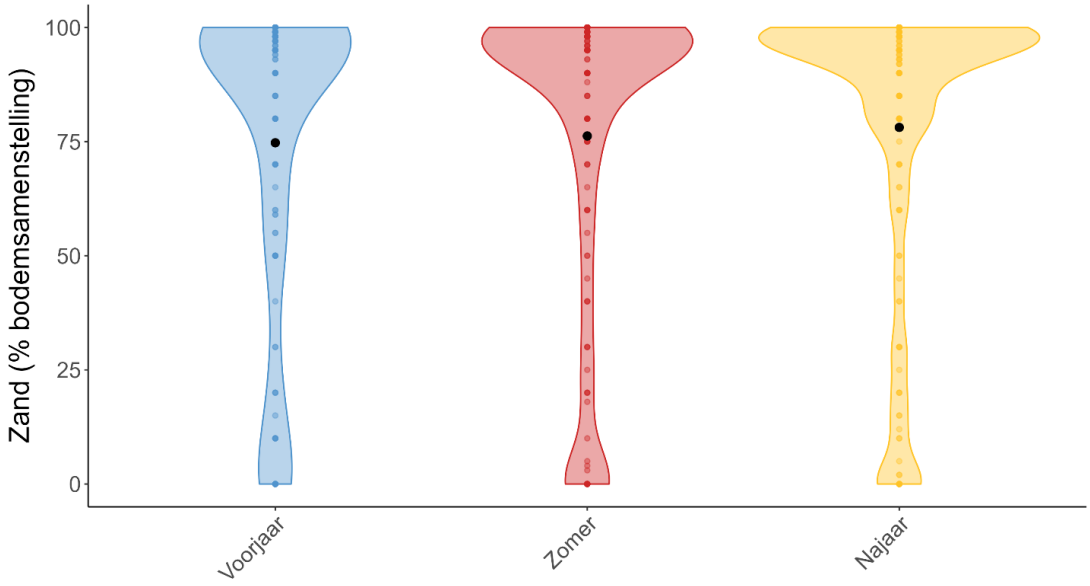
Figuur 1: Spreiding van het aandeel grind in de bodemsamenstelling (%) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



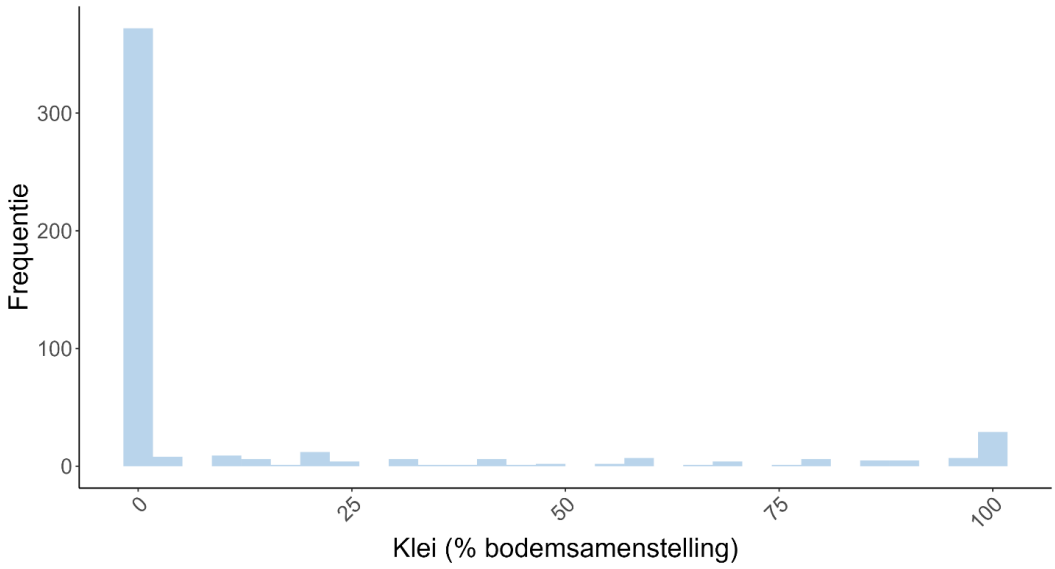
Figuur 2: Spreiding van het aandeel grind in de bodemsamenstelling (%) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.



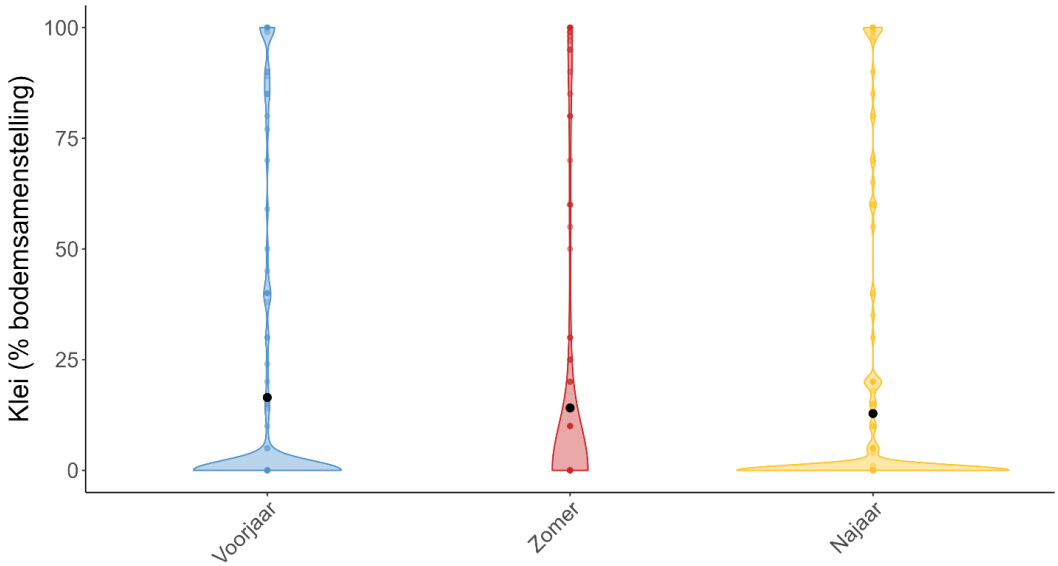
Figuur 3: Spreiding van het aandeel zand in de bodemsamenstelling (%) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



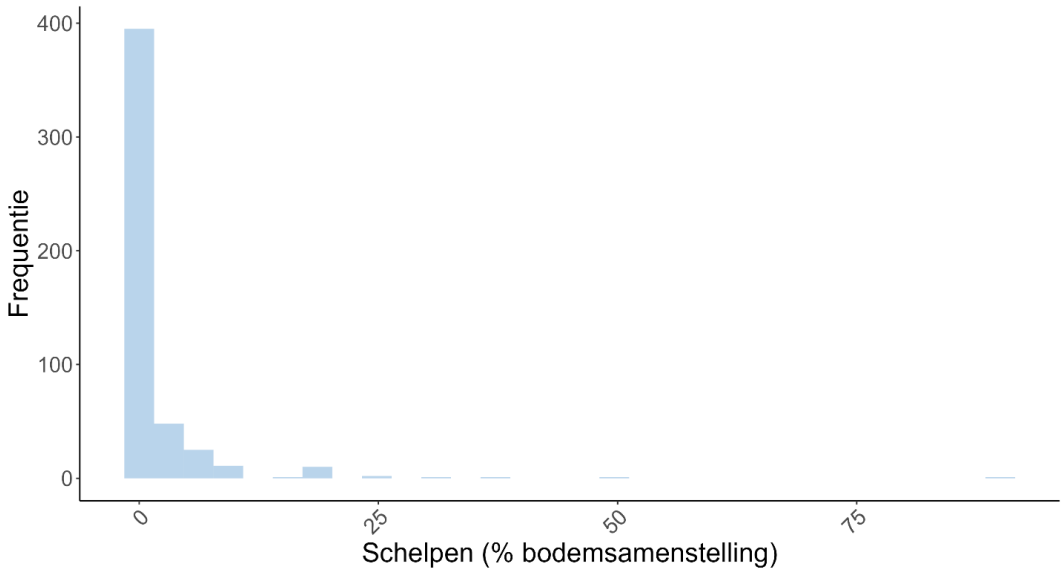
Figuur 4: Spreiding van het aandeel zand in de bodemsamenstelling (%) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.



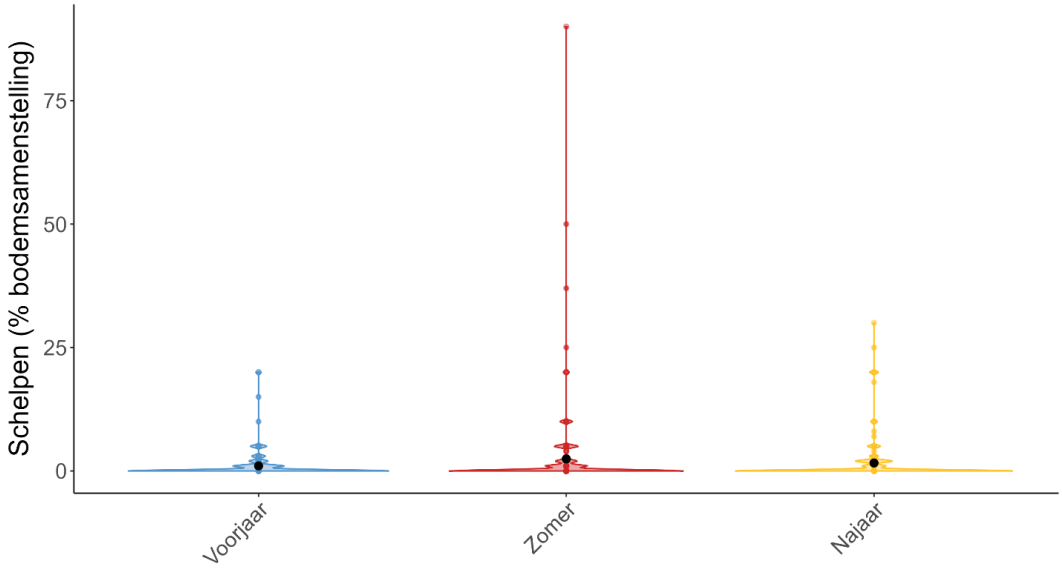
Figuur 5: Spreiding van het aandeel klei in de bodemsamenstelling (%) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



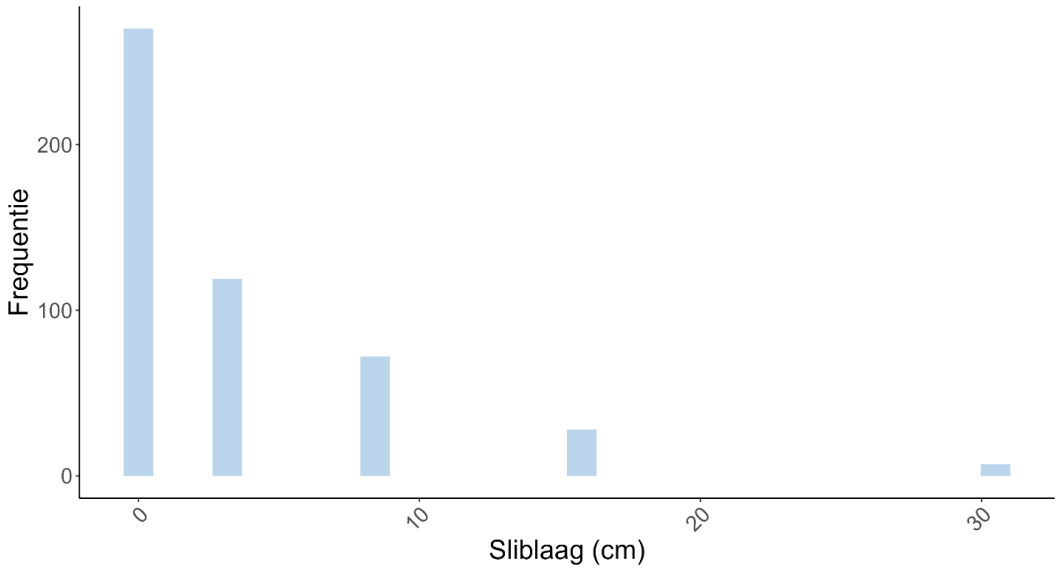
Figuur 6: Spreiding van het aandeel klei in de bodemsamenstelling (%) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.



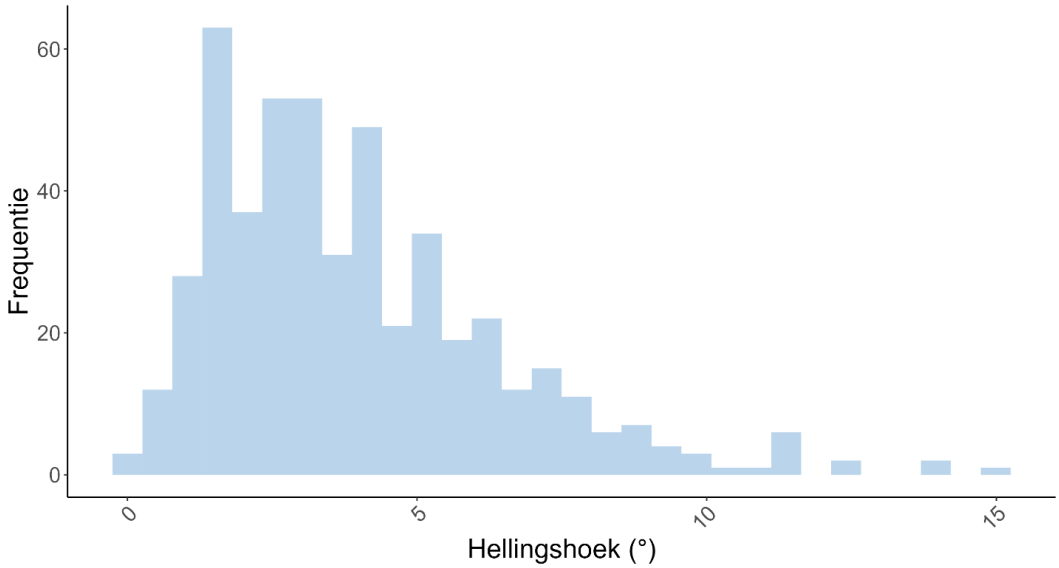
Figuur 7: Spreiding van het aandeel schelpen in de bodemsamenstelling (%) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



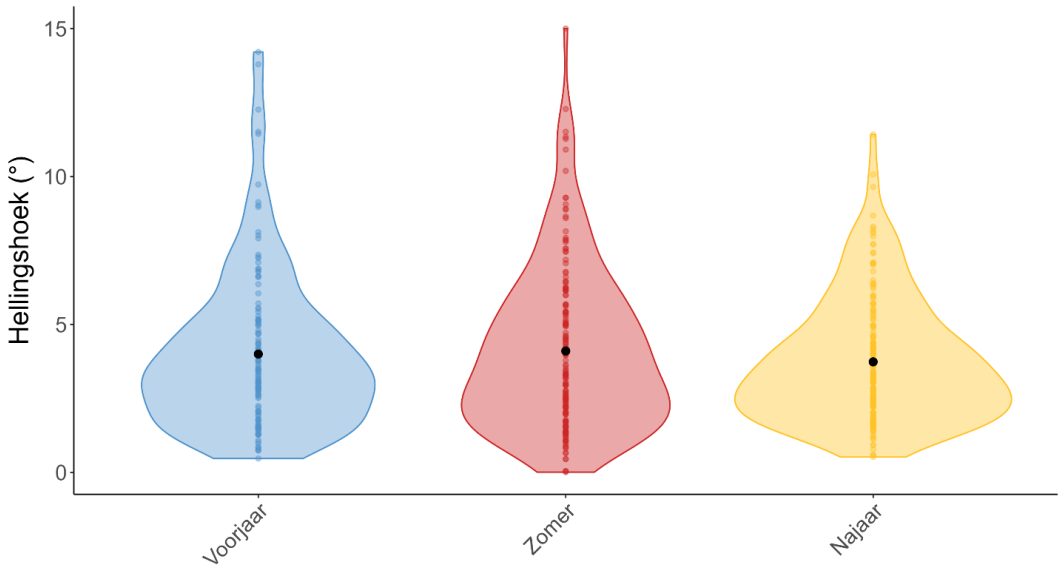
Figuur 8: Spreiding van het aandeel schelpen in de bodemsamenstelling (%) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.



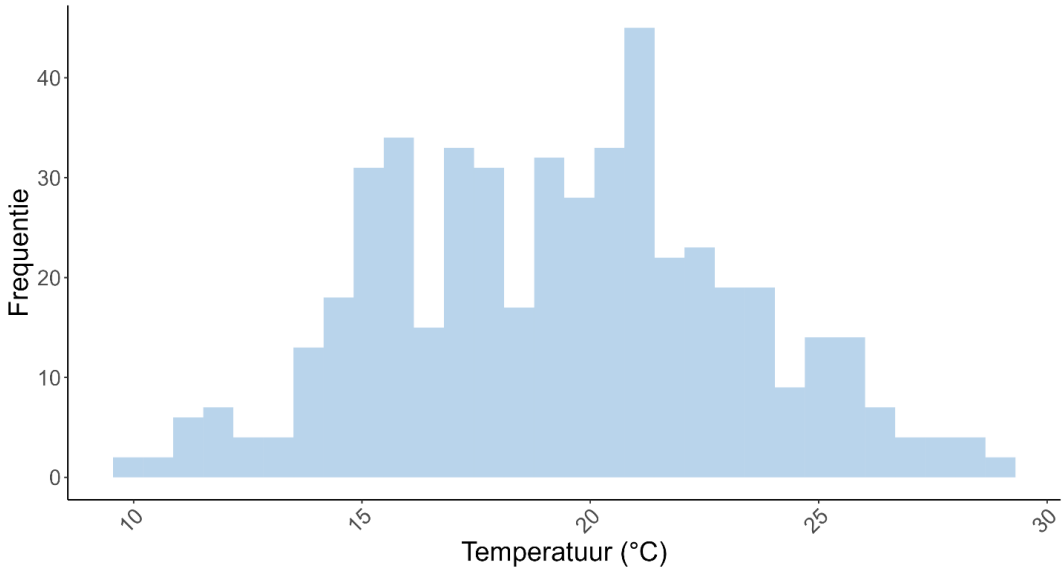
Figuur 9: Spreiding in de dikte van de sliblaag (cm) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



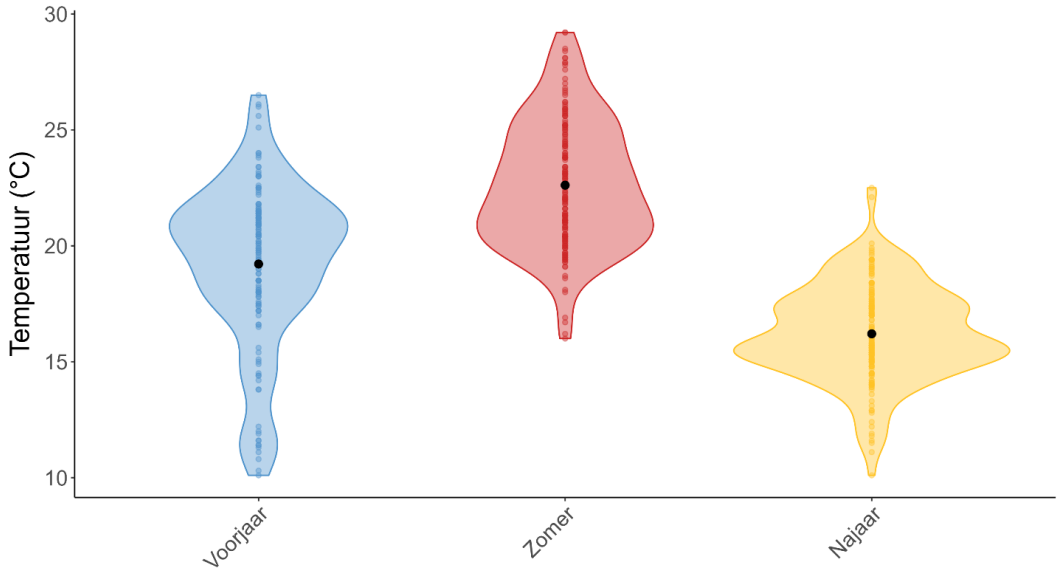
Figuur 10: Spreiding van de hellingshoek (°) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



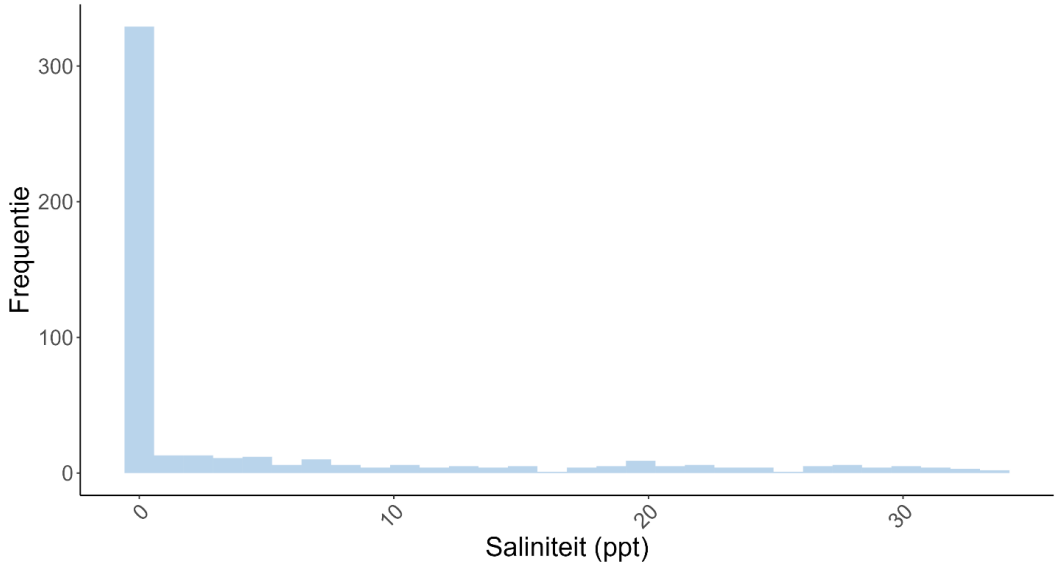
Figuur *11: Spreiding van de hellingshoek (°) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.*



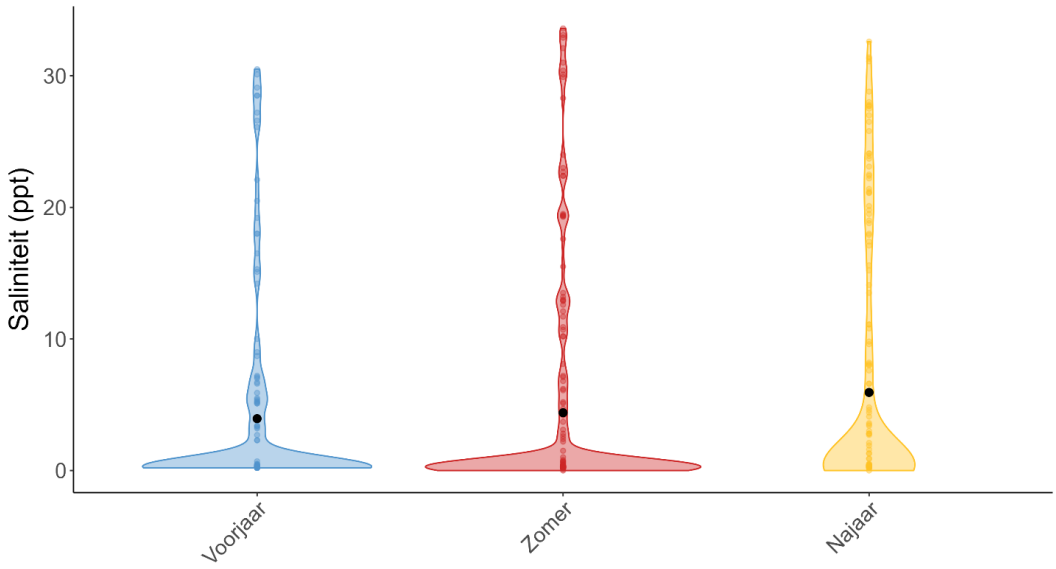
Figuur 12: Spreiding van de temperatuur (°C) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



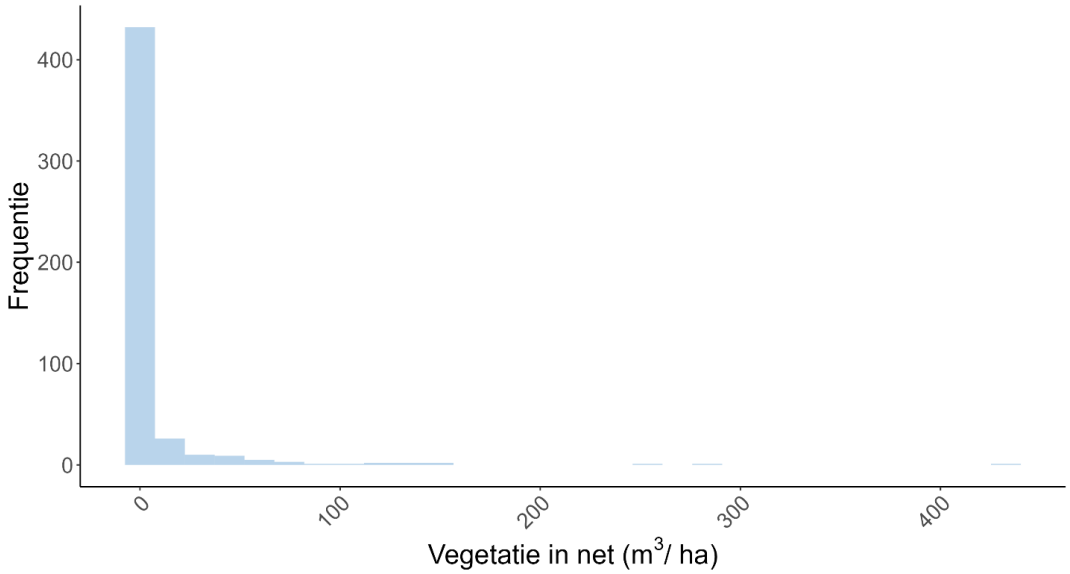
Figuur 13: Spreiding van de temperatuur (°C) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.



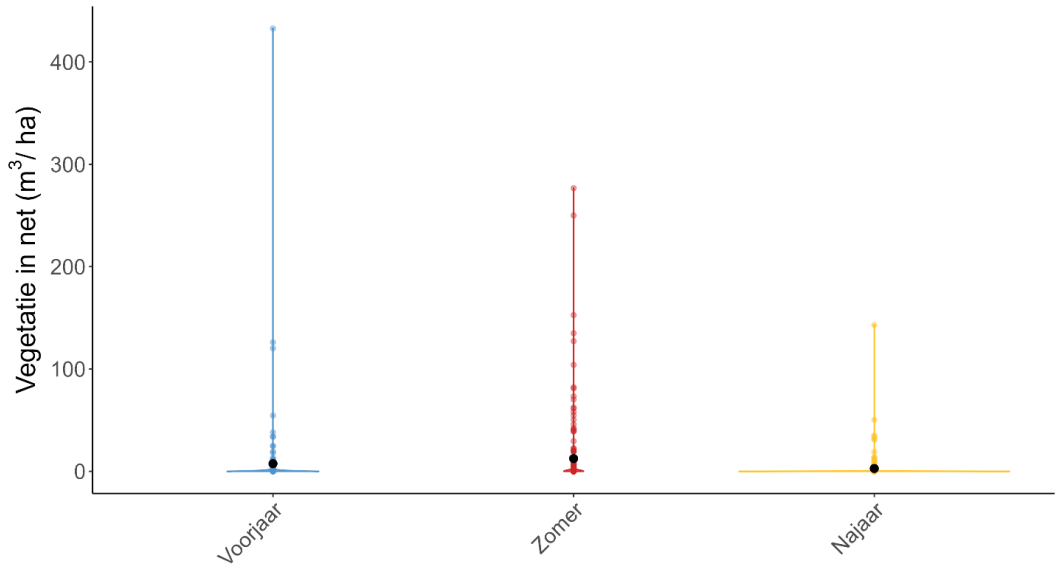
Figuur 14: Spreiding van de saliniteit (ppt) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



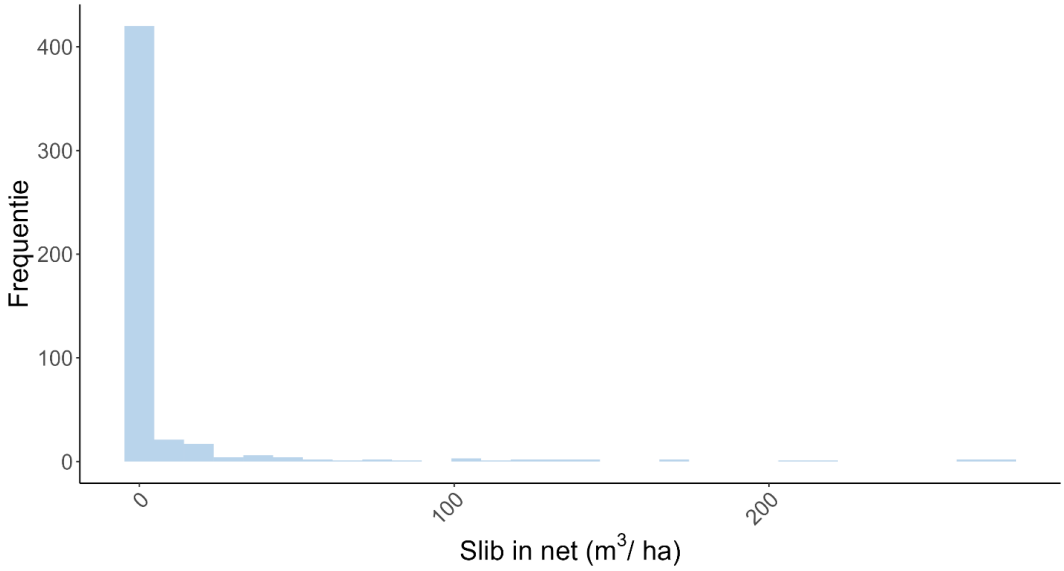
Figuur 15: Spreiding van de saliniteit (ppt) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.



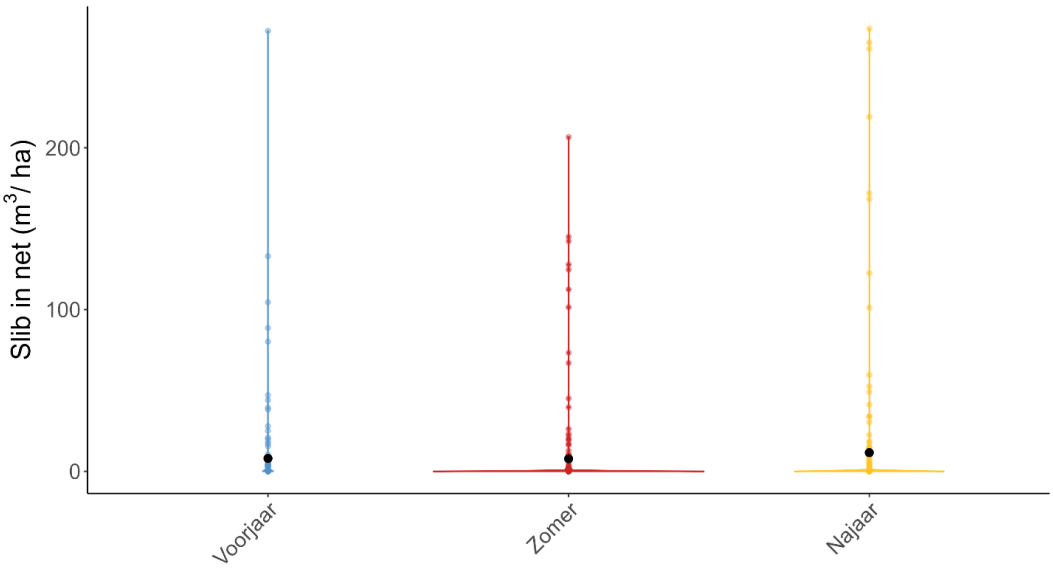
Figuur 16: Spreiding van het volume vegetatie meegekomen in het net tijdens de zegentrek (m³/ ha) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



Figuur 17: Spreiding van het volume vegetatie meegekomen in het net tijdens de zegentrek (m³/ ha) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.



Figuur 18: Spreiding van het volume slib meegekomen in het net tijdens de zegentrek (m³/ ha) binnen de gemeten locaties gedurende 2020, 2021 en 2022.



Figuur 19: *Spreiding van het volume slib meegekomen in het net tijdens de zegentrek (m³/ ha) binnen de gemeten locaties gedurende het voorjaar, de zomer, en het najaar.*

RDAs

Tabel 1 toont een overzicht van de soorten die deel uit maken van de verschillende gildes en groepen die in de RDAs behandeld worden.

Tabel 1: Overzicht van groepselectie gebruikt in de uitgevoerde Redundancy analyses (RDAs) en daar bijhorende ordinogrammen, en welke vissoorten in deze groepen meegenomen waren.

RDA figuren (groepen)	Soorten
Alle soorten	Alle gevangen soorten
Sterk correlerende soorten	Baars, Blankvoorn, Bot, Brakwatergrondel, Harder spec., Haring, Kaukasische dwerggrondel, Kolblei, Koornaarvis, Snoekbaars, Winde, Zandspiering, Zwartbekgrondel.
Stromingsminnende soorten	Alver, Barbeel, Blauwneus, Noordzeehouting, Riviergrondel, Roofblei, Serpeling, Sneep, Winde.
Plantminnende soorten	Bittervoorn, Giebel, Kleine modderkruiper, Kroeskarper, Rietvoorn, Ruisvoorn, Snoek, Tiendoornige stekelbaars, Vetje, Zeelt.
Piscivore soorten	Aal, Alver, Atlantische forel, Baars, Bot, Driedoornige stekelbaars, Griet, Groene zeedonderpad, Grote zeenaald, Haring, Horsmakreel, Koornaarvis, Roofblei, Schar, Smelt, Snoek, Snoekbaars, Spiering, Tarbot, Vijfdradige meun, Winde, Zeebaars, Zeedonderpad.
Exoten	Blauwneus, Blauwband, Donaubrasem, Giebel, Kaukasische dwerggrondel, Kesslers grondel, Marmergrondel, Pontische stroomgrondel, Witvingrondel, Zonnebaars, Zwartbekgrondel.
Meest voorkomende soorten (10)	Blankvoorn, Winde, Baars, Kaukasische dwerggrondel, Haring, Brakwatergrondel, *Winde/Blankvoorn*, Zwartbekgrondel , *Karperachtige spec.*, Bot, Zandspiering, Snoekbaars.

Vaakst voorkomende soorten (10)	Bot, Zwartbekgrondel, Kaukasische dweggrondel, Baars, Winde, Blankvoorn, Roofblei, Pontische stroomgrondel, Snoekbaars, Alver.
Estuarien resident waarvan verstoringsgevoelig ja/nee	Brakwatergrondel, Dikkopje, Grote zeenaald, Zeenaald spec./ Botervis, Zandspiering, Groene zeedonderpad.
Marien juveniel	Griet, Haring, Koornaarvis, Schar, Schol, Tarbot, Tong, Zeebaars.
Diadroom	Aal, Atlantische forel, Bot, Driedoornige stekelbaars, Dunlipharder, Harder spec., Noordzeehouting, Spiering.

Vaakst voorkomende soorten

Tabel 2 toont een overzicht van de vaakst voorkomende soorten van de 59 soorten die gevangen zijn gedurende 2020, 2021 en 2021.

Tabel 2: Gevangen vissoorten op volgorde van vaakst voorkomen (aantal zegentrekken). Het voorkomen is aan de hand van alle 496 zegentrekken gedurende 2020, 2021 en 2022.

VISSOORT	VOORKOMEN (AANTAL ZEGENTREKKEN)	AANDEEL VAN HET TOTAAL AANTAL ZEGENTREKKEN (%)
BOT	**324**	65.3
ZWARTBEKGRONDEL	**309**	62.3
KAUKASISCHE DWERGGRONDEL	**278**	56.0
BAARS	**261**	52.6
WINDE	**255**	51.4
BLANKVOORN	**235**	47.4
ROOFBLEI	**169**	34.1
PONTISCHE STROOMGRONDEL	**151**	30.4
SNOEKBAARS	**136**	27.4
ALVER	**119**	24.0
ZEEBAARS	**118**	23.8
BRAKWATERGRONDEL	**111**	22.4
HARING	**97**	19.6
HARDER SPEC.	**96**	19.4
KLEINE MODDERKRUIPER	**87**	17.5
SNEEP	**80**	16.1
BRASEM	**79**	15.9
DIKKOPJE	**67**	13.5
ZANDSPIERING	**63**	12.7
DRIEDOORNIGE STEKELBAARS	**61**	12.3
KOORNAARVIS	**56**	11.3
SPIERING	**40**	8.1
AAL	**34**	6.9
NOORDZEEHOUTING	**33**	6.7
KESSLERS GRONDEL	**28**	5.6

SPROT	**27**	5.4
DUNLIPHARDER	**24**	4.8
MARMERGRONDEL	**22**	4.4
GROTE ZEENAALD	**19**	3.8
WITVINGRONDEL	**16**	3.2
KARPER	**14**	2.8
BITTERVOORN	**12**	2.4
SCHOL	**12**	2.4
BRASEM/KOLBLEI	**9**	1.8
GOUDHARDER	**8**	1.6
POS	**8**	1.6
SERPELING	**8**	1.6
LOZANO'S GRONDEL	**7**	1.4
DWERGTONG	**6**	1.2
RIETVOORN	**6**	1.2
SARDIEN	**6**	1.2
SCHAR	**6**	1.2
ZEELT	**6**	1.2
BARBEEL	**5**	1.0
TONG	**4**	0.8
ANSJOVIS	**3**	0.6
GEWONE SLIJMVIS	**3**	0.6
KOLBLEI	**3**	0.6
TIENDOORNIGE STEKELBAARS	**3**	0.6
GROENE ZEEDONDERPAD	**2**	0.4
RIVIERGRONDEL	**2**	0.4
ZEEDONDERPAD	**2**	0.4
BLAUWNEUS	**1**	0.2
BOTERVIS	**1**	0.2
GIEBEL	**1**	0.2
GRIET	**1**	0.2
HORSMAKREEL	**1**	0.2
SMELT	**1**	0.2
SNOEK	**1**	0.2
TARBOT	**1**	0.2
VIJFDRADIGE MEUN	**1**	0.2
TOTAAL	496	100

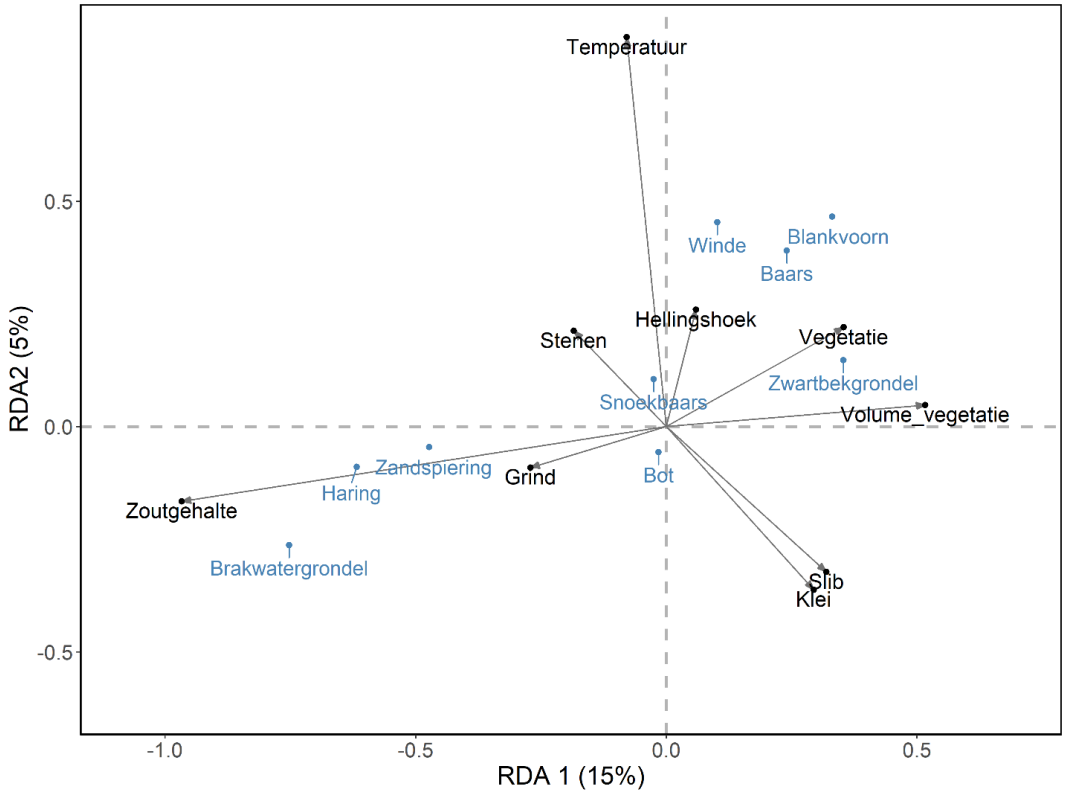
Meest voorkomende soorten

Van de 59 soorten die in de Zuid-Hollandse delta zijn gevangen, bestaat 85% van de individuen uit een tiental soorten (Tabel 3). Ondanks dat dit veelvoorkomende soorten zijn, zijn deze soorten voor de productie van de watersystemen van groot belang. Figuur 20 toont de correlatie tussen deze meest gevangen vissoorten en de daarbij gemeten habitatparameters.

Tabel 3: Gevangen vissoorten op volgorde van meest voorkomen. De dichtheden zijn berekend op basis van een opsomming van de omrekening naar aantal individuen per hectare per zegentrek. In de laatste kolom staat het aandeel van de soort op de totale visvangst van 2020, 2021 en 2022.

VISSOORT	CUMULATIEVE DICHTHEID (HA^{-1})	AANDEEL VAN HET TOTAAL (%)
BLANKVOORN	1887854	22.5
WINDE	1206506	14.4
KAUKASISCHE DWERGGRONDEL	1025475	12.2
BAARS	1002877	11.9
HARING	711662	8.5
BRAKWATERGRONDEL	516614	6.2
ZWARTBEKGRONDEL	359927	4.3
BOT	310844	3.7
SNOEKBAARS	234802	2.8
ZANDSPIERING	218784	2.6
ROOFBLEI	204214	2.4
HARDER (ONBEPAALD)	104749	1.2
ALVER	102258	1.2
PONTISCHE STROOMGRONDEL	86843	1
DIKKOPJE	59229	0.7
SPIERING	51975	0.6
DUNLIPHARDER	44190	0.5
ZEEBAARS	40413	0.5
SNEEP	35856	0.4
SPROT	34700	0.4
KOORNAARVIS	34267	0.4
BRASEM	33561	0.4
KLEINE MODDERKRUIPER	25184	0.3
SARDIEN	8612	0.1
KARPER	8564	0.1
NOORDZEEHOUTING	6704	0.1
KESSLERS GRONDEL	6372	0.1
GOUDHARDER	5629	0.1
AAL	5201	0.1
DRIEDOORNIGE STEKELBAARS	4711	0.1
WITVINGRONDEL	4261	0.1

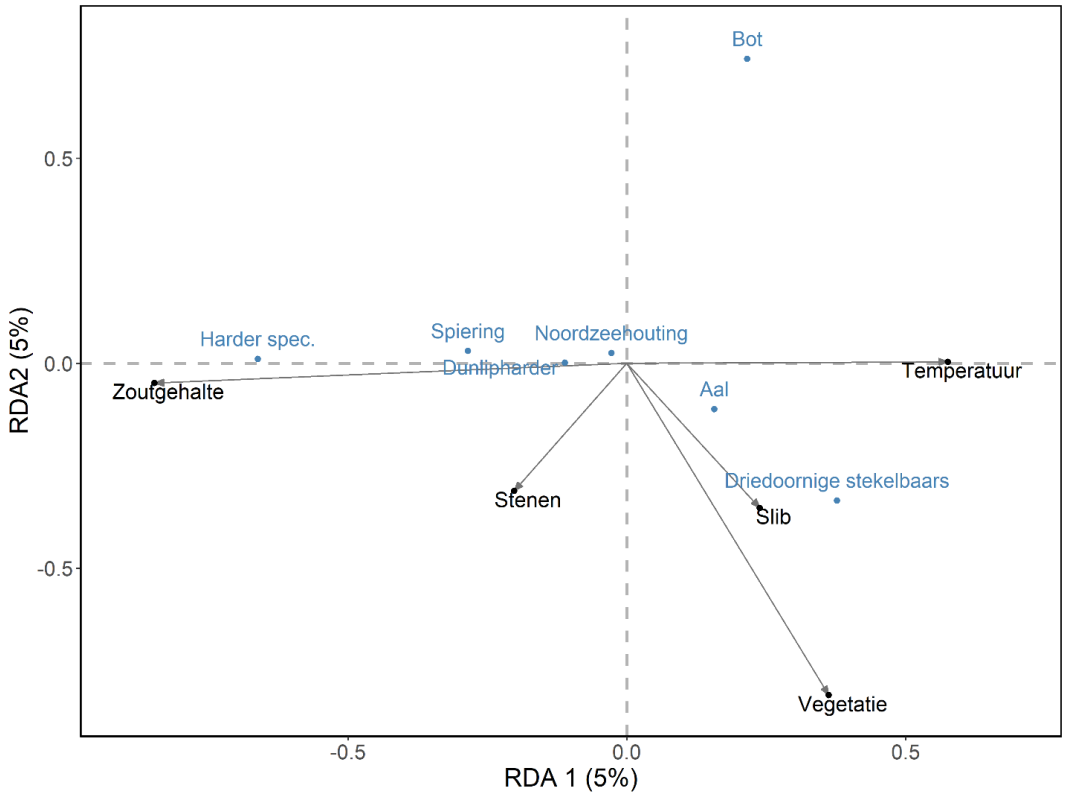
MARMERGRONDEL	3144	0
GROTE ZEENAALD	2967	0
BITTERVOORN	1961	0
RIVIERGRONDEL	1658	0
SCHOL	1178	0
POS	545	0
LOZANO'S GRONDEL	524	0
KOLBLEI	489	0
RIETVOORN	475	0
SCHAR	448	0
SERPELING	380	0
DWERGTONG	364	0
ZEELT	361	0
BARBEEL	294	0
TIENDOORNIGE STEKELBAARS	148	0
TONG	143	0
GEWONE SLIJMVIS	138	0
GROENE ZEEDONDERPAD	130	0
ANSJOVIS	94	0
ZEEDONDERPAD	90	0
GIEBEL	36	0
VIJFDRADIGE MEUN	29	0
BOTERVIS	27	0
SNOEK	24	0
BLAUWNEUS	22	0
SMELT	15	0
HORSMAKREEL	5	0
TARBOT	5	0
GRIET	5	0
TOTAAL	8398537	100



Figuur *20: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van de meest gevangen vissoorten.*

Diadrome soorten

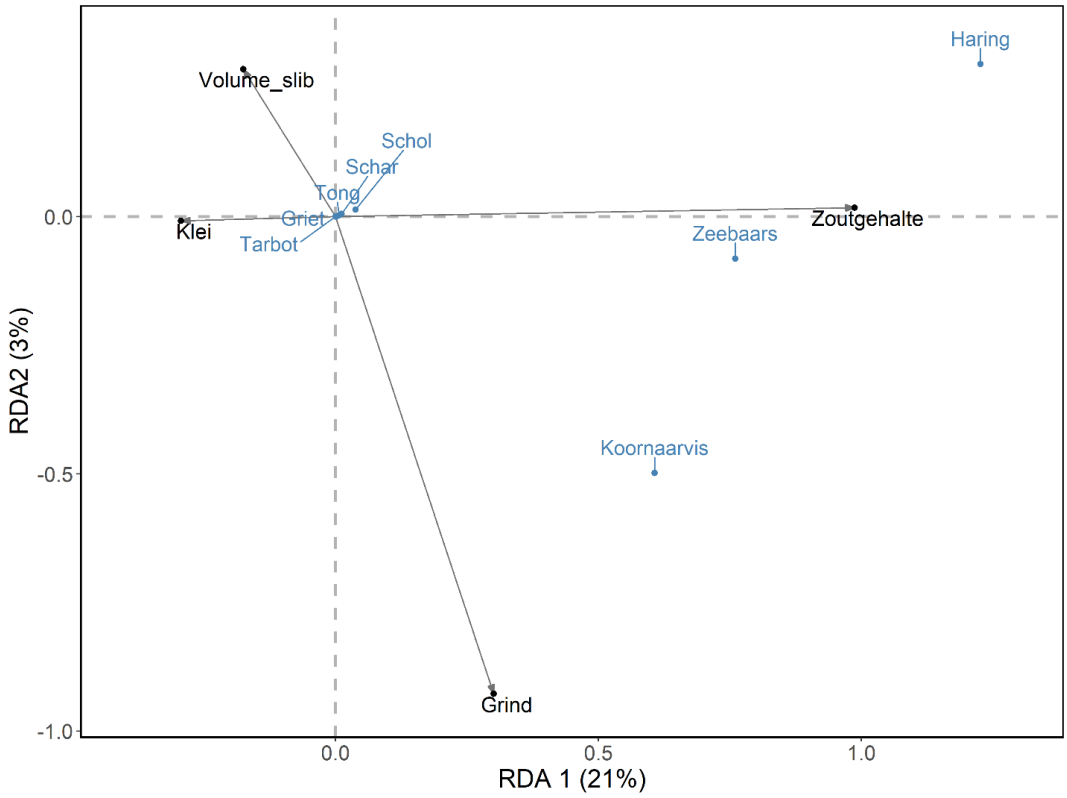
Figuur 21 toont de correlatie tussen habitatparameters en diadrome soorten. De RDA laat een erg gelimiteerd beeld zien waarbij vooral zoutgehalte positief correleert met harderachtigen, spiering en dunlipharder. Wel is opvallend dat temperatuur bij deze soorten geen of een juist negatieve relatie toont. Dit kan komen doordat sommige van de soorten vroeg in het jaar de rivieren op trekken en daardoor meer op deze geconcentreerde plekken aangetroffen worden. Hierdoor valt ook een non-lineair effect van temperatuur te verwachten welke niet in de RDAs zichtbaar gemaakt kunnen worden. Verder is een positieve relatie zichtbaar tussen de driedoornige stekelbaars en de sliblaag en bedekkingsgraad van vegetatie. Dit is volgens de verwachtingen omdat de driedoornige stekelbaars vegetatie gebruikt om in te paaien.



Figuur 21: *Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van diadrome soorten.*

Marien juveniel

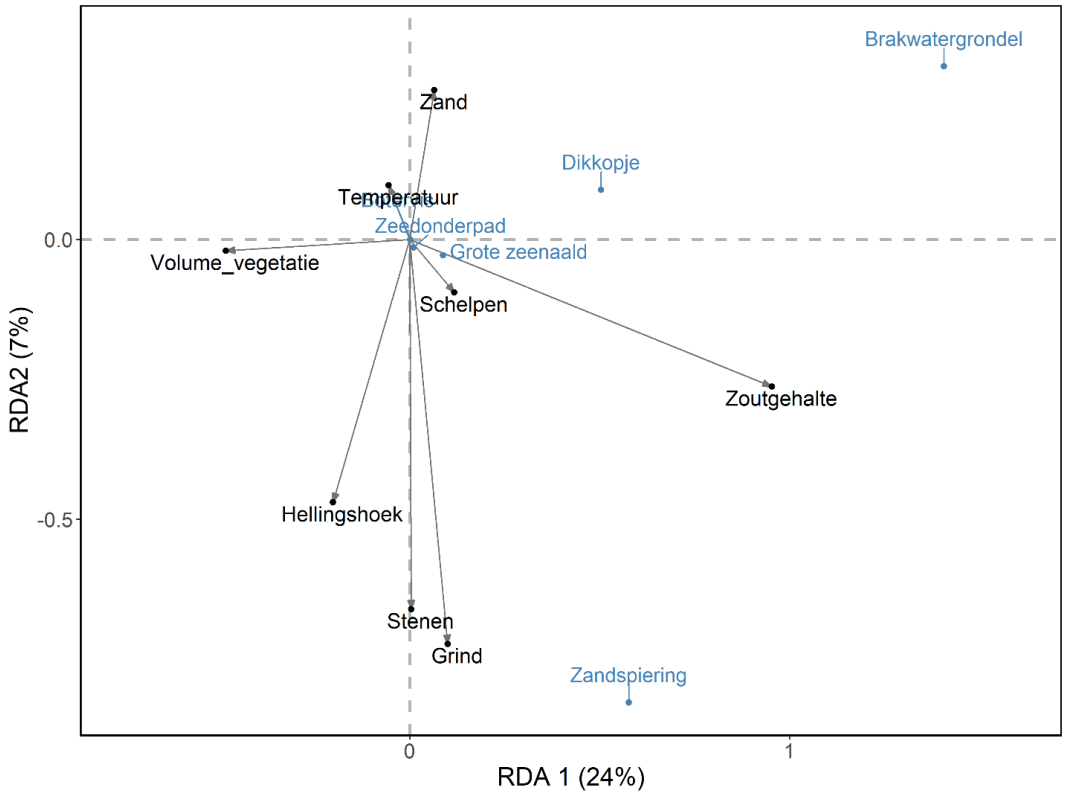
Marien juveniele soorten laten weinig lineaire verbanden met de omgevingsparameters zien met uitzondering van de al eerder genoemde correlaties met zoutgehalte (Figuur 22).



Figuur 22: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van marien juveniele soorten.

Estuarien resident (Verstoringsgevoelig)

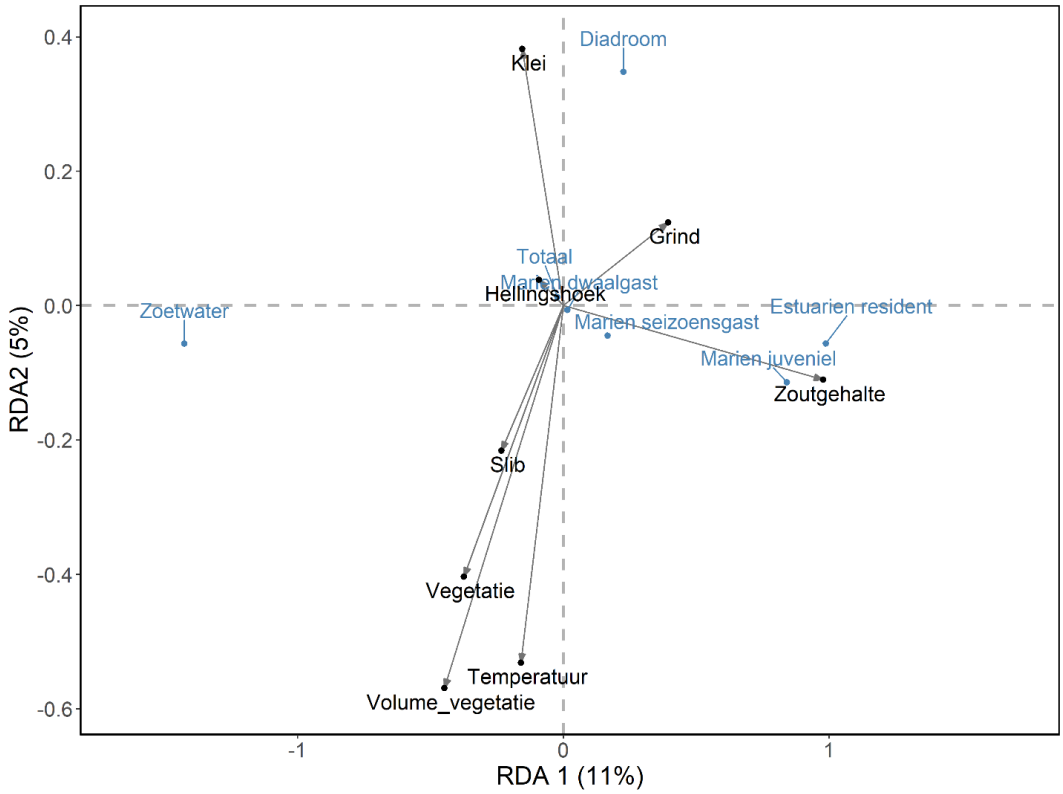
Figuur 23 toont de estuarien residente soorten waarbij Brakwatergrondel, Dikkopje en de Grote zeenaald tot verstoringsgevoelige soorten behoren en Botervis, Zandspiering en de Groene zeedonderpad niet. Opvallend is dat de verstoringsgevoelige soorten relatief meer met zoutgehalte correleren dan de niet verstoringsgevoelige soorten, dit komt echter mogelijk doordat de andere soorten erg weinig gevangen zijn. Daarnaast laat zandspiering een relatie zien met stenen, grind en de hellingshoek. Deze kenmerken duiden mogelijk op een correlatie met stroming en of structuren en zal de volgende rapportage waarschijnlijk meer verheldering kan bieden wanneer deze meegenomen worden.



Figuur *23: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en de dichtheid van estuarien residente soorten waarbij Brakwatergrondel, Dikkopje en de Grote zeenaald tot verstoringsgevoelige soorten behoren en Botervis, Zandspiering en de Zeedonderpad niet.*

Totaal dichtheid + dichtheid per gilde

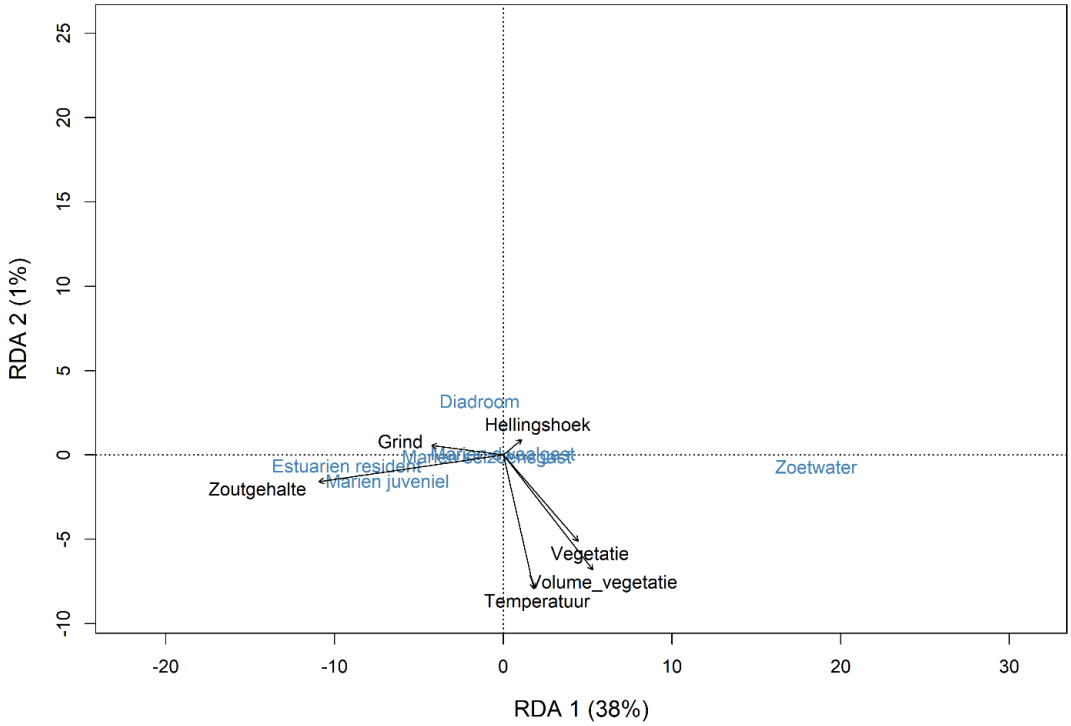
Opvallend in figuur 24 is dat naast zoetwater vissen geen van de gildes aan vegetatie en temperatuur gekoppeld is. Dit komt waarschijnlijk doordat zoutere locaties over het algemeen minder begroeid zijn en een hogere doorstroom hebben waardoor het water relatief koud blijft. Ook is erg opvallend dat de totale biomassa niet door een van de factoren specifiek bepaald wordt. Dit laat waarschijnlijk zien dat alle typen systemen aantrekkingskracht hebben voor sommige waarbij hoge aantallen voor kunnen komen. De positieve correlatie tussen diadrome soorten en het kleiaandeel in de bodem komt mogelijk door Bot waarvan van de 10 zegentrekken waar de meeste individuen aangetroffen werden, zeven op locaties lagen met een hoog aandeel klei in de bodem. Eenzelfde ordinatieplot maar dan voor het aandeel individuen van het totaal per gilde is te vinden in figuur 25.



Figuur *24: Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en van de totale dichtheid van alle vissen en van de losse gildes afzonderlijk.*

Percentage individuen per ecologische gilde

Figuur 25 toont het percentage dat elke ecologische gilde opmaakte van de totaal vangst per trek afgezet tegen de habitatparameters. De figuur toont net als figuur 25 een sterke correlatie met saliniteit voor estuarien residente, marien juveniele en marien seizoensgasten en een positieve relatie tussen diadrome soorten en klei en een negatieve relatie tussen diadrome soorten en vegetatie en temperatuur.



Figuur 25: *Ordinatieplot van de redundancy analysis (RDA) van de omgevingsvariabelen en het percentage aan individuen per ecologische gilde.*

RAVON
Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland

Natuurplaza
Toernooiveld 1 - 6525 ED Nijmegen
Postbus 1413 - 6501 BK Nijmegen

T: 024 - 7 410 600 (alg.)
www.ravon.nl

