

Natuurherstelpakket Westerschelde: lopende projecten en Westerschelde- brede ontwikkelingen

Provincie Zeeland

5 december 2025 - Public



Contactpersoon



**MARINE AND ESTUARINE
BIODIVERSITY
Team**

E MEB@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Foto voorzijde: [Welkom op het Beeldarchief \(rws.nl\)](https://www.rws.nl/beeldarchief)

Inhoudsopgave

1	Inleiding	8
1.1	Het Natuurpakket Westerschelde	8
1.2	Status rapport	9
1.3	De projecten	9
1.3.1	Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder	9
1.3.2	Buitendijkse maatregelen	11
1.3.2.1	Knuittershoek en Baalhoek	11
1.3.2.2	Overige buitendijkse projecten	12
1.3.3	Perkpolder	14
1.3.4	Waterdunen	14
1.3.5	Zwin	15
1.4	Toetsing	17
1.4.1	Instandhoudingsdoelen Westerschelde & Saeftinghe	17
1.4.2	T2015 rapportage toets-criteria	18
1.4.3	T2021 rapportage toets-criteria	19
1.4.4	Korte vergelijking indicatoren T2015 en 2021	19
1.4.4.1	Hydrodynamiek:	19
1.4.4.2	Waterkwaliteit:	20
1.4.4.3	Leefomgeving voor Flora en Fauna:	20
1.4.4.4	Ecologie:	21
1.5	Opzet rapport	22
2	Sedimenttransport en morfologie	23
2.1	Trends in de Westerschelde	23
2.2	Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder	24
2.2.1	Verwachte ontwikkelingen	24
2.2.2	Stroomsnelheden	27
2.2.3	Bodemligging en sedimentatie	28
2.2.4	Sedimentsamenstelling	30
2.3	Knuittershoek	31
2.3.1	Stroomsnelheden	31
2.3.2	Bodemligging en sedimentatie	34
2.3.3	Sedimentsamenstelling	36
2.4	Baalhoek	36
2.4.1	Stroomsnelheden	36

2.4.2	Bodemligging en sedimentatie	40
2.4.3	Sedimentsamenstelling	42
2.5	Bath	43
2.5.1	Stroomsnelheden	43
2.5.2	Bodemligging en sedimentatie	47
2.5.3	Sedimentsamenstelling	48
2.6	Zimmerman	50
2.6.1	Stroomsnelheden	50
2.6.2	Sedimentsamenstelling	51
2.7	Ossenissee	51
2.7.1	Stroomsnelheden	51
2.7.2	Sedimentsamenstelling	53
2.8	Perkpolder	53
2.9	Zwin	57
3	Ecotopen, habitats en vegetatie	63
3.1	Trends in de Westerschelde	63
3.2	Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder	64
3.2.1	Habitattypen	66
3.2.2	Verwachte vegetatieontwikkeling	68
3.2.3	Monitoring vegetatieontwikkeling	69
3.3	Knuitsershoek	70
3.4	Baalhoek	71
3.5	Zimmerman	73
3.6	Ossenissee	76
3.7	Bath	76
3.8	Perkpolder	77
3.9	Waterdunen	80
3.10	Zwin	80
4	Macrobenthos en hyperbenthos	85
4.1	Trends in de Westerschelde	85
4.2	Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder	86
4.3	Knuitsershoek	87
4.3.1	Zachtsubstraat	87
4.3.2	Hardsubstraat	93
4.3.3	Toetsing	96

4.4	Baalhoek	97
4.4.1	Zachtsubstraat	97
4.4.2	Hardsubstraat	102
4.4.3	Toetsing	103
4.5	Zimmerman	103
4.5.1	Zachtsubstraat	103
4.5.2	Hardsubstraat	105
4.5.3	Toetsing	106
4.6	Ossenisse	106
4.6.1	Zachtsubstraat	106
4.6.2	Toetsing	108
4.7	Bath	108
4.7.1	Zachtsubstraat	108
4.7.2	Hardsubstraat	110
4.7.3	Toetsing	112
4.8	Perkpolder	113
4.8.1	Zachtsubstraat	113
4.8.2	Toetsing	115
4.9	Zwin	116
4.9.1	Zachtsubstraat	116
4.9.2	Toetsing	120
5	Vissen	121
5.1	Trends Westerschelde	121
5.2	Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder	121
5.3	Knuitsershoek en Baalhoek	121
5.4	Zimmerman	121
5.5	Ossenisse	121
5.6	Bath	121
5.7	Perkpolder	121
5.8	Zwin	122
5.8.1	Toetsing	124
6	Vogels	125
6.1	Trends Westerschelde	125
6.1.1	Telmethodek	125
6.1.1.1	Hoogwatervluchtplaatsen	125

6.1.1.2	Broedvogels	125
6.1.2	Broedvogels	125
6.1.3	Niet-broedvogels	126
6.2	Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder	128
6.3	Knuittershoek	128
6.3.1	Methode	128
6.3.2	Resultaten	129
6.3.3	Toetsing	132
6.4	Baalhoek	132
6.4.1	Methode	132
6.4.2	Resultaten	133
6.4.3	Toetsing	136
6.5	Zimmerman	137
6.5.1	Methode	137
6.5.2	Resultaten	137
6.5.3	Toetsing	137
6.6	Ossenissee	138
6.6.1	Methode	138
6.6.2	Resultaten	138
6.6.3	Toetsing	138
6.7	Bath	138
6.7.1	Methode	138
6.7.2	Resultaten	138
6.7.3	Toetsing	138
6.8	Perkpolder	139
6.8.1	Resultaten	139
6.8.2	Toetsing	142
6.9	Waterdunen	142
6.9.1	Methode	142
6.9.2	Toetsing	142
6.10	Zwin	142
6.10.1	Methode	142
6.10.2	Resultaten	143
6.10.3	Toetsing	145
7	Discussie, aanbevelingen en tussentijdse conclusies	146
7.1	Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder	146
7.2	Knuittershoek en Baalhoek	146

7.3	Zimmerman	146
7.4	Ossenissee	147
7.5	Bath	147
7.6	Perkpolder	147
7.7	Waterdunen	147
7.8	Zwin	147
7.9	Samenvatting	149
8	Referenties	150
	Bijlage A Toets aan het convenant	153
	Colofon	155

1 Inleiding

1.1 Het Natuurpakket Westerschelde

Het Schelde-estuarium is een natuurlijke overgangszone van rivier naar zee in Zuidwest Nederland. Het ecosysteem staat onder druk: zones van ondiep water nemen af, slikken verkleinen en verlagen (Mooren, 2024). Om de natuur in Schelde-estuarium te verbeteren is een herstelprogramma opgezet. Dit betekent meer ruimte voor de ontwikkeling van estuariene natuur en verbetering van de kwaliteit van verschillende habitats. Vlaanderen en Nederland ondertekenden hiervoor in 2005 het Verdrag Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium. Het verdrag verzekert de uitvoering van een aantal projecten die bijdragen aan de ontwikkeling van een duurzaam en vitaal Schelde-estuarium. In het verdrag is vastgelegd dat er twee grensoverschrijdende projecten worden uitgevoerd, namelijk het vergroten van het Zwin en het ontwikkelen van intergetijdengebied in de Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder. In totaal zal Nederland minimaal 600 ha estuariene natuur ontwikkelen.

De aangewezen projecten in het Natuurpakket Westerschelde (NPW) waren oorspronkelijk als volgt verdeeld over drie (ecologische) zones in de Westerschelde:

- 295 ha in de Hertogin Hedwigepolder (uitbreiding)
- 295 ha in het Middengebied (uitbreiding en kwaliteitsverbetering): Baalhoek en Knuitershoek, Perkpolder en Waterdunen, en projecten bij Bath, Ossenissee en Zimmerman
- 10 ha bij het Zwin (uitbreiding)

In het kader van de voortgang van de projectrealisaties is in 2017 door de provincie Zeeland een tussenbalans opgemaakt die geleid heeft tot besluitvorming en herijking van de NPW-opgave waarbij uitgegaan wordt van het herijkte maatregelenpakket. Samengevat is er toegewerkt naar de realisatie van de projecten zoals weergegeven in onderstaande tabel (Tabel 1).

Tabel 1 Gewogen oppervlak van natuurherstelmaatregelen in de Westerschelde.

Project	Maatregel	Feitelijke Hectare	Gewogen Hectare Gepland	Weging
Hedwigepolder	Ontpoldering	312	312	100%
Zwin	Ontpoldering	12	12	100%
Perkpolder	Ontpoldering	35	35	100%
Waterdunen	Gecontroleerd/ Gereduceerd getij	173	121	70%
Schorverjonging Hedwigepolder	Buitendijks	18	10	60%
Kwaliteitsverbetering Sieperdaschor	Buitendijks	92	28	30%
Kwaliteitsverbetering Zwin	Buitendijks	33	10	30%
Baalhoek	Buitendijks	47	33	70%
Knuitershoek	Buitendijks	38	27	70%
Bath	Buitendijks	38	27	70%
Ossenissee	Buitendijks	37	26	70%
Zimmerman	Buitendijks	14	10	70%
Totaal		849	651	

Om de 600 ha in te vullen zijn de volgende projecten opgezet en inmiddels afgerond:

- Buitendijkse maatregelen bij Baalhoek en Knuitershoek
- Perkpolder
- Het Zwin
- Buitendijkse maatregelen bij Bath en Ossensisse
- Waterdunen
- Hertogin Hedwigepolder
- Buitendijkse maatregelen bij Zimmerman

In het convenant van het Rijks zijn ook eisen opgenomen waaraan de projecten moeten voldoen, zie bijlage A.

Dit rapport biedt een overzicht van de verschillende projecten en initiatieven die binnen het Natuurpakket Westerschelde zijn uitgevoerd. Door de resultaten en ervaringen uit de afzonderlijke projecten te bundelen, ontstaat een integraal beeld van de voortgang en de behaalde resultaten in de herstelprojecten. Er worden geen conclusies getrokken over de algehele ecologische toestand in de Westerschelde.

1.2 Status rapport

Dit is het 2025 rapport in een reeks evaluaties die op jaarlijkse basis plaats vindt. Het eerste rapport (Kater & Cleveringa, 2018) is in 2018 uitgebracht en besproken in de Project Natuur van de Vlaams-Nederlandse Schelde Commissie (VNSC).

1.3 De projecten

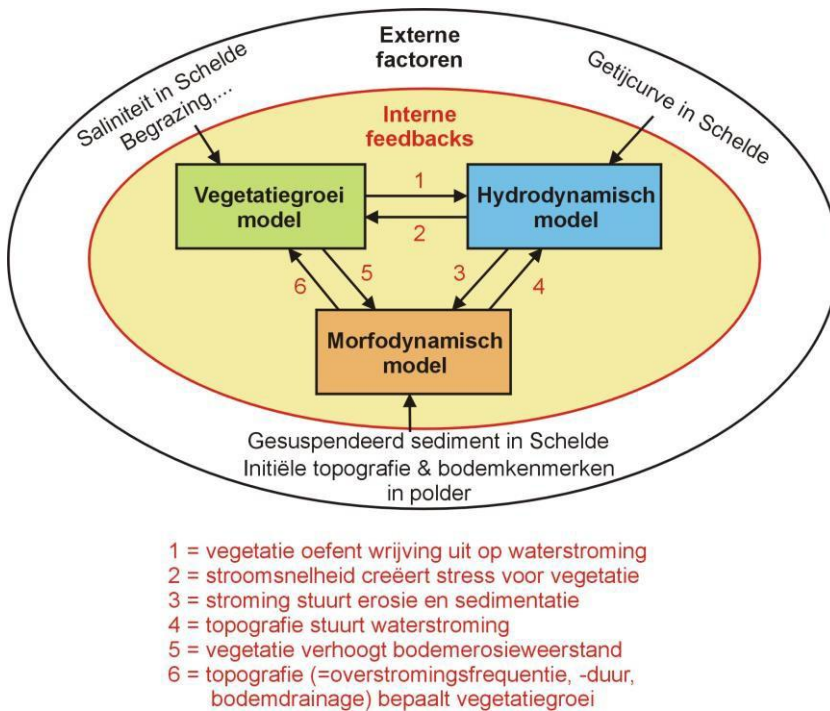
Deze paragraaf geeft een nadere toelichting over de projecten die onderdeel zijn van Natuurpakket Westerschelde.

1.3.1 Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder

In het Vlaams-Nederlandse Scheldeverdrag is bepaald dat een getijdengebied ontwikkeld zou worden met een omvang van minimaal 440 hectare in de Hertogin Hedwigepolder op Nederlands grondgebied en het noordoostelijke deel van de Prosperpolder op Belgisch grondgebied. Het doel voor de Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder was het streven naar een zo groot mogelijk, duurzaam slikken- en schorrengebied. Dit is gedaan door het landinwaarts aanleggen van een nieuwe zeedijk en het verwijderen van de bestaande dijken (in het Nederlandse deel) en het creëren van bressen in de bestaande zeedijk (in het Belgische deel). Hierdoor is het gebied weer onder invloed van het getij gekomen. Het project zal naar verwachting ook leiden tot een kwaliteitsverbetering van het Sieperdaschor. Verwacht wordt dat de inrichting van estuariene natuur in de Hertogin Hedwigepolder zal leiden tot uitbreiding van het areaal van habitattypen H1130 (Estuaria), H1310A (Zilte pionierbegroeiing) en H1130A (schorren en zilte graslanden), en mogelijk ook H1320 (slijkgrasvelden) (Provincie Zeeland 2015). De ligging van de ontwikkeling is weergegeven in Figuur 1.



10 Onze referentie: QAXT5F3V75FM-61428387-424:2 - Datum: 5 december 2025 - Public



Figuur 2 Schematische weergave van de modelstructuur, het model bestaat uit 3 sub modellen (weergegeven in kaders) waartussen interacties optreden (van Belzen et al. 2017).

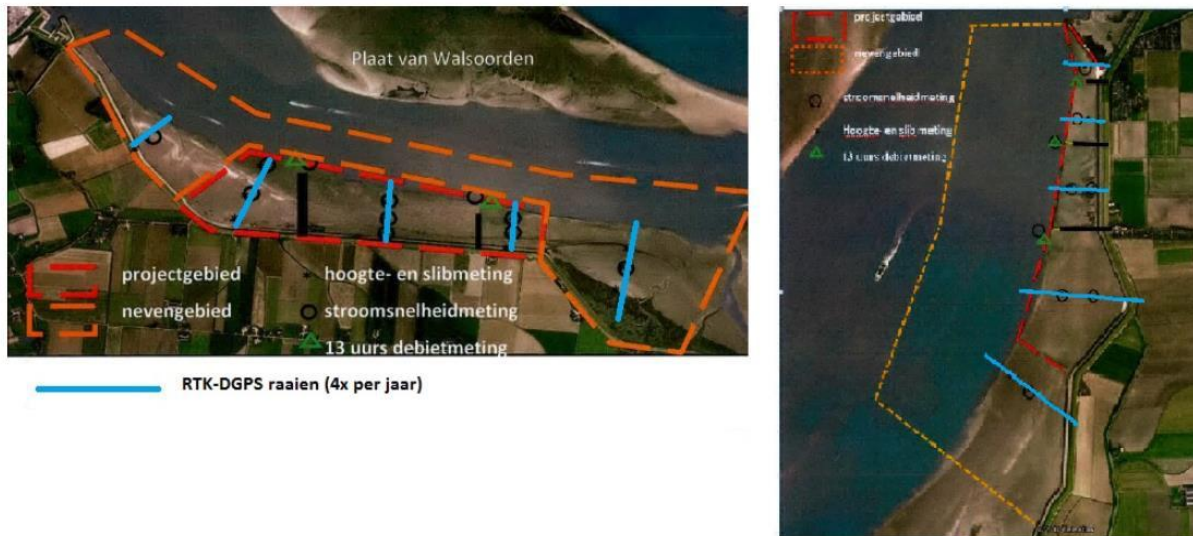
Nadat in oktober 2022 het eerste water vanuit de Westerschelde de Hedwigepolder binnenstroomde, was het van belang om de ontwikkeling van het gebied te volgen. Dit is ook zo vastgesteld in de natuurvergunningen voor dit project. Hierbij is er gekozen voor een monitoringsaanpak die vergelijkbaar is met die van de buitendijkse maatregelen Knuitershoek en Baalhoek, waarbij de volgende onderwerpen centraal staan:

- In kaart brengen waterstromen
- In kaart brengen bodem en bathymetrie
- In kaart brengen sedimentatie, golfwerking en turbiditeit
- Monitoring chemische stoffen
- Monitoring benthos
- Maandelijkse vogeltellingen
- In kaart brengen ecotopen
- Modelleren toekomstige ontwikkeling projectgebied
- Onderwijs en kennisborging

1.3.2 Buitendijkse maatregelen

1.3.2.1 Knuitershoek en Baalhoek

Het doel bij de dorpen Baalhoek en Knuitershoek was om een laagdynamisch intergetijdengebied te creëren met een totaal areaal van 57 hectare. Bij Baalhoek en Knuitershoek zijn strekdammen aangelegd van de dijkteen tot de laagwaterlijn. Door middel van deze strekdammen moet op de twee gekozen locaties laagdynamisch zandig tot matig slibrijk intergetijdengebied ontwikkelen met een gezamenlijk areaal van 57 ha, zonder negatieve gevolgen voor de aanpalende nevengebieden. Figuur 3 geeft de ligging van de strekdammen weer. De realisatie heeft plaatsgevonden in twee fasen tussen april en juni 2017.



Figuur 3 Locaties strekdammen Knuitershoek (rechts) en Baalhoek (links).

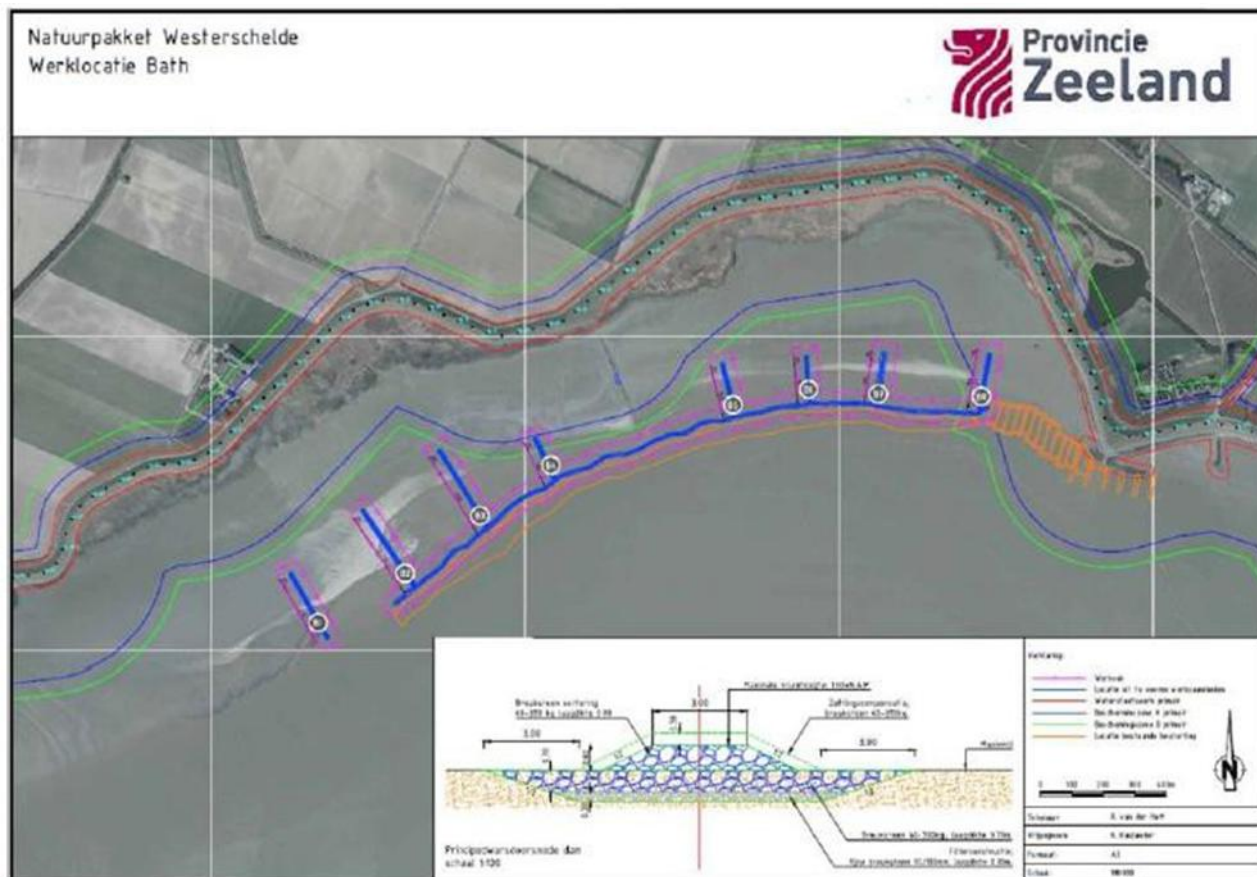
1.3.2.2 Overige buitendijkse projecten

De overige buitendijkse projecten, bij Bath, Ossensisse en Zimmerman, zijn nu deels in deze rapportage opgenomen. Ieder jaar worden de beschikbare rapporten verwerkt. Hieronder is kort beschreven wat voor de plangebieden bekend is.

Het doel van de drie projecten Bath, Zimmerman en Ossensisse was gelijk aan dat van Baalhoek en Knuitershoek. Dit betreft het creëren van een laag dynamisch zandig tot matig slibrijk intergetijdengebied (met stroomsnelheden < 60 cm/s), door het plaatsen van strekdammen en het ophogen van geulwandbestortingen. Dit laag dynamische intergetijdengebied zal zich idealiter kenmerken door een rijke bodemdierfauna, waar steltlopers en andere vogels op gaan foerageren. Net als bij Baalhoek en Knuitershoek mogen de ingrepen de huidige omstandigheden in het nevengebied niet of nauwelijks beïnvloeden. De projecten op alle drie de locaties zijn afgerond, de monitoringsplannen voor deze projecten zijn opgesteld en de eerste T0 metingen van het Zimmerman project zijn uitgevoerd.

Bath

Het project Bath bestaat uit een combinatie van 8 te realiseren strekdammen die dwarsliggen op een geulwandbestorting, zie Figuur 4. Deze geulwandbestorting zijn opgehoogd tot -1m NAP. Dit project is in 2021 afgerond. Er zijn stroommetingen uitgevoerd voor (2017, T0) en na (2023, T1) aanleg en ophoging van de strekdammen en geulwandbestorting. Ook zijn er rapportages over vogels en macrobenthos.



Figuur 4 Projectplan voor Bath.

Ossenisse

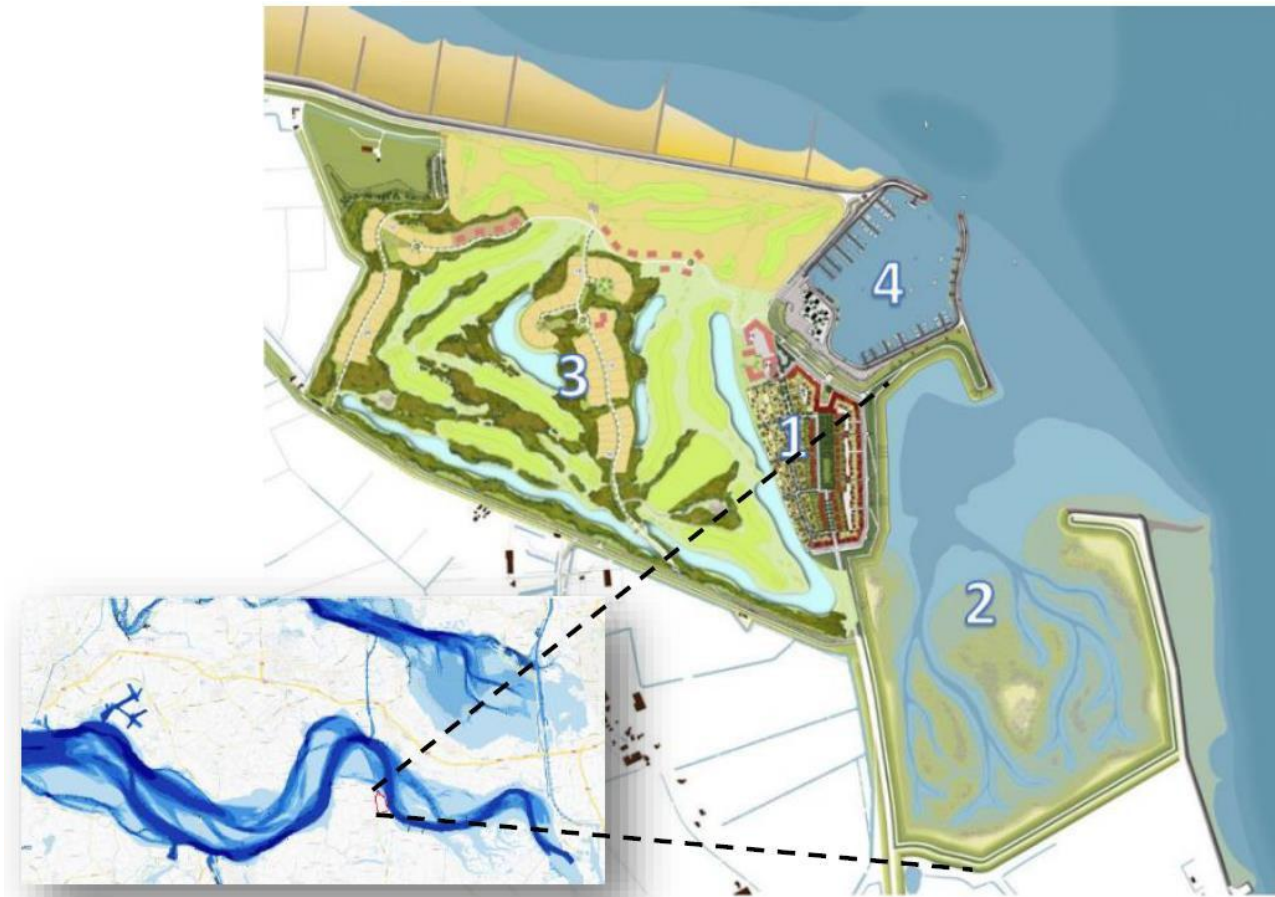
De bestaande strekdam, de Scharrendam, is deels verlaagd om de stroming te verleggen in combinatie met het plaatsen van een palenrij op de plaat van Ossensisse. De zuidelijke rand van deze plaat hoogt hierdoor geleidelijk op waardoor een voedselrijke sliblaag ontstaat. Het materiaal dat vrijgekomen is bij het verlagen van de dam is gebruikt om twee hoogwatervluchtplaatsen aan te leggen. Door de aanpassingen bij Ossensisse is er gepland om 37 hectare getijdennatuur te creëren. Het project is in 2021 afgerond.

Zimmerman

Dit project omvat de aanleg van één strekdam, waarbij 10 hectare gewogen (14 ongewogen hectares) getijdennatuur ontstaat. De strekdam is in 2021 aangelegd. Voor deze locatie is een ecologische onderbouwing bekend (benthos monitoring).

1.3.3 Perkpolder

In 2003 is de veerboot tussen Kruiningen en Perkpolder uit de vaart genomen vanwege de opening van de Westerscheldetunnel. Het gebied bij Perkpolder kreeg daardoor een andere functie en is verder ontwikkeld (Boersema et al., 2016). Het plan Perkpolder omvat diverse ontwikkelingen. Voor natuurontwikkeling is het ontwikkelde schorrengebied van belang, zie Figuur 5, onderdeel 2.



Figuur 1 Totale plan Perkpolder.

1.3.4 Waterdunen

In het plan Waterdunen is de Oud-Breskenspolder grotendeels omgevormd tot een groot aaneengesloten intergetijdengebied met geulen, slikken en schorren. Het gebied staat via één kanaal (zoutwatergeul) middels een getijdenduiker in verbinding met de Westerschelde. Het geulensysteem is gerealiseerd via vergraving. Het project Waterdunen draagt voor 121 ha bij aan de herstelopgave uit het Natuurpakket Westerschelde (Boudewijn & Buizer, 2012).

In 2012 is gestart met de aanleg van Waterdunen, zie Figuur 6. Er is in dit project onder meer 172 ha estuariene natuur aangelegd. De getijdenduiker is gerealiseerd, opengesteld en is in gebruik genomen in 2019. De eerste maanden na de opening is de testfase uitgevoerd. Sinds 2020, nadat de inrichting van het krekengebied was afgerond en de testfase was voltooid, voorziet deze inlaatkoker het gebied tweemaal per dag van zout water (www.waterdunen.com).



Figuur 6 Plan Waterdunen.

1.3.5 Zwin

Het Zwin project omvat de uitbreiding van 120 hectare estuariene natuur, waarvan 12 ha aan de Nederlandse zijde van het gebied en 108 ha in het Belgische deel (Provincie Zeeland, 2015). In het Nederlandse deel ligt de focus op het uitgraven en verbreden van de Zwingeu. Initieel ontstaat habitattyp H1140 (platen en slikken), welke op termijn overgaat in andere habitattypen. Het inrichtingsplan is weergegeven in Figuur 7.

Om te zorgen dat er meer water door de Zwingeu kan en het natuurgebied uitbreidt, zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Graafwerkzaamheden om de Zwingeu breder en dieper te maken;
- Het aanleggen van een nieuwe dijk;
- Het uitbreiden van het natuurgebied door de aanleg van poelen, het aanplanten van struiken en het aanleggen van speciale broedvogeleilanden;
- Aanleg van nieuwe uitkijkpunten, fiets- en wandelpaden en een vlonderpad; en
- Afgraven van de Internationale dijk en verlengen van de Zwingeu in de Willem-Leopoldpolder om zo het water naar het Vlaamse deel van het Zwin te brengen.

De werkzaamheden in het Zwin zijn in maart 2016 gestart en in 2019 is de uitbreiding van het Zwin gerealiseerd. De dijkdoorbraak heeft plaatsgevonden op 4 februari 2019.

Ieder jaar wordt het gebied door een team gemonitord en worden de bevindingen gerapporteerd. Ook is in het kader van de verbreding van de geul onderzoek gedaan naar de ontwikkelingen van de ecologie in het gebied. Deze resultaten worden in de volgende hoofdstukken kort besproken. Alle monitoringsrapporten worden geplaatst op <https://www.natuurenbos.be/zwin-in-verandering>.



1.4 Toetsing

Voor het beschouwen van de verschillende natuurherstelprogramma's worden een aantal monitoringsparameters beschouwd, die enerzijds gekoppeld zijn aan de doelstellingen van het betreffende project en anderzijds aan de instandhoudingsdoelen voor het Natura 2000-gebied Westerschelde en Saeftinghe. Daar waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van bestaande parameters en toets indicatoren, bijvoorbeeld die uit de T2015 evaluatiemethodiek voor het Schelde-estuarium (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2018). De ontwikkelingen worden aan deze monitoringsparameters getoetst.

1.4.1 Instandhoudingsdoelen Westerschelde & Saeftinghe

Het eerste toetsingskader betreft de instandhoudingsdoelen uit de gebiedsbescherming van de Omgevingswet (voorheen Wet natuurbescherming). Het gaat hier uiteraard om de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Onderstaande lijsten geven een overzicht van de instandhoudingsdoelen in dit Natura 2000-gebied.

Habitattypen
H1110B - Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone)
H1130 - Estuaria
H1140B - Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)
H1310A - Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)
H1310B - Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)
H1320 - Slijkgrasvelden
H1330A - Schorren en zilte graslanden (buitendijks)
H1330B - Schorren en zilte graslanden (binnendijks)
H2110 - Embryonale duinen
H2120 - Witte duinen
H2130A - *Grijze duinen (kalkrijk)
H2160 - Duindoornstruwelen
H2190B - Vochtige duinvalleien (kalkrijk)
Habitatsoorten
H1014 - Nauwe korfslak
H1095 - Zee prik
H1099 - Rivier prik
H1103 - Fint
H1351 - Bruinvis
H1364 - Grijze zeehond
H1365 - Gewone zeehond
H1903 - Groenknolorchis
Broedvogelsoorten
A081 - Bruine Kiekendief
A132 - Kluut
A137 - Bontbekplevier
A138 - Strandplevier
A176 - Zwartkopmeeuw
A191 - Grote stern
A193 - Visdief
A195 - Dwergstern
A272 - Blauwborst
Niet-broedvogelsoorten
A005 - Fuut
A026 - Kleine Zilverreiger
A034 - Lepelaar
A041 - Kolgans
A043 - Grauwe Gans

A048 - Bergeend
A050 - Smient
A051 - Krakeend
A052 - Wintertaling
A053 - Wilde eend
A054 - Pijlstaart
A056 - Slobeend
A069 - Middelste Zaagbek
A075 - Zeearend
A103 - Slechtvalk
A130 - Scholekster
A132 - Kluut
A137 - Bontbekplevier
A138 - Strandplevier
A140 - Goudplevier
A141 - Zilverplevier
A142 - Kievit
A143 - Kanoet
A144 - Drieteenstrandloper
A149 - Bonte strandloper
A157 - Rosse grutto
A160 - Wulp
A161 - Zwarte ruiter
A162 - Tureluur
A164 - Groenpootruiter
A169 - Steenloper

1.4.2 T2015 rapportage toets-criteria

De parameters uit de T2015 evaluatiemethodiek (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2018) zijn oorspronkelijk afgeleid voor grote ruimtelijke eenheden in het Schelde-estuarium (de OMES- segmenten). Desalniettemin zijn sommige parameters en indicatoren bruikbaar op de schaal van de projecten. Deze worden hieronder opgesomd.

Sedimenttransport en morfologie:

- Sedimentatie
- Bathymetrie
- Sedimenteigenschappen/substraat type
- Stroomsnelheid
- Meergeulenstelsel

Ecotopen, habitats en vegetatie:

- Oppervlak
- Kwaliteit
- Intactness index
- Sleutelsoorten
- Exoten

Macrobenthos en hyperbenthos:

- Intactness index en/of biomassa

- Sleutelsoorten:
 - Kokkels: er moet minimaal 4 miljoen kg versgewicht aan kokkels in de Westerschelde aanwezig zijn (zie Ecologisch functioneren).
 - Mosselen: de trend moet worden geëvalueerd. Een status quo of positieve trend wordt gunstig geëvalueerd, een significante daling wordt negatief beoordeeld.
 - Annelida/Mollusca: voor een positieve beoordeling mag de trend in de op biomassa (asvrijdrooggewicht) gebaseerde verhouding Annelida/Mollusca in alle zones van het Schelde estuarium niet toenemen.
- Exoten

Vissen:

- Intactness-Index
- Sleutelsoorten
- Exoten

Vogels:

- Abundance Intactness index/aantal soorten (niet broedvogels)
- Sleutelsoorten broedvogels: behalen instandhoudingsdoel (aantal broedparen)
- Sleutelsoorten niet-broedvogels: in vijf van de zes afgelopen teljaren moet het instandhoudingsdoel zijn bereikt
- Exoten

1.4.3 T2021 rapportage toets-criteria

In 2023 is de T2015-rapportage bijgewerkt met nieuwe informatie uit de T2021-rapportage. De parameters uit de T2021 evaluatiemethodiek zijn anders opgebouwd dan het voorgaande T2015 rapport (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2018). De communicatie-indicatoren en bijbehorende parameters bruikbaar op de schaal van de projecten worden hieronder opgesomd.

Hydrodynamiek:

- Hoogwater
- Golven
- Beschikbare diepte
- Scheepsbewegingen

Waterkwaliteit:

- Zurstof
- Nutriënten
- Abiotisch klimaat
- Verontreinigende stoffen

Leefomgeving voor Flora en Fauna:

- Oppervlak
- Kwaliteit

Ecologie:

- Vegetatie
- Primaire productie
- Zoöplankton
- Exoten macrozoöbenthos
- Hyperbenthos
- Vissen
- Vogels
- Zeezoogdieren

1.4.4 Korte vergelijking indicatoren T2015 en 2021

1.4.4.1 Hydrodynamiek:

- Hoogwater

Deze parameter is negatief geëvalueerd vanwege de stijgende trend in de hoogwaterstanden. De afvlakkende trends in de Zeeschelde duiden mogelijk op een systeemverandering ten opzichte van de vorige evaluatieperiodes.

- **Golven**

De parameter golven kon niet geëvalueerd worden. Op basis van de beschikbare gegevens was het niet mogelijk om een eenduidige conclusie te trekken met betrekking tot de ontwikkeling van het golfklimaat bij de meetstations.

- **Beschikbare diepte**

De parameter beschikbare diepte is in zijn algemeenheid ten opzichte van T2015 als neutraal geëvalueerd. De jaargemiddelde hoogwaterstanden waren overal stijgende. Voor de Boven-Zeeschelde kan deze stijging de doorvaarthoogte bij bruggen negatief beïnvloeden. De evaluatie van het jaargemiddeld laagwater was positief (stijgende laagwaterstanden) voor de Westerschelde en negatief (dalende laagwaterstand) voor de Zeeschelde. Het totale jaarlijkse volume van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden vertoonde geen duidelijke trend. Dit gold voor alle deelsystemen en de individuele sedimentfracties, met uitzondering van de waarneming in de Beneden-Zeeschelde net volgend op de derde verruiming (T2015): een piek qua gebaggerd volume zand en slib in 2011, waarna het slib daalde tot het in 2015 eenzelfde niveau bereikte als net vóór de derde verruiming. Het gebaggerde volume fluctueerde al direct na 2011 rond eenzelfde niveau als voor de derde verruiming.

- **Scheepsbewegingen**

De parameter scheepsbewegingen is neutraal geëvalueerd. Binnen het systeem waren er op trajecten zowel verbeteringen als verslechtingen van de bevaarbaarheid te observeren.

1.4.4.2 Waterkwaliteit:

- **Zuurstof**

De parameter zuurstof is negatief geëvalueerd maar vertoonde een verbetering ten opzichte van T2015. Deze beoordeling is in grote mate gestuurd door de omstandigheden in de Zeeschelde. De Westerschelde voldeed wel aan de voorgeschreven criteria. De algemene zuurstofhuishouding is verbeterd. Desalniettemin blijft er nog ruimte voor verbetering, voornamelijk wat betreft de Zijrivieren en de invloed die een uitzonderlijke meteorologische situatie kan hebben op de zuurstofconcentratie.

- **Nutriënten**

De parameter nutriënten is negatief beoordeeld, maar veel rekenparameters vertoonden een gunstige verandering ten opzichte van T2015. Ook hier is de negatieve beoordeling sterk gestuurd door de Zeeschelde, terwijl de Westerschelde nagenoeg steeds voldeed aan de voorgeschreven criteria.

- **Abiotisch klimaat**

De parameter abiotisch klimaat is negatief geëvalueerd en vertoonde een achteruitgang ten opzichte van T2015. Het chloridegehalte nam toe in de Monding, Westerschelde en in de Zeeschelde tot en met OMES 16 (tot Dendermonde) waardoor op meerdere plekken de maximumgrens werd overschreden en deze rekenparameter negatief beoordeeld is. Het zwevende stofgehalte bleef verder toenemen in de Zeeschelde wat een ongunstige evolutie is. Ook de rekenparameter Watertemperatuur voldeed in meerdere compartimenten van de Zeeschelde niet aan het voorgeschreven toets-criterium, terwijl er geen overschrijdingen in de Westerschelde zijn waargenomen.

- **Verontreinigende stoffen**

De parameter verontreinigende stoffen is negatief geëvalueerd gezien alle drie de rekenparameters negatief beoordeeld zijn. Ten opzichte van T2015 was er een status quo. Dit gold voor zowel de verontreinigende stoffen in de waterkolom, in de bodem als in biota. Hier dient wel opgemerkt te worden dat de methodologie hiertoe bijdroeg: negatief bij één enkele overschrijding (in lijn met KRW-beoordeling), wat een positieve beoordeling van het Schelde-estuarium enorm uitdagend maakt.

1.4.4.3 Leefomgeving voor Flora en Fauna:

- **Oppervlak**

De parameter oppervlak is negatief geëvalueerd. De rekenparameters van het sublitoraal vertoonden overwegend positieve beoordelingen. In de Westerschelde zijn de gunstige veranderingen in het sublitoraal positief beoordeeld. De rekenparameters van het litoraal vertoonden een gemengd beeld. In de Westerschelde vertoonde het hoogdynamisch litoraal een gunstige evolutie: de oppervlakte hoogdynamisch litoraal nam in alle zones af. Dit ging in het Mesohalien en Zwak polyhalien gepaard met een gunstige uitbreiding van het laagdynamisch litoraal. In het Sterk polyhalien nam

de oppervlakte laag dynamisch litoraal echter af, waardoor deze rekenparameter negatief beoordeeld is. Deze afname werd – onder meer – veroorzaakt door de ongewenste ontwikkeling van schor op de platen, waardoor ook deze rekenparameter negatief beoordeeld is. Het pionierschor op de slikken ging achteruit in de mesohaliene en zwak polyhaliene zone. De aanwezige vegetatie wees op een onevenwichtig (te laag) aandeel in de schorontwikkeling.

- **Kwaliteit**

De parameter kwaliteit is negatief geëvalueerd. De oeverbreedte is negatief beoordeeld, maar vertoonde een gunstige evolutie in de zoete zone met korte verblijftijd en de mesohaliene zone. Ze kende een ongunstige evolutie in de zwak polyhaliene en sterk polyhaliene zones. De schorbreedte is negatief beoordeeld door de ongunstige evolutie in de zoete zone met lange verblijftijd.

1.4.4.4 Ecologie:

- **Vegetatie**

De vegetatie is negatief beoordeeld. In de Westerschelde werden alle drie de rekenparameters (oppervlakte, kwaliteit en sleutelsoorten) negatief geëvalueerd, ervan uitgaande dat wanneer één deelrekenparameter negatief wordt beoordeeld de gehele rekenparameter een negatieve beoordeling krijgt. De kwaliteit kon enkel voor de zone Saliniteitsgradiënt berekend worden. Ze is ook negatief beoordeeld, maar vertoonde in deze zone ook een gunstige evolutie ten opzichte van T2015. Ook de sleutelsoorten zijn negatief beoordeeld gezien de indicatoren voor jonge pioniersvegetaties achteruitgingen, de sleutelsoort voor verzuuring toenam en de invasieve exoot reuzenbalsemien zich globaal gezien wist uit te breiden. In de Westerschelde werd voldaan aan de oppervlakte-eis van 2.300 ha schor voor het gehele gebied, maar ten westen van Hansweert groeide geen 500 ha schor. De oppervlakte schor nam hier, en dan met name op de platen, nog steeds toe. De kwaliteit van de schorvegetatie was matig en hierin was ten opzichte van de T2015 geen verandering gekomen. De sleutelsoorten zijn negatief beoordeeld door de ongunstige evolutie in zowel riet (toename) als zeekraal (afname). Enkel strandkweek vertoonde een gunstige evolutie en is nu positief beoordeeld.

- **Primaire productie**

De parameter primaire productie bestaat uit vier rekenparameters die allemaal negatief geëvalueerd zijn, waardoor ook de parameter negatief geëvalueerd is. Opvallend was dat de productiviteit van het fytoplankton leek af te nemen in de Zeeschelde ondanks de verbetering van de chemische waterkwaliteit (o.a. zuurstofhuishouding en nutriëntconcentraties). Ook plaagalg kwamen nog steeds in te hoge dichtheid voor, met overschrijdingen voor *Phaeocystis* in de volledige Westerschelde. Wat betreft cyanobacteriën en de algemene verontreinigingsindex (API) leek er wel een verbetering plaats te vinden, met afnames van zowel de cyanobacteriëndichtheid als de API-waarde.

- **Zoöplankton**

De parameter zoöplankton is negatief geëvalueerd gezien alle drie de rekenparameters negatief beoordeeld zijn. Dit was op zich opvallend aangezien er voor elk van deze rekenparameters gebruik gemaakt werd van de periode 2004-2009 voor het opstellen van de gehanteerde toets-criteria. Sindsdien zijn er evenwel duidelijke verbeteringen in de waterkwaliteit doorgevoerd, waarvan verwacht werd dat deze zich ook doorzetten in de ecologie. Het niet voldoen aan de toets-criteria suggereert dat het mesozoöplankton in de periode 2016-2021 slechter af was dan in de periode 2004-2009, maar kan ook een direct gevolg zijn van een verhoogde begrazing door planktivore en omnivore vissen (alook verschillende soorten macrozoöbenthos). Alleszins dient er de komende jaren meer aandacht besteed te worden aan deze soortgroep, zeker wat betreft de bemonstering (en identificatie) van mesozoöplankton in de Westerschelde, maar ook de bemonstering van het micro- en macrozoöplankton. Deze laatste groep (met voornamelijk kwallen) kan namelijk een additionele begrazingsdruk uitoefenen in de Westerschelde die nu nagenoeg niet beschouwd wordt.

- **Macrozoöbenthos**

De parameter macrozoöbenthos is negatief geëvalueerd. De parameter bestaat uit acht rekenparameters, die bijna allemaal negatief geëvalueerd worden volgens het principe one-out-all-out, met uitzondering van de parameter Biomassa. Regionaal waren er duidelijke positieve ontwikkelingen zichtbaar. Biomassa's en dichtheden zijn vrijwel overal toegenomen als gevolg van verbeterde omstandigheden in het estuarium. Er was meer voedsel beschikbaar, de negatieve effecten van TBT-vervuiling zijn afgenomen en er was meer leefgebied voor benthos. In de Westerschelde was de toename van exoten een zorgwekkende trend. Exoten kunnen inheemse soorten beconcurreren en zijn in sommige gevallen minder geschikt als voedselbron voor hogere trofische niveaus.

- **Hyperbenthos**

De parameter hyperbenthos is negatief geëvalueerd. De parameter bestaat uit acht rekenparameters, die alle negatief geëvalueerd worden volgens het principe one-out-all-out. Regionaal zijn er verschillen. In de Westerschelde scoorden

vrijwel alle rekenparameters slecht, vanwege een sterke afname in garnalen, een grote variatie in krabben, en een toename in het voorkomen van invasieve exoten. In de Zeeschelde was er een verschuiving van het hyperbenthos richting stroomopwaartse systemen, als gevolg van verminderde rivierafvoer en hogere zoutindringing. Deze verschuiving kan lokaal voor hogere predatie zorgen. Door klimaatverandering zullen deze verschuivingen regelmatig voorkomen.

- Vissen

Voor de vissen is de biomassa van de functionele groepen in de Westerschelde als negatief beoordeeld. De negatieve beoordeling was het gevolg van de daling in de biomassa van de functionele groepen in de mesohaliene zone. De diversiteit in de Westerschelde is eveneens negatief beoordeeld.

- Vogels

De parameter vogels is negatief beoordeeld. De parameter bestaat uit twee rekenparameters (Sleutelsoorten, Kwaliteit), waarbij sleutelsoorten, zowel broed- als niet-broedvogels, een instandhoudingsdoel hebben en de kwaliteit gebaseerd is op een indeling in voedselgroepen van de niet-broedende sleutelsoorten. De broedvogels voldeden in beide perioden niet aan hun doelstellingen, waarbij voor de soorten van de Westerschelde een negatieve trend was waar te nemen, wanneer alleen naar de enge begrenzing wordt gekeken. Als de ruime begrenzing gehanteerd werd, was er sprake van een neutrale trend. Ook de niet-broedvogels uit beide gebieden voldeden niet aan de instandhoudingsdoelen. Wel leek in beide gebieden de ontwikkeling positief: in de Zeeschelde nam het aantal vogels iets toe en in de Westerschelde is het aantal soorten, dat in drie van de zes jaren het instandhoudingsdoel haalde, gestegen. In de Zeeschelde is de multispecies-index (MSI) afgenomen ten opzichte van de T2015-periode. Wanneer naar de index van de verschillende voedselgroepen in de Westerschelde werd gekeken, lieten de herbivoren en benthivoren een afnemende trend zien en de omnivoren en piscivoren een positieve trend.

- Zeezoogdieren

De zeezoogdieren zijn positief beoordeeld. Zowel de gewone als de grijze zeehond zijn positief beoordeeld en vertonen een gunstige evolutie ten opzichte van T2015.

- Exoten

De exoten zijn negatief beoordeeld. Zowel het Aantal invasieve soorten als de fractie invasieve soorten zijn negatief beoordeeld en vertoonden een ongunstige evolutie ten opzichte van T2015. Er was in het volledige Schelde-estuarium een toename van het absoluut aantal invasieve exoten, alsook van de fractie van de gemeenschap die door invasieve exoten wordt ingenomen. Dit was een signaal om waakzaam te zijn naar potentieel toenemende impact op het systeem functioneren.

1.5 Opzet rapport

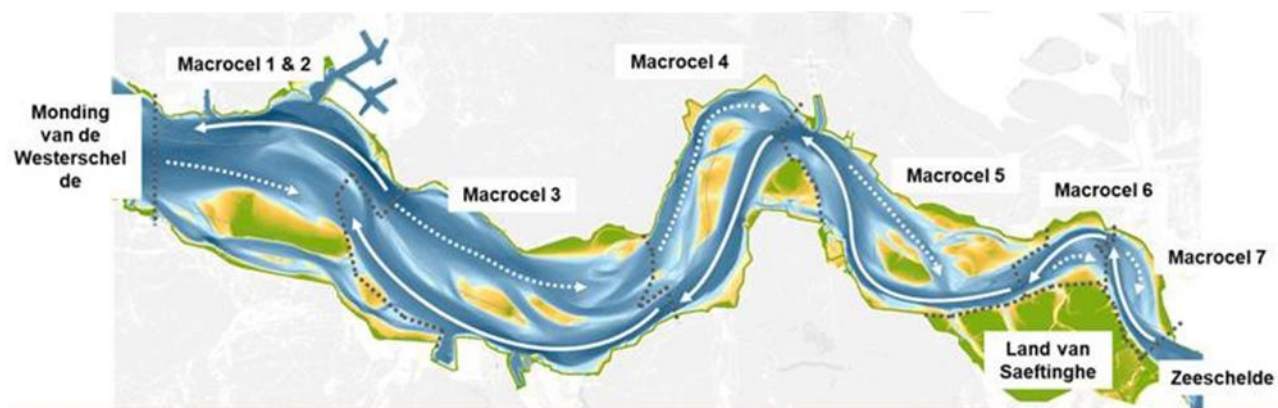
In dit rapport is eerst per parametergroep (sedimenttransport en morfologie, ecotopen, habitats en vegetatie, macrobenthos en hyperbenthos, vissen en vogels) een overzicht gegeven van de algemene trends in de Westerschelde. Vervolgens zijn per project de resultaten bekeken, en waar mogelijk getoetst aan de monitoringsparameters zoals beschreven in de vorige paragraaf. Het rapport sluit af met de voorlopige conclusies en aanbevelingen.

2 Sedimenttransport en morfologie

2.1 Trends in de Westerschelde

In de Westerschelde worden dagelijks vele tonnen zand en slib getransporteerd door het stromende water. Het water stroomt vooral door het getij, dat twee keer per dag zorgt voor een hoog- en laagwater. Naast het getij spelen de wind en de golven een rol bij de stroming. De aanvoer van zoetwater, vanuit de Zeeschelde en vanuit de verschillende grotere en kleinere spuisluizen beïnvloedt de stroming in de Westerschelde.

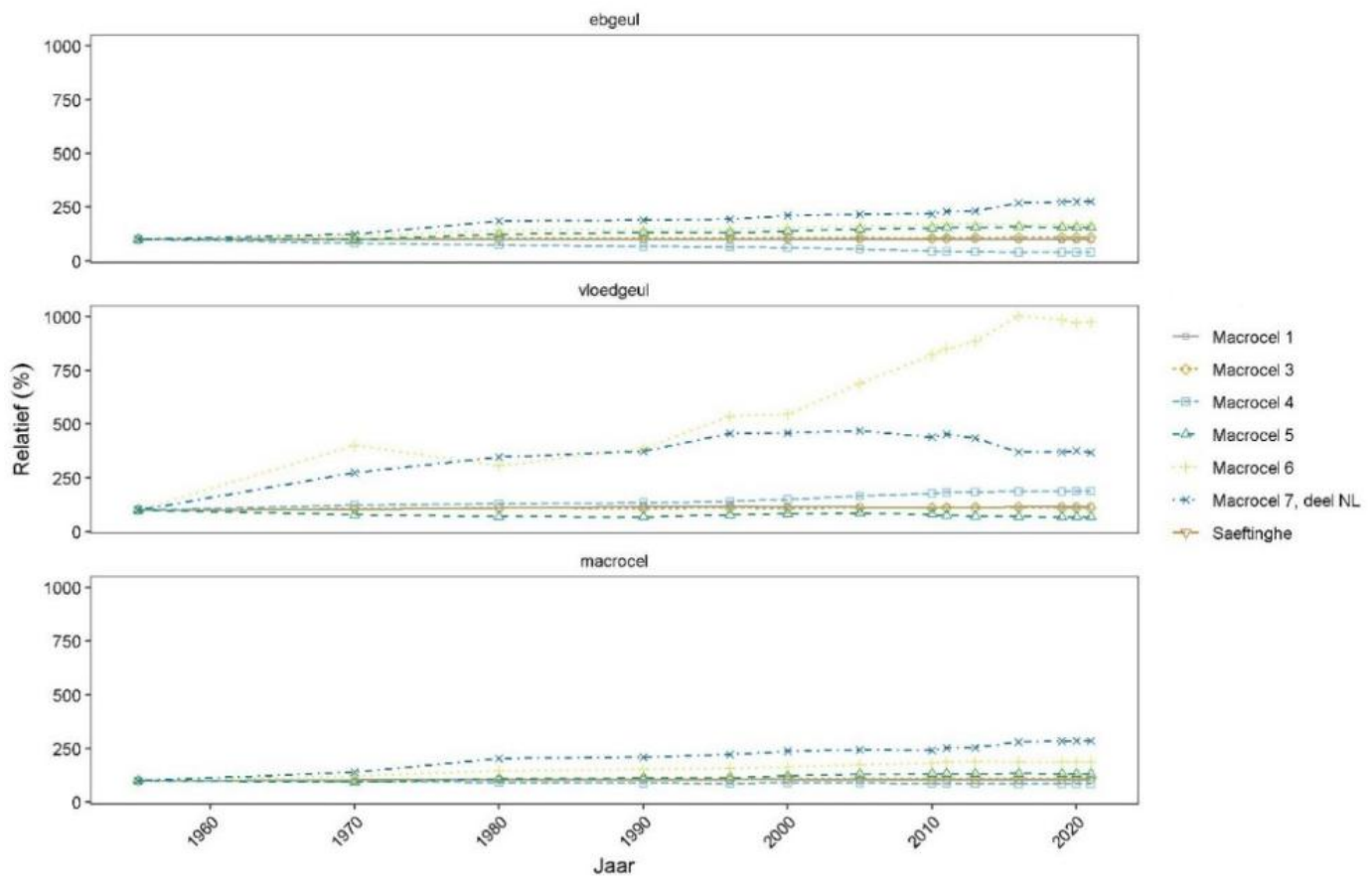
Kenmerkend voor dit deel van het estuarium is het meergeulenstelsel. De Westerschelde bestaat uit één hoofdgeul met parallel daaraan nevengeulen. De hoofd- en nevengeulen ontmoeten elkaar in drempelgebieden, die tot de meest veranderlijke delen van de Westerschelde behoren. Van het ene drempelgebied tot het volgende drempelgebied omsluiten de hoofd- en de nevengeul een plaatcomplex. Zo'n gebied van drempel tot drempel, met het omsloten plaatcomplex wordt een bochtgroep of macrocel (MC) genoemd en hier zijn er zeven van in de Westerschelde (zie Figuur 8). Tussen de hoofd- en de nevengeul worden in enkele plaatcomplexen nog kortsluitgeulen aangetroffen. De hoofd- en nevengeulen vormen samen met de kortsluitgeulen een mozaïek met zandplaten, slikken en ondiep water, terwijl langs de randen schorren aanwezig zijn. Een relatie leggen tussen de maatregelen en het meergeulenstelsel is niet zinvol omdat ze daarvoor te weinig invloed hebben.



Figuur 8 Overzichtskartaal van de Westerschelde met de macrocellen, de hoofdgeulen (pijlen) en de nevengeulen (gestippelde pijlen).

De ontwikkeling van het meergeulenstelsel, met inbegrip van de afname van het aantal kortsluitgeulen, in samenhang met de ontwikkelingen van de plaatcomplexen en de slikken en schorren, is onderwerp van veel rapportages, waaronder de jaarlijkse rapportages van de projectgroep Flexibel storten (vnsc.eu/projecten/flexibel-storten) en de T2021-rapportage (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2023a). In Figuur 9 is de ontwikkeling van het watervolume van de eb- en de vloedgeul opgenomen. Het watervolume is één van de indicatoren die inzicht geeft in de evolutie van het meergeulenstelsel. In macrocellen 1, 2, 3 en 5 is het volume van de ebgeulen nagenoeg stabiel gebleven. In macrocel 4 is het volume van de ebgeul stelselmatig afgenomen, dit is de voorbije 10 jaren relatief stabiel gebleven. In de diepe zones van de ebgeul van macrocel 6 (-5 m NAP) nam het volume nauwelijks toe. In de ondiepere zones (-5 m tot -2 m NAP) was er een zeer beperkte afname van het volume. In macrocel 7 was er zeer beperkt sedimentatie zowel in de eb- als de vloedgeul, zowel in de diepere als de ondiepere zones. Het volume nam er 0,5 tot 1% af. De volumes van de vloedgeulen in macrocellen 1, 2 en 5 namen ook af. In macrocel 3 trad er in de diepere delen van de vloedgeul een lichte toename op (+1% volume onder -5 m NAP). In de ondiepere zones (tussen -5 en -2 m NAP) nam het volume beperkt af (-0,5% t.o.v. het volume in 2016). In macrocel 4 is het volume van de vloedgeul de laatste 5 jaar 1% toegenomen ($1,80 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ (< -2 m NAP)). In macrocel 6 nam het volume in de diepe zones af en in de ondiepe zones toe.

De projecten van het NPW leveren een bijdrage aan het behoud van het meergeulenstelsel, wat ook weer het mozaïek stimuleert van verschillende habitats in het estuarium.



Figuur 9: Dimensies Westerschelde: relatieve verandering van het watervolume in de diepe geulen (onder - 5 m NAP) (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2023a).

Door de geulen en over de platen en slikken vindt ieder getij transport van water, zand en slib plaats. Het transport van zand en slib, oftewel het sedimenttransport, is op twee manieren van belang voor de natuur in de Westerschelde. De verplaatsing van zand en slib die iedere dag optreedt is een belangrijke factor voor het leven op en in de bodem en hiervoor zijn de begrippen hoog- en laagdynamisch geïntroduceerd. Daar waar veel zand en slib in beweging zijn, door de ter plaatse optredende hoge stroomsnelheden, zijn de omstandigheden niet gunstig voor de vestiging en de overleving van bodemdieren. Deze gebieden worden aangeduid met hoogdynamisch. Daar waar de stroomsnelheden lager zijn en niet veel zand en slib in beweging is, zijn de omstandigheden voor de vestiging en het overleven van bodemdieren gunstig. Deze gebieden worden laagdynamisch genoemd. Het hoog- en laagdynamisch heeft betrekking op de dynamiek die van getij op getij optreedt. Op de langere termijn spelen veranderingen in de ligging van de bodem een belangrijke rol voor de natuur in de Westerschelde. Veranderingen in de bodemligging leiden op sommige plekken tot kleine veranderingen in de leefomstandigheden, bijvoorbeeld daar waar een droogvallende plaat in hoogte toeneemt. Op andere plaatsen zijn de bodemligging groter en verandert het ene type leefgebied in een ander soort leefgebied. Dat gebeurt bijvoorbeeld op de plekken waar geulen verplaatsen en waar platen opslibben tot schorren.

Voor de natuurherstelprojecten zijn zowel het sedimenttransport van dag tot dag van belang als de veranderingen in de morfologie die na verloop van tijd optreden. Bij alle projecten gaat het natuurlijk om de veranderingen in het projectgebied zelf, maar ook om de uitstraling op de Westerschelde.

2.2 Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder

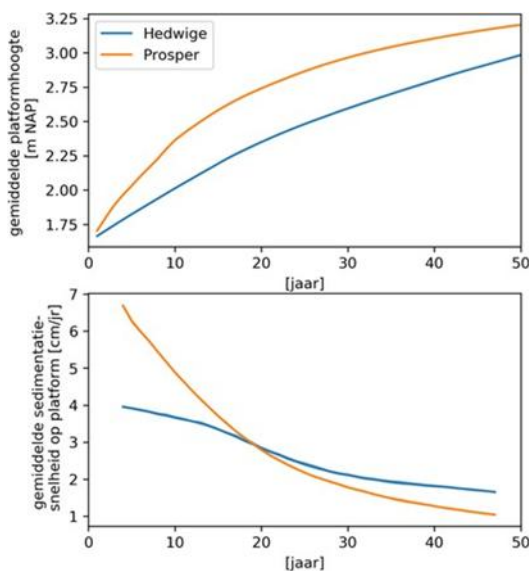
2.2.1 Verwachte ontwikkelingen

De Hertogin Hedwigepolder is sinds het einde van 2022 onder invloed gekomen van het getij. Het is daarom nog te vroeg om de ontwikkelingen in het gebied te evalueren. Zodoende wordt in de volgende paragraaf de verwachte

ontwikkeling besproken aan de hand van een innovatieve modelstudie die is uitgevoerd in opdracht van de VNSC door het NIOZ en de Universiteit van Antwerpen (Belzen et al., 2018). Er wordt hierbij uitgegaan van de ontwikkelingen die als meest waarschijnlijk worden geacht, de zogeheten referentiesimulatie.

Gebaseerd op de modelstudie van de referentiesimulatie kan worden verwacht dat het open karakter met geulen en onbegroeide slikken in het eerste decennium behouden blijft. Als gevolg van sedimentatie zullen er veranderingen in bodemhoogte optreden. Ook is er lokaal kans op erosie. Vooral op de relatief platte platen tussen de geulen en kreken zal naar verwachting sedimentatie optreden. Op deze plekken kan de bodemophoging lokaal oplopen tot 10 – 15 cm/jaar en nadien tot 5 cm/jaar.

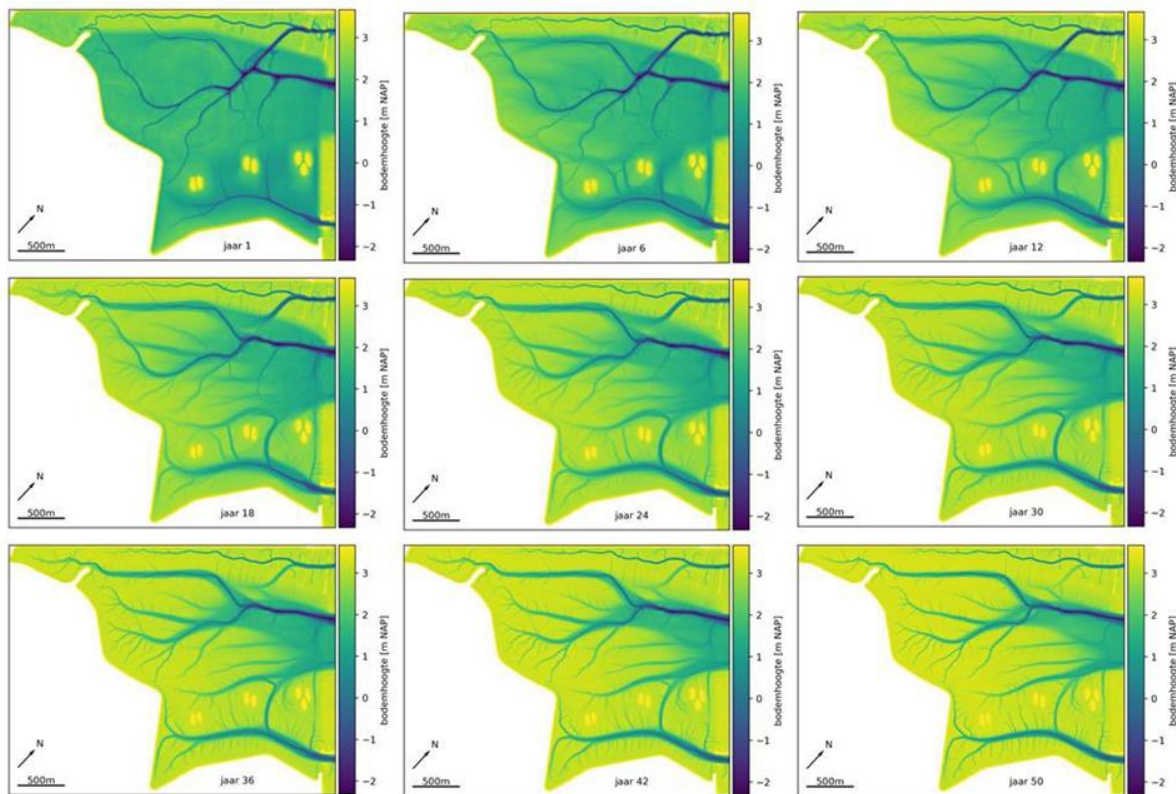
Naar verwachting is over het algemeen de bodemophoging sneller in de Prosperpolder dan in de Hertogin Hedwigepolder (Figuur 10). De ontwikkeling zoals deze blijkt uit het model is een langzame ontwikkeling tot een gevarieerd getijdengebied met schorren, in overeenstemming met de projectdoelstelling.



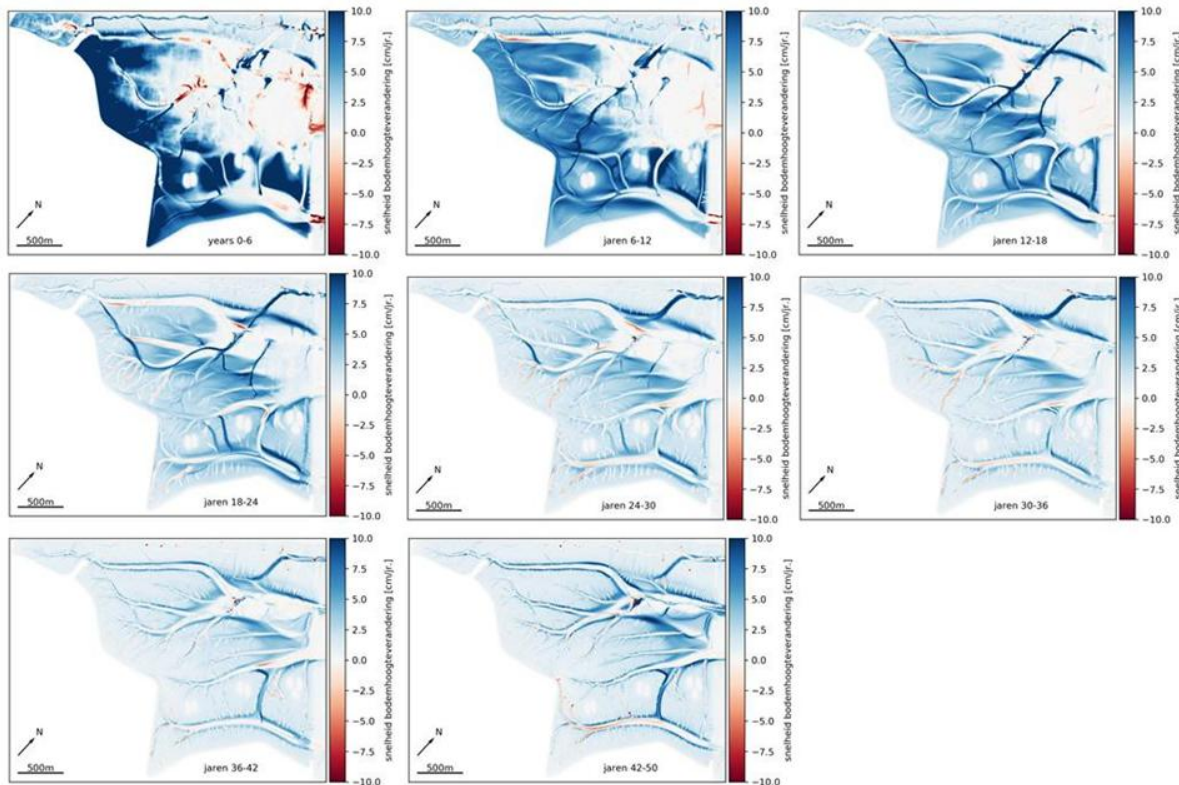
Figuur 10 Gemiddelde ontwikkeling van bodemhoogte en sedimentatiesnelheden op de plateaus tussen de geulen en kreken voor de Hertogin Hedwigepolder en de Prosperpolder.

In de eerste 10 jaar na opening van de polder zal de bodemophoging in de Prosperpolder gemiddeld tussen 5 en de 6,5 cm/jaar zijn. Voor de Hertogin Hedwigepolder zal de ophoging uitkomen tussen de 3,5 en 4 cm/jaar. De sedimentatiesnelheid neemt na verloop van tijd af tot respectievelijk 1 en 1,9 cm/jaar.

Na een periode van 50 jaar is de resulterende bodemhoogte in de Prosperpolder hoger dan die in de Hertogin Hedwigepolder. Bij de Prosperpolder is er echter een duidelijke afzwakking van de bodemophoging zichtbaar die bij de Hertogin Hedwigepolder ontbreekt. In Prosperpolder is de gemiddelde bodemhoogte na 50 jaar 3,17 m NAP (5,5 m TAW), dit is een ophoging van 1,5 m. Voor de Hertogin Hedwigepolder is dit 2,9 m NAP (5,2 m TAW), met een ophoging van 1,2 m. Figuur 11 geeft de ontwikkeling van de bodemophoging weer over een periode van 50 jaar. Hierbij valt het op dat enkele aangelegde kreken na verloop van tijd (gedeeltelijk) verdwijnen. Tevens ontstaan diverse nieuwe kreken al snel na de opening van de polder. Figuur 12 geeft de ontwikkeling weer van de sedimentatiesnelheden over een periode van 50 jaar.



Figuur 11 Gemodelleerde ontwikkeling in bodemophoging over een periode van 50 jaar in de Hertogin Hedwigepolder (Belzen et al., 2018).



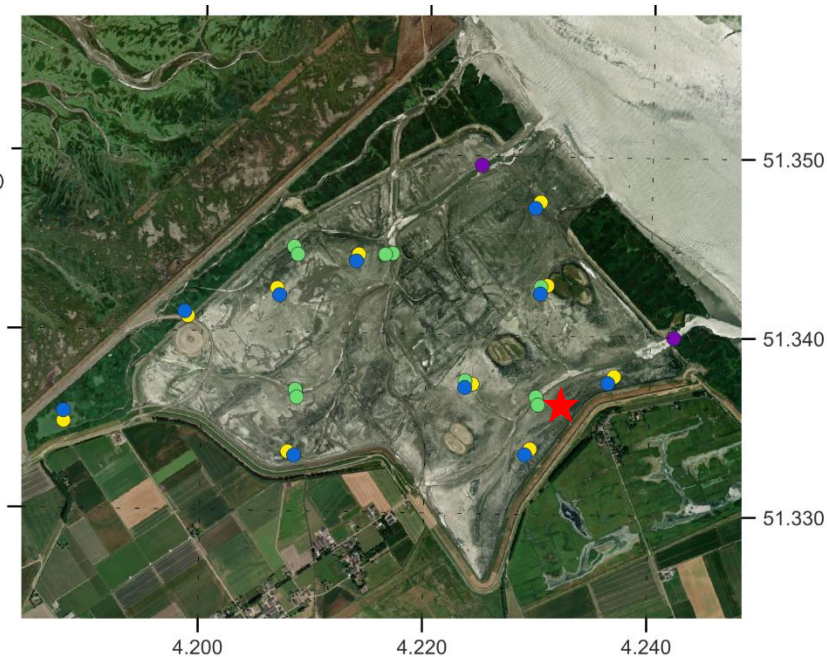
Figuur 12 Gemodelleerde ontwikkeling in sedimentatie en erosie over een periode van 50 jaar in de Hertogin Hedwigepolder (Belzen et al., 2018).

2.2.2 Stroomsnelheden

In de Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder zijn in september 2023, februari 2024 en september 2024 (2x per jaar 2 weken) stromingsmetingen uitgevoerd om een beeld te krijgen van de stromingspatronen in de polder en de bressen. De metingen zijn uitgevoerd met Acoustic Doppler Current Profilers (ADCP's), die zowel de stromingssnelheid als -richting meten. Deze data kunnen helpen bij het verklaren van erosie-sedimentatiepatronen en de ontwikkeling van benthos in het gebied. Er zijn ook permanent waterhoogtemetingen gedaan door middel van druksensoren om het hoogteverschil tussen getijden te meten en het debiet door het systeem te bepalen. Figuur 13 geeft de locaties van de ADCP's en de druksensoren tijdens de metingen in september 2023 weer.

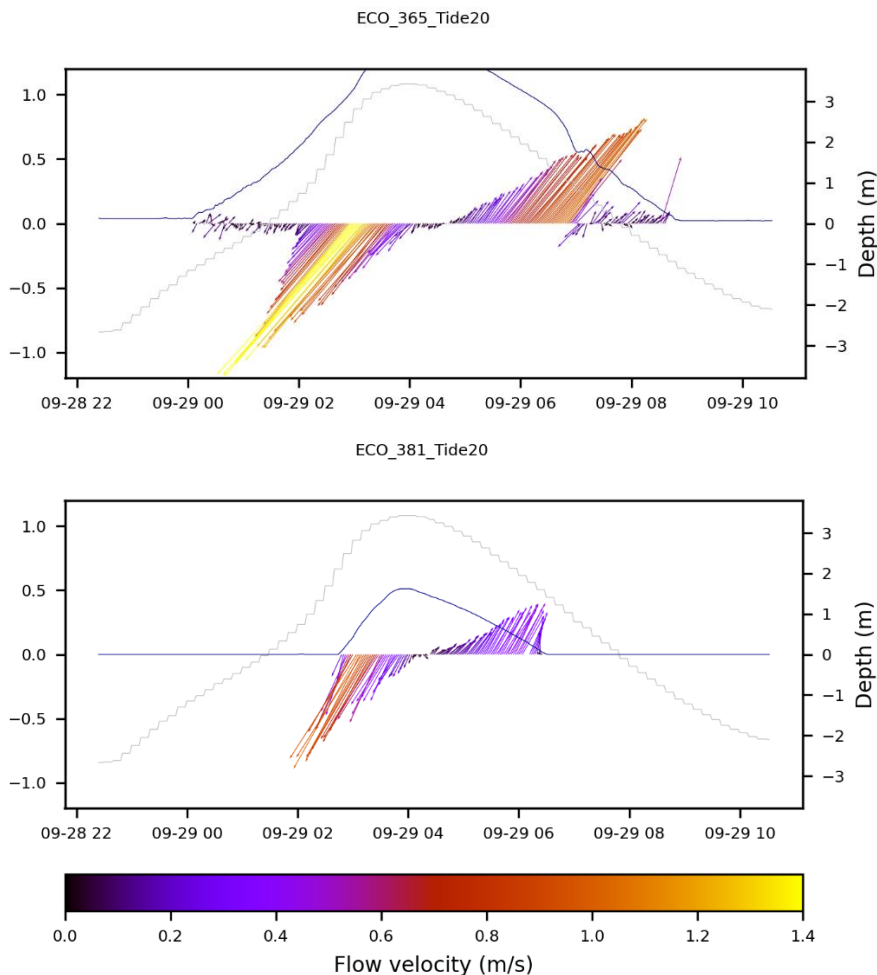
Meetlocaties

- DRUK (permanent)
- SET (permanent)
- HR ADCP (2023-09-18 -- 2023-10-5)
- ECO ADCP (2023-09-18 -- 2023-10-5)



Figuur 13 Meetlocaties van de verschillende stromingsmetingen in de Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder. De rode ster geeft de locatie aan van de meetpunten die verder in deze paragraaf besproken worden.

Uit voorlopige resultaten (uit 2023) komt dat er veel instroom van water in het gebied is door het afgegraven schor. Figuur 14 laat de diepte, stroomsnelheden en -richtingen zien van twee meetpunten in het gebied in de geul en daar net buiten tijdens een getij-cyclus (rode ster in Figuur 13). Zowel het overstromen bij vloed als het droogvallen bij eb van het platform in het gebied veroorzaken stromingspieken in de geulen in het gebied. Bij vloed brengen deze stromingen sediment het gebied in en bij eb voeren deze stromingen juist sediment af. Achterin de polder is er weinig stroming, waardoor er veel aanslibbing plaatsvindt (en dit deel steeds moeilijker bereikbaar wordt). Er volgen in 2025 nog verdiepende analyses over stroming en waterhoogtes, waarin resultaten uit 2024 ook worden meegenomen.

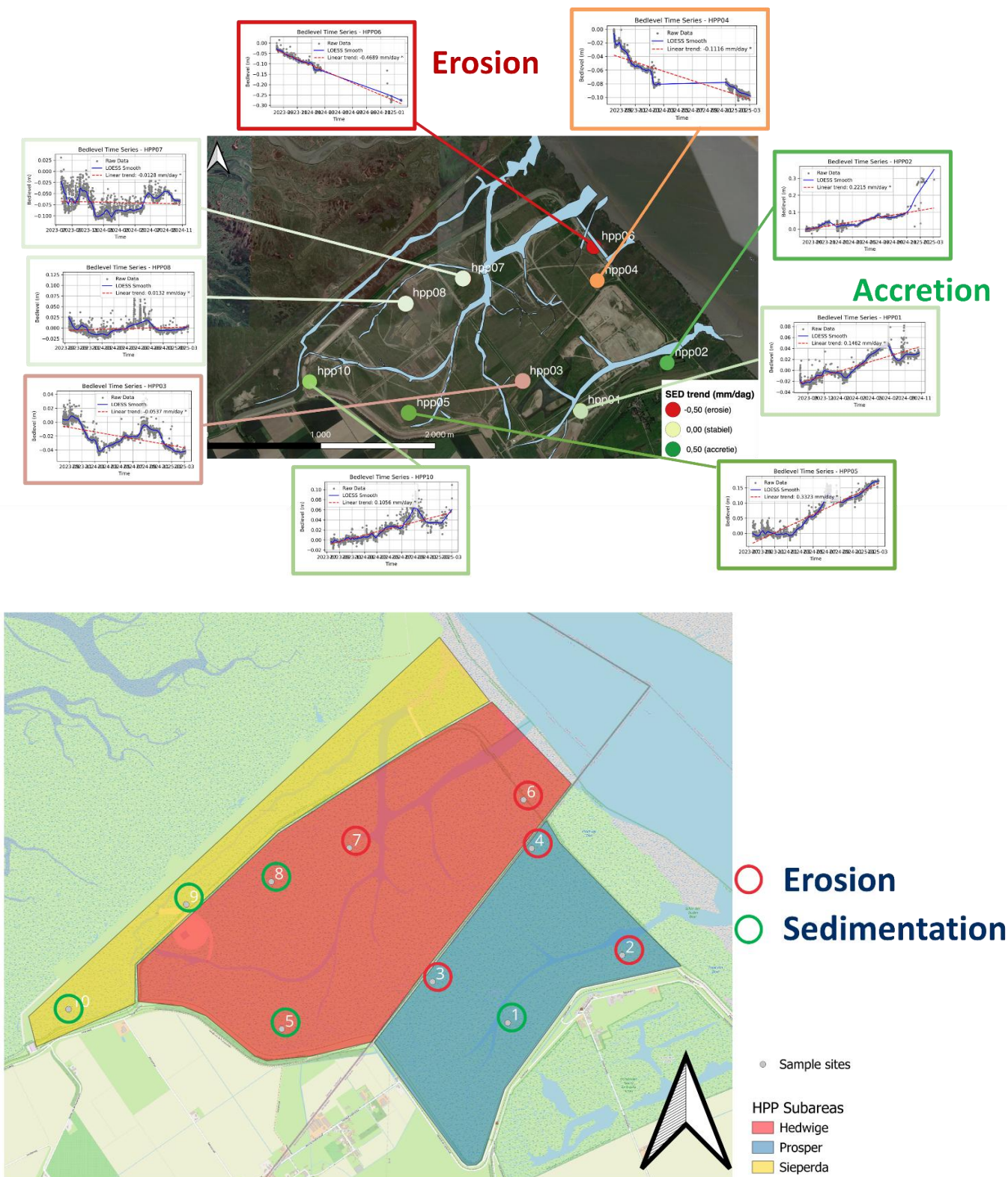


Figuur 14 Stroomsnelheden tijdens één getij-cyclus bij twee meetpunten in de geul (boven) en daar net buiten (onder). De richting van de pijlen geeft de stroomrichting aan.

2.2.3 Bodemligging en sedimentatie

Om inzicht te krijgen over bodemvorming zowel in de tijd als over diepte, doet het NIOZ-metingen in de Hertogin Hedwige en Prosperpolder, vergelijkbaar met de metingen in Bath (zie paragraaf 2.5.2). Er wordt onder andere gekeken naar de sedimentdynamiek aan de oppervlakte aan de hand van SED-sensors (Sedimentation Erosion Dynamic sensor). Deze sensors kunnen de sedimentdynamiek over de tijd in kaart brengen. Uit voorlopige resultaten blijkt dat er op sommige plots in het gebied, onder andere waar het water het gebied instroomt, erosie plaatsvindt en op andere plots, met name achter in de polder, sedimentatie (Figuur 15).

Sediment Erosion Table (SET) metingen, gedaan door de University of Antwerp, laten redelijk vergelijkbare resultaten zien (Figuur 15). Met name de erosie voor in de polder, waar het water binnenstroomt, en de sedimentatie die plaatsvindt achter in de polder, worden door de verschillende meetmethodes geregistreerd.



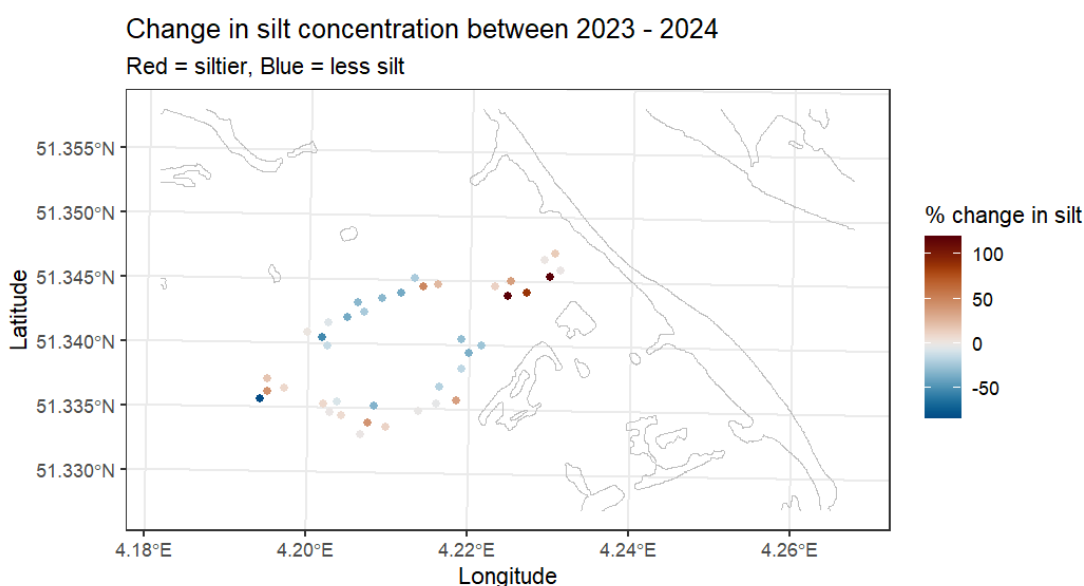
Figuur 15 Een overzicht van op welke meetlocaties in de Hertogin Hedwigepolder, Prosperpolder en Sieperdaschor sedimentatie of erosie plaatsvindt. De bovenste afbeelding geeft de resultaten van de SED-sensors weer. De onderste afbeelding van de SET-metingen.

2.2.4 Sedimentsamenstelling

In 2023 en 2024 zijn op 40 locaties in de Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder metingen gedaan om sediment eigenschappen vast te stellen (Figuur 16). Uit voorlopige resultaten kan worden geconcludeerd dat het sediment in de polder modderig is en dat de korrelgrootte van het sediment iets groter was in 2024 ten opzichte van 2023, maar dit verschil is niet significant. Afhankelijk van de locatie op de polder is het sediment slibrijker of minder slibrijk geworden (Figuur 17). Het sediment achter in de polder is slibrijker geworden (in overeenstemming met de lagere stroomsnelheden in dit deel van de polder, zie paragraaf 2.2.2).



Figuur 16 Locaties van de benthos en sedimentmonsters in de Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder. De roze lijn geeft de grens tussen Nederland en België aan, waarbij Nederland links van de roze lijn ligt.



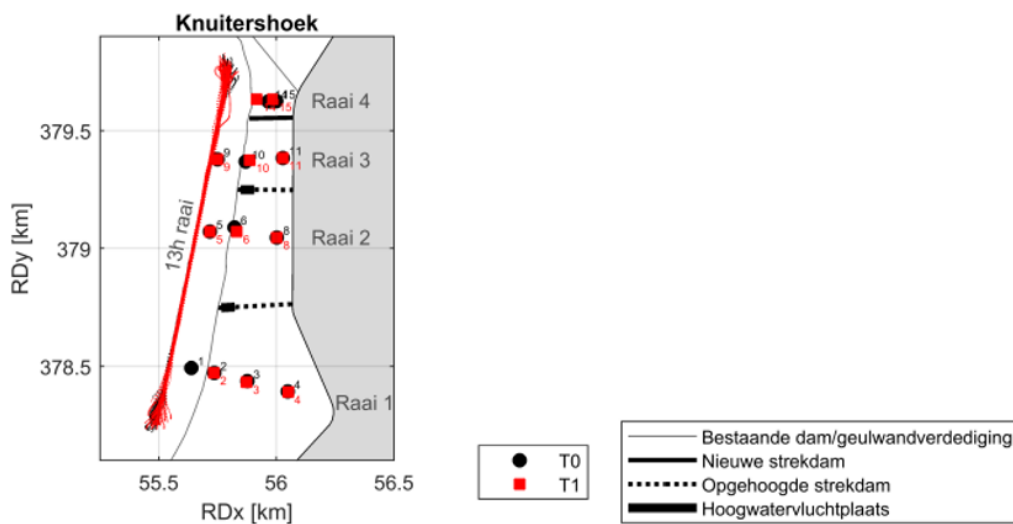
Figuur 17 Verandering in slibconcentratie op meetpunten in de Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder tussen 2023 en 2024.

2.3 Knuitsershoek

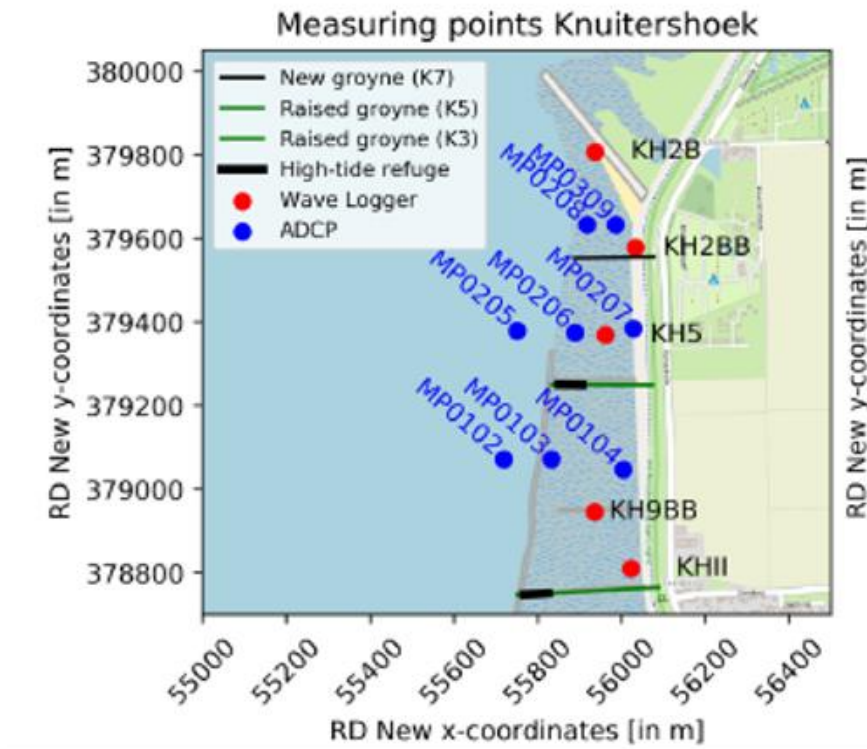
2.3.1 Stroomsnelheden

Bij Knuitsershoek zijn strekdammen aangelegd op het slik, om daarmee de omstandigheden op het slik te veranderen ten gunste van de bodemdieren. Effectief betekent dit dat meer laagdynamisch areaal wordt gerealiseerd door de stroomsnelheden te reduceren. Belangrijk is daarbij dat er geen negatieve gevolgen optreden voor de omliggende gebieden. Negatieve effecten kunnen het gevolg zijn van onvoorziene erosie bij de strekdammen, door een toename van de stroming.

De stroomsnelheidsmetingen zijn uitgevoerd door Rijkswaterstaat en geanalyseerd door Deltares. De T0 metingen vond plaats in maart en april van 2016. De T1 metingen, na de aanleg van de strekdammen, vonden plaats in april en mei van 2018. Figuur 18 geeft een overzicht van de meetlocaties bij Knuitsershoek, waar metingen zijn uitgevoerd aan de hand van NORTEC Acoustic Doppler Current Profilers (ADCP's). Op een aantal locaties zijn er golfmetingen gedaan met OSSI-druksensoren vanaf medio 2016, zie Figuur 19.



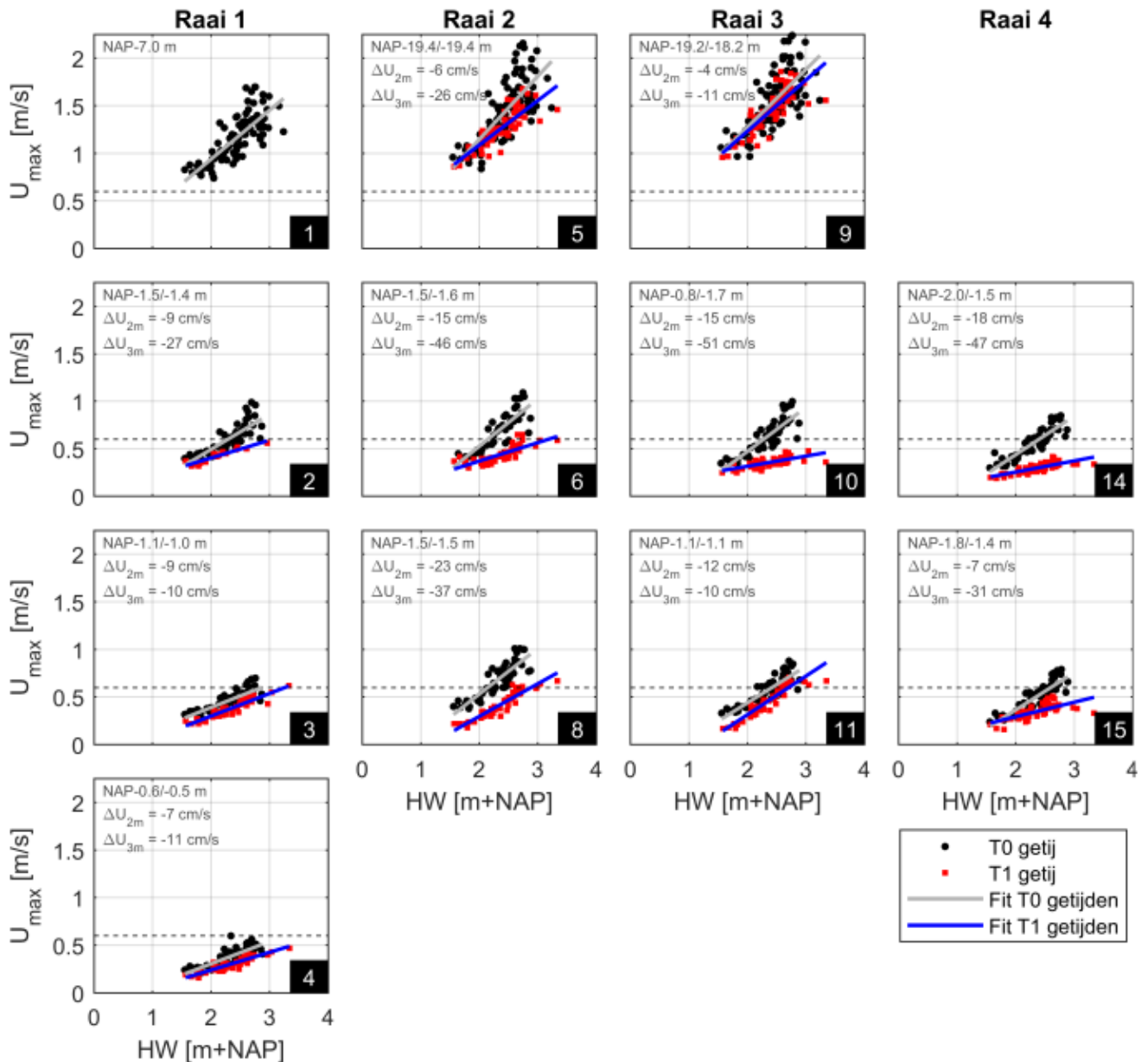
Figuur 18 Overzicht van de meetlocaties van de ADCP's in het intergetijdengebieden en de raaien van Knuitsershoek.



Figuur 19 Overzicht van de meetlocaties van de druksensoren in de intergetijdengebieden in de intergetijdengebieden van Knuitershoek en Baalhoek (Van der Werf et al., 2022)).

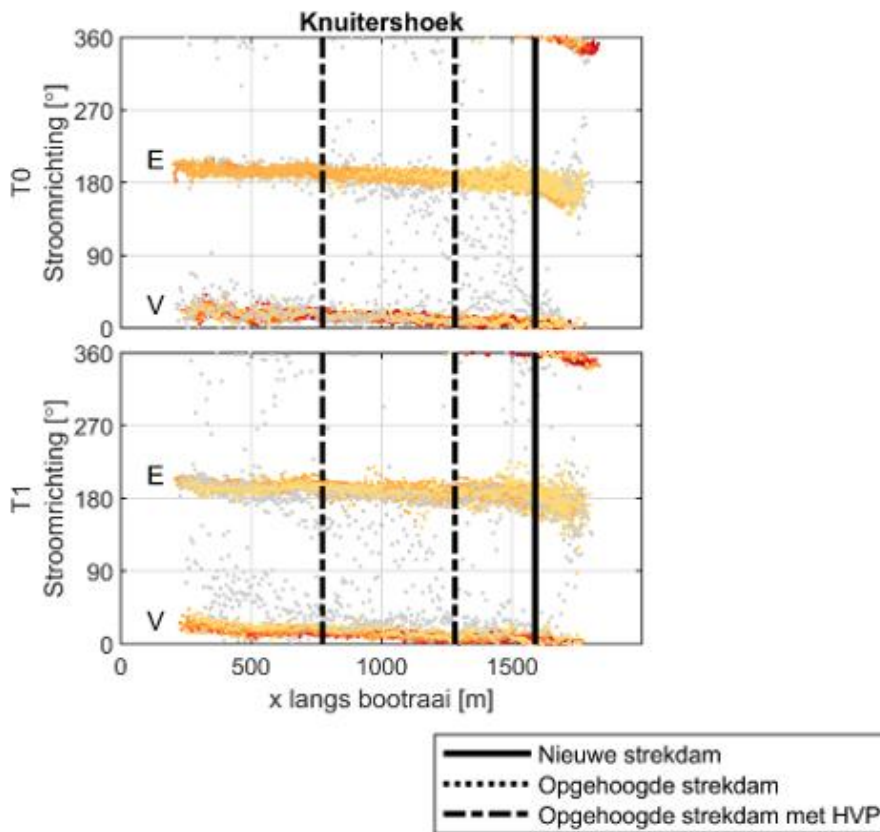
De maximale dieptegemiddelde snelheden van elk getij uitgezet tegen de opgetreden hoogwaterstand, van de T0 en T1 situaties, zijn weergegeven in Figuur 20 (Van der Werf et al., 2022). Net als bij Baalhoek, zijn bij Knuitershoek de vloodsnelheden groter dan de eb snelheden. Dit komt doordat het intergetijdengebied grenst aan een vloedgeul, waarin vloodsnelheden dus domineren. Bij Knuitershoek zijn de groottes van de maximale dieptegemiddelde snelheden tot 15% afgenomen door de aanleg van de strekdammen. De grootste afname is gemeten bij raai 2 (meetpunt 5), waar de snelheid bij hoogwaterstand van 3m naar 26 cm/s is afgenomen. Veranderingen in de maximale snelheid in de geul waren relatief beperkt.

Knuittershoek



Figuur 20 Maximale dieptegemiddelde snelheid voor elk gemeten getij, weergegeven ten opzichte van de maximale waterstand van elk getij, van de T0 en T1 metingen van Knuittershoek (Van der Werf et al., 2022).

De stroomrichting en stroomsnelheid als functie van de positie, voor de T0 en T1 situatie, zijn weergegeven in Figuur 21. Op de verticale as is de stroomrichting aangegeven en de kleuren geven de grootte van de stroomsnelheid weer. Deze metingen geven het inzicht dat de aanleg en verhoging van de strekdammen geen substantiële veranderingen in de stromingsrichting hebben teweeggebracht.



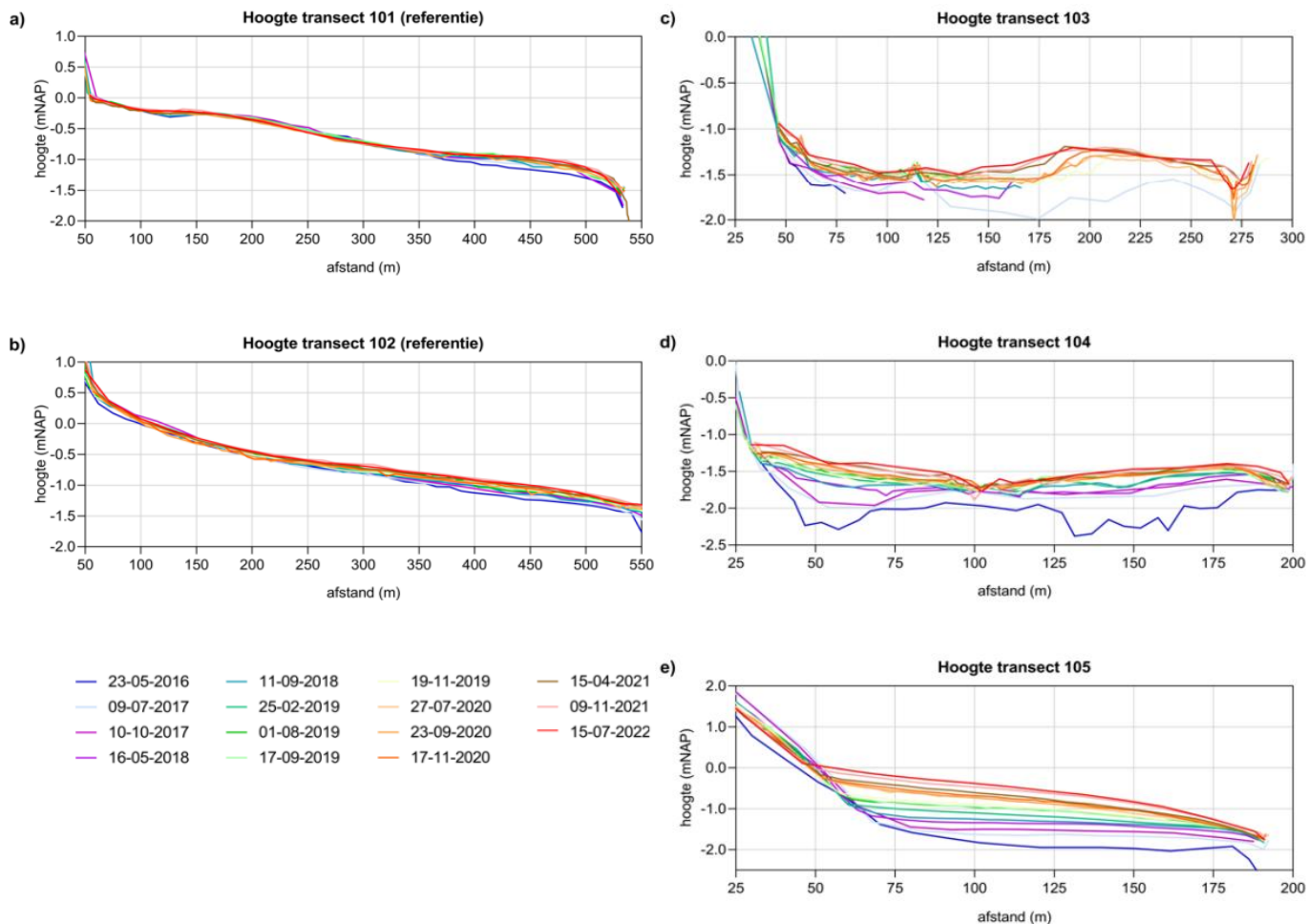
Figuur 21 De gemeten stroming langs de gevaren bootraaien. Voor Knuitershoek zijn de stroomrichtingen (verticale positie markers) en de dieptegemiddelde snelheden (kleur markers) weergegeven voor de T0 situatie (boven) en de T1 situatie (onder) (Van der Werf et al., 2022).

2.3.2 Bodemligging en sedimentatie

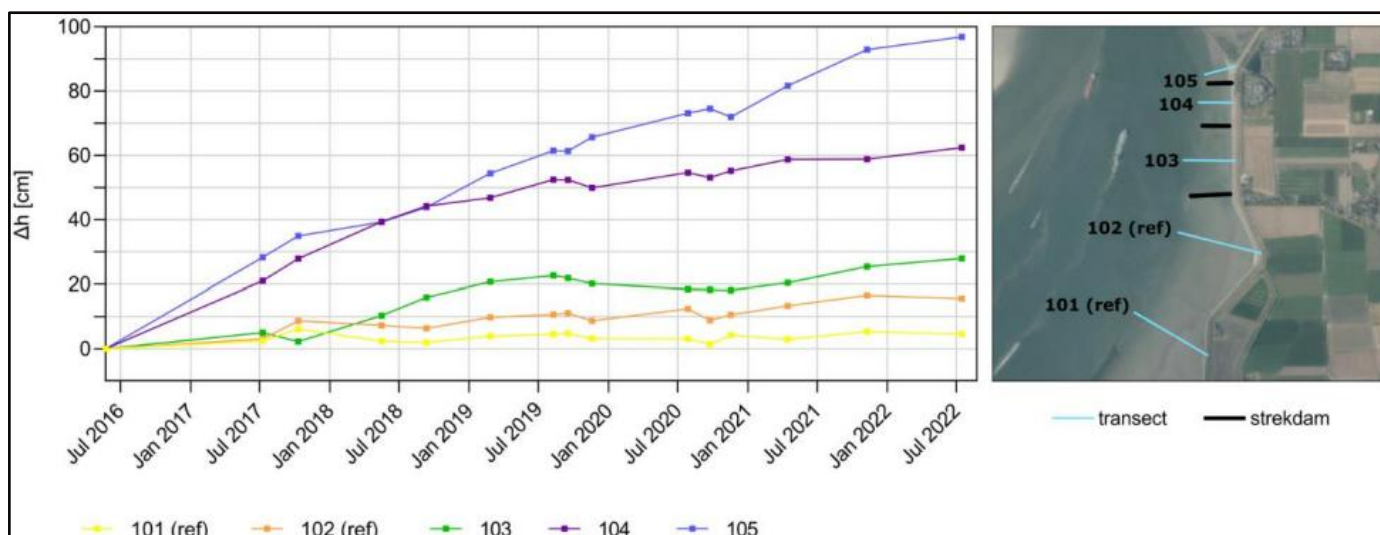
De resultaten van de hoogtemetingen (door HZ University of Applied Sciences) in de periode 2016-2022 in Knuitershoek van de (dGPS) transecten is weergegeven in Figuur 22. De rode trendlijn geeft de meest recente hoogtemetingen van april 2021 weer. Zie Figuur 23 voor de locaties van de transecten ten opzichte van de strekdammen. Uit Figuur 22 kan opgemaakt worden dat er voor de referentie transecten een beperkte toename was in hoogte. Voor de transecten in de projectgebieden (103, 104, 105) zijn er wel substantiële hoogtetoenamen vastgesteld. Nabij de strekdammen bedroeg de gemiddelde aanslibbingssnelheid in de meetperiode tussen 2016 en 2022 10,2 cm/jaar. De maximale aanslibbingssnelheid bedroeg lokaal 15,8 cm/jaar (Van der Werf et al., 2022). De toename in hoogte in het projectgebied vanaf 2016, bij de transecten tussen en noordelijk van de nieuwe strekdammen (103, 104 en 105), zijn in overeenstemming met trends in erosie en sedimentatie in het gebied. In de periode van 2003 tot 2015 was het gebied overwegend morfologisch stabiel. Daarna heeft tussen 2016 en 2021 een versterking van het sedimentatieproces tussen en rondom de strekdammen plaatsgevonden.

Naast dGPS metingen worden er sinds juni 2016 ook metingen gedaan met SED-sensoren, die voor een langere periode data kunnen verzamelen over sediment-dynamiek. Uit de data die tot nu toe geanalyseerd is, komen vergelijkbare resultaten als uit de dGPS transecten. Namelijk dat de bodemhoogte bij de referentielocaties stabiel was,

terwijl bij de locaties ter hoogte van de maatregelen er sterke veranderingen waren (met name de stijging in hoogte bij transect 104 en 105) (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 22 Overzicht van de uitgevoerde hoogtemetingen op de locatie Knuitershoek, in de periode tussen 2016 en 2022. De transecten 101 en 102 zijn referentie-transecten (Van der Werf et al., 2022).

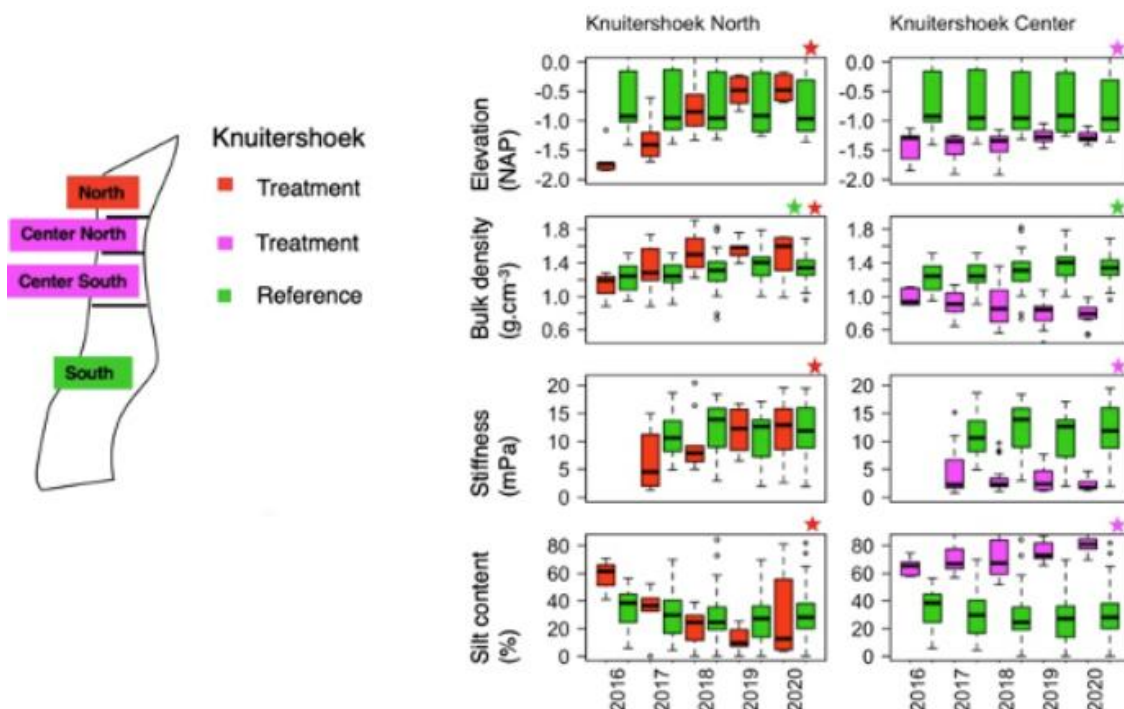


Figuur 23 Geaccumuleerde hoogteverandering in de tijd te plaatse van vooraf definieerde transecten ter plaatse van locatie Knuitershoek (Van der Werf et al., 2022).

2.3.3 Sedimentsamenstelling

De sedimentsamenstelling in Knuitershoek wordt gekenmerkt door een aanzienlijk hoger slibgehalte in vergelijking met het nevengebied. De door de strekdammen veroorzaakte slechtere ontwatering in het centrale deel bij Knuitershoek zorgt voor minder bodemverdichting en een toename in slibgehalte (Figuur 24). In het noordelijke deel van Knuitershoek, dat goed ontwatert en waar een naastgelegen strand is opgespoten, heeft een snelle ophoging met verdichting (compactie) van de bodem plaatsgevonden en nam het slibgehalte af (Figuur 24) (Belzen et al., 2023).

De gemiddelde mediane korrelgrootte is niet sterk veranderd door de jaren, maar was veel kleiner in het projectgebied van Knuitershoek dan in het nevengebied. Hoewel de trends in de mediane korrelgrootte en de fracties medium en fijn zand minder duidelijk waren in Knuitershoek dan in Baalhoek, was er nog steeds sprake van een toename van het slibgehalte door de jaren heen, vooral in het projectgebied (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 24 Gemeten ontwikkelingen van de dynamische toestand van de slik- en zandplaten in Knuitershoek (Belzen et al., 2023).

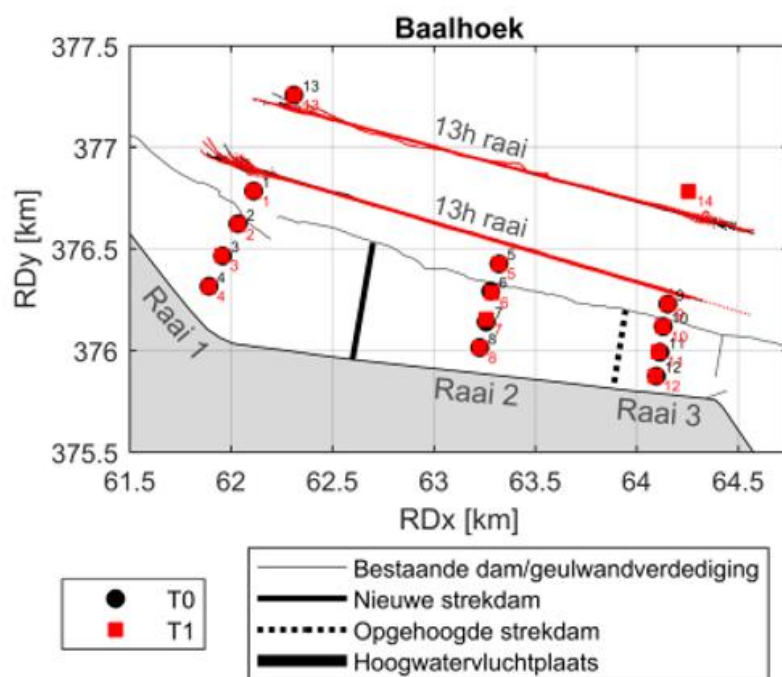
2.4 Baalhoek

2.4.1 Stroomsnelheden

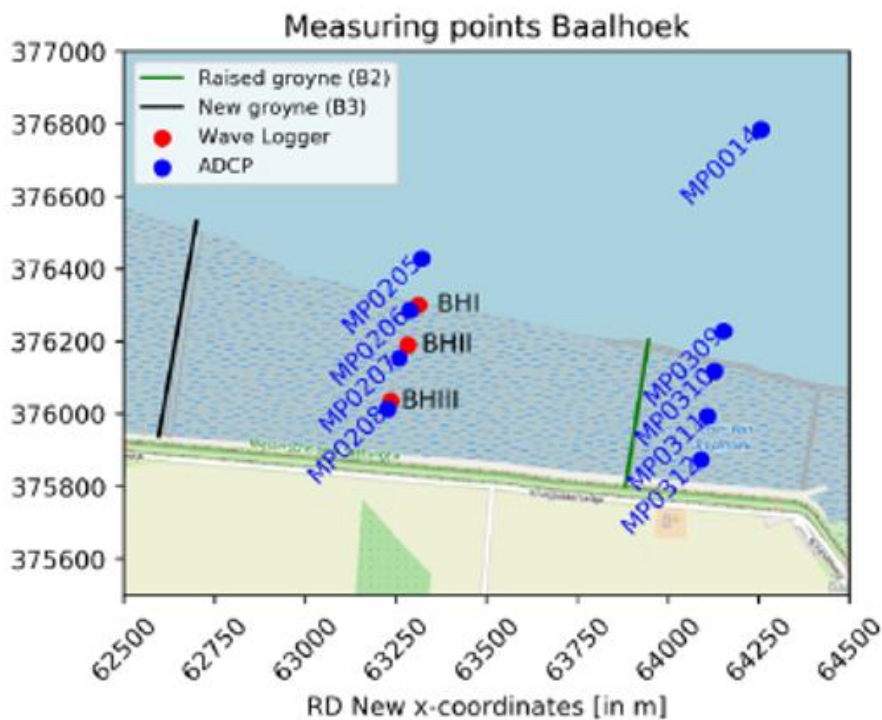
Bij Baalhoek zijn strekdammen aangelegd op het slik, om daarmee de omstandigheden op het slik te veranderen ten gunste van de bodemdieren. Effectief betekent dit dat meer laagdynamisch areaal wordt gerealiseerd door de stroomsnelheden te reduceren. Belangrijk is daarbij dat er geen negatieve gevolgen optreden voor de omliggende gebieden. Negatieve effecten kunnen het gevolg zijn van onvoorziene erosie bij de strekdammen, door een toename van de stroming.

De stroomsnelheden bij Baalhoek zijn in de situatie voor de aanleg van de strekdammen gemeten en gemodelleerd aan de hand van een tweeledige aanpak. Er is een analyse uitgevoerd van de stroomsnelheidsmetingen van de intergetijdengebieden en in de geul. Als aanvulling op de analyses, zijn de stroomsnelheden berekend met behulp van een numeriek model (Delft3D-FM) om een meer volledig beeld te geven van situatie. Als aanvulling op de stromingsmetingen zijn drukmetingen gebruikt om wind- en scheepsgolven te analyseren. Met deze methode zijn de bodemschuifspanningen berekend om een indicatie te doen van de mobiliteit van het sediment waarin er een onderscheid is gemaakt tussen de bijdrage door getijstroming, windgolven en scheepsgolven.

De stroomsnelheidsmetingen in de projectgebieden zijn uitgevoerd door Rijkswaterstaat en geanalyseerd door Deltares. De T0 metingen van Baalhoek vonden plaats in januari en februari van 2016. De T1 metingen, na de aanleg van de strekdammen, vonden plaats in 2018 tussen mei en juni. Figuur 25 geeft een overzicht van de meetlocaties bij Baalhoek, waar metingen zijn uitgevoerd aan de hand van NORTEC Acoustic Doppler Current Profilers (ADCP's). Op een aantal locaties zijn er golfmetingen gedaan met OSSl-druksensoren vanaf medio 2016, zie Figuur 26.



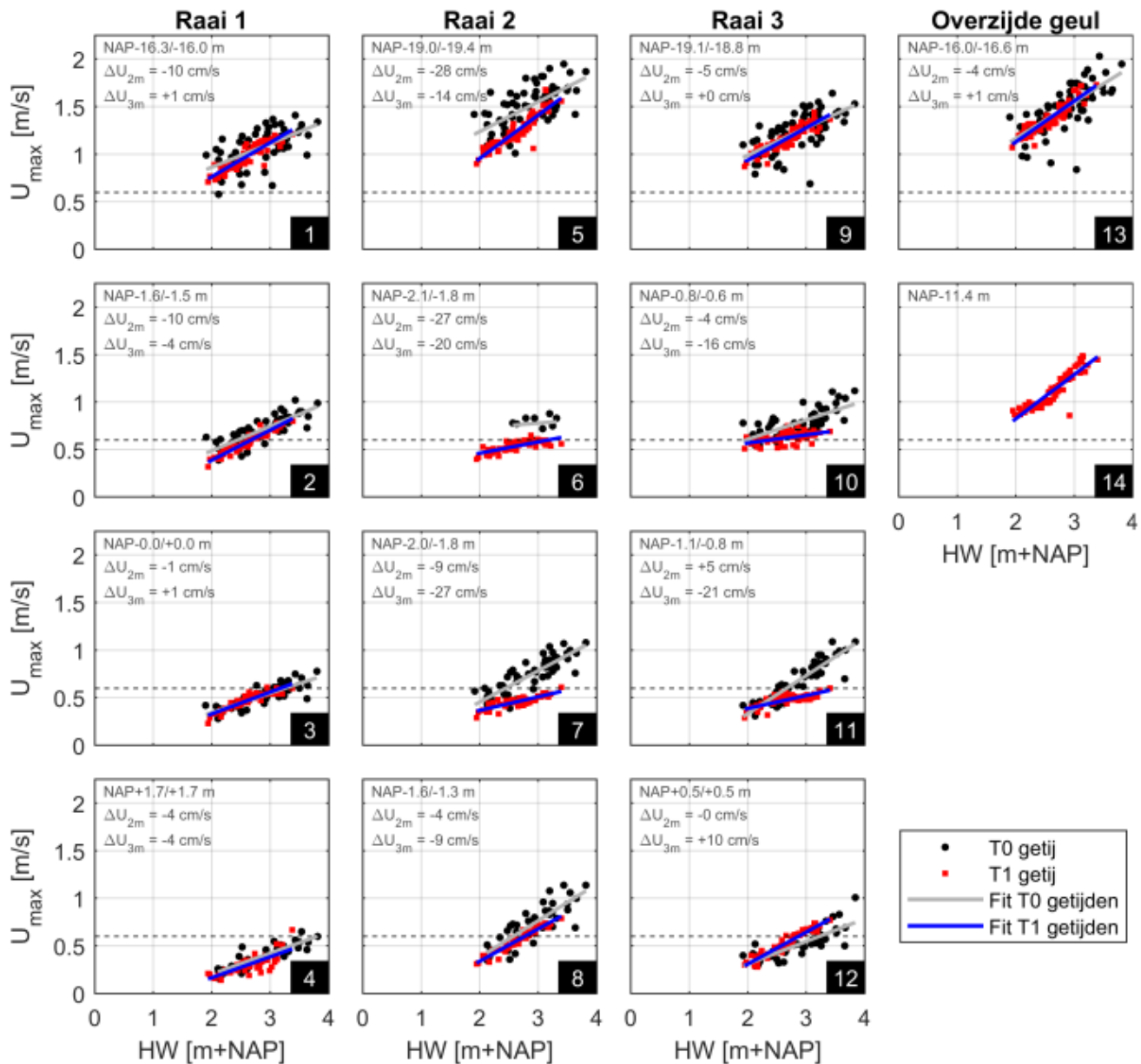
Figuur 25 Overzicht van de meetlocaties van de ADCP's in het intergetijdengebieden en de raaie van Baalhoek.



Figuur 26 Overzicht van de meetlocaties van de druksensoren in de intergetijdengebieden in de intergetijdengebieden van Baalhoek (Van der Werf et al., 2022).

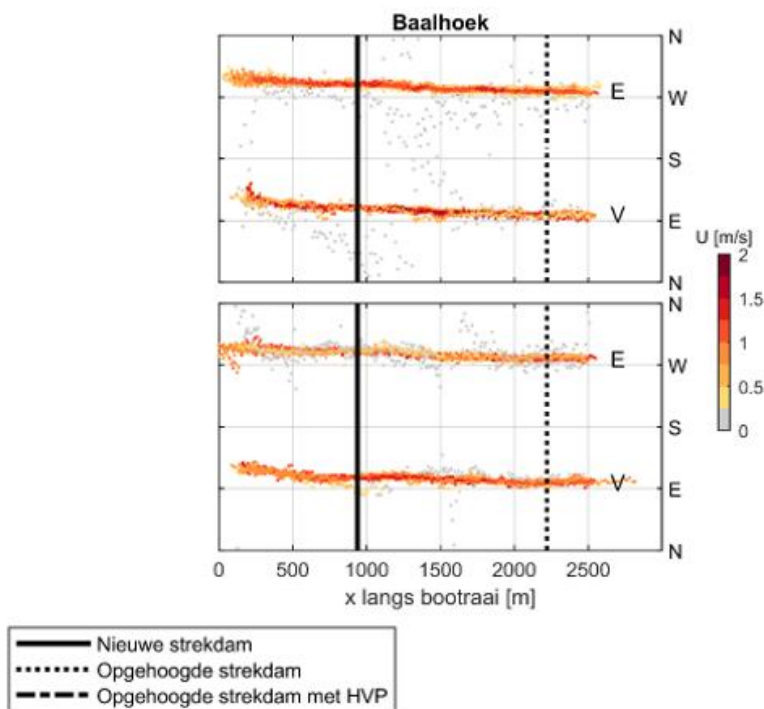
De maximale dieptegemiddelde snelheden van elk getij uitgezet tegen de opgetreden hoogwaterstand, van de T0 en T1 situaties, zijn weergegeven in Figuur 27 (Van der Werf et al., 2022). Te zien is dat bij Baalhoek de vloodsnelheidspieken significant groter zijn dan de ebsnelheidspieken. Strikt genomen grenst Baalhoek aan een ebgeul, maar door bochteffecten kan er lokaal alsnog vloeddominantie in de snelheden optreden (Van der Werf et al., 2022). Pieksnelheden in het projectgebied zijn hoofdzakelijk afgenomen, vooral tijdens getijden met de hoogste waterstand. Er was een sterke afname van snelheden te zien tussen de strekdammen, terwijl veranderingen in de maximale snelheid in de geul relatief beperkt waren. De grootste afname in stroomsnelheid was te zien bij raai 2 (meetpunt 5), waar bij een hoogwaterstand van 2m de afname van stroomsnelheid 28 cm/s is. Opvallend is dat op de meetlocaties 1 en 5, de snelheden bij een lagere hoogwaterstand meer zijn afgenomen dan bij een hogere hoogwaterstand. Deze uitkomst komt niet overeen met de situatie bij Knuitershoek. De relatie tussen de maximale snelheid en hoogwaterstand is bij Baalhoek sterker geworden na de aanleg van de strekdammen.

Baalhoek



Figuur 27 Maximale dieptegemiddelde snelheid voor elk gemeten getij, weergegeven ten opzichte van de maximale waterstand van elk getij, van de T0 en T1 metingen van Baalhoek (Van der Werf et al., 2022).

De stroomrichting en stroomsnelheid als functie van de positie, voor de T0 en T1 situatie, zijn weergegeven in Figuur 28. Op de verticale as is de stroomrichting aangegeven en de kleuren geven de grootte van de stroomsnelheid weer. Consistent voor de T0 en T1 situatie is de spreiding in stroomrichting, die Bij Knuitershoek groter is dan bij Baalhoek. De nieuwe en aangepaste strekdammen zijn hiervan dus niet de oorzaak. Deze metingen geven het inzicht dat de aanleg en verhoging van de strekdammen geen substantiële veranderingen in de stromingsrichting hebben teweeggebracht.



Figuur 28 De gemeten stroming langs de gevaren bootraaien. Voor Baalhoek zijn de stroomrichtingen (verticale positie markers) en de dieptegemiddelde snelheden (kleur markers) weergegeven voor de T0 situatie (boven) en de T1 situatie (onder) (Van der Werf et al., 2022).

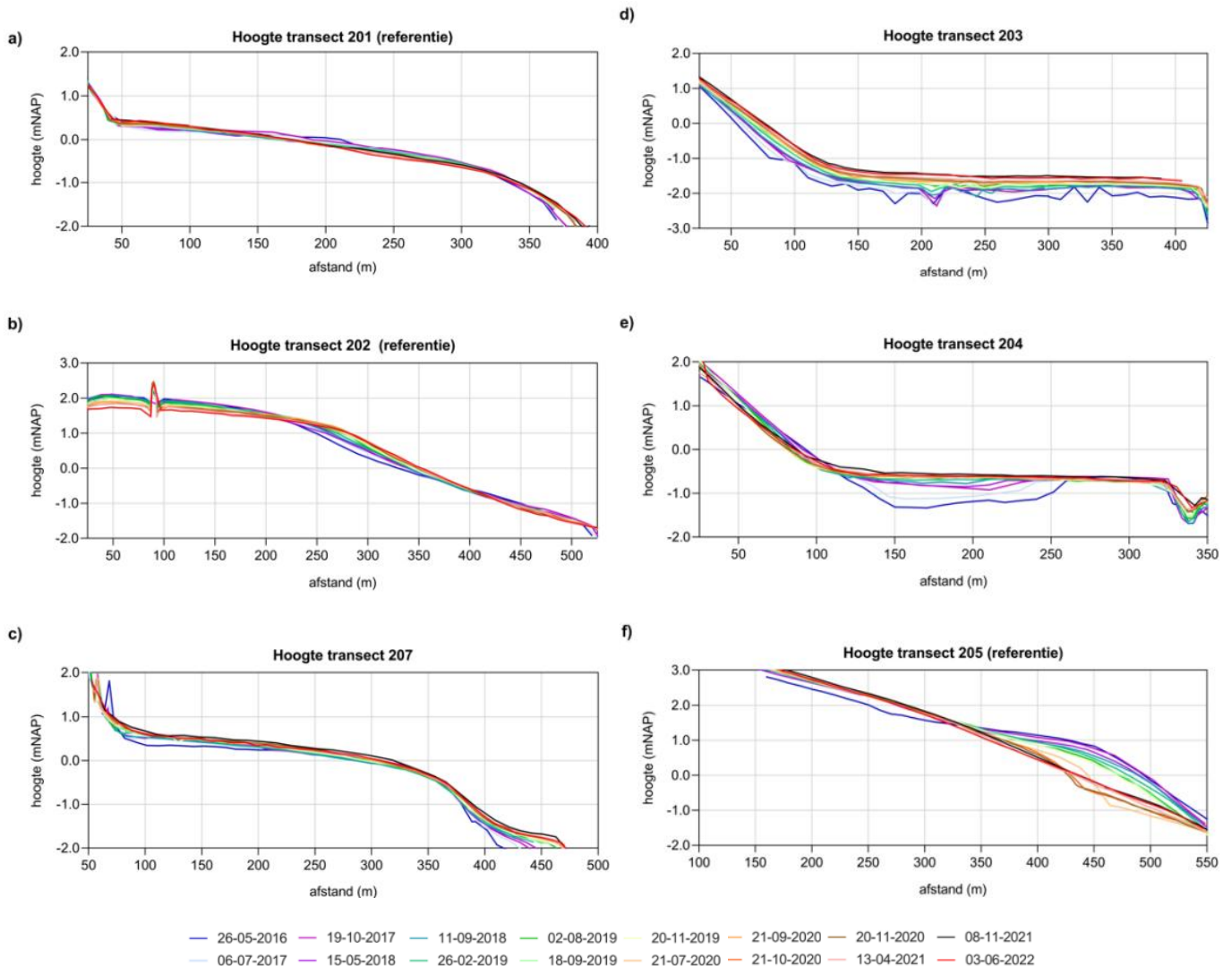
2.4.2 Bodemligging en sedimentatie

Net als in Knuitershoek zijn in Baalhoek hoogtemetingen uitgevoerd door middel van dGPS transecten. In Figuur 29 zijn de hoogtegegevens van locatie Baalhoek in de periode tussen 2016 en 2022 afgebeeld (Van der Werf et al., 2022). De locaties van de transecten zijn te zien in Figuur 30. Er was sprake van minimale hoogteveranderingen bij de referentie-transecten 201 en 202. De meetgegevens van transecten 203 en 204 laten zien dat er een toename van hoogte heeft opgetreden, terwijl dit bij 207 beperkt was. Bij transect 203, gelegen tussen de strekdammen, heeft de hoogtetoe name plaatsgevonden over de gehele lengte van het transect (Van der Werf et al., 2022). Deze trend heeft zich voortgezet in 2024 (Bouma et al., 2025). Figuur 30 laat de accumulatieve hoogteveranderingen voor de 6 transecten zien. Er is een accumulatieve hoogtetoe name voor transect 203 vastgesteld van ongeveer 50 cm. Er is sprake van een continuering in deze hoogtetoe name in beperkte mate. Nabij de strekdammen in baalhoek bleek de gemiddelde aanslibbingssnelheid in de meetperiode tussen 2016 en 2022 5,2 cm/jaar. Lokaal bedroeg de maximale aanslibbingssnelheid 8,3 cm/jaar (Van der Werf et al., 2022). Het gebied bij Baalhoek was in de periode voorafgaand aan de aanleg van de nieuwe strekdam en ophoging van de bestaande strekdam (2003-2015) al een dynamisch gebied met veranderende bathymetrie. Na de aanleg en ophoging van de strekdammen zijn er een aantal veranderende morfologische ontwikkelingen geweest. Ten westen van de strekdammen was er voorheen sprake van erosie, maar die was in de periode van 2016 tot 2021 niet meer noemenswaardig. Rondom en tussen de nieuwe strekdam was er vooral sprake van sedimentatie, wat ook in overeenstemming is met de stijgende hoogteligging die is gemeten bij transect 203, 204 en in mindere mate 207.

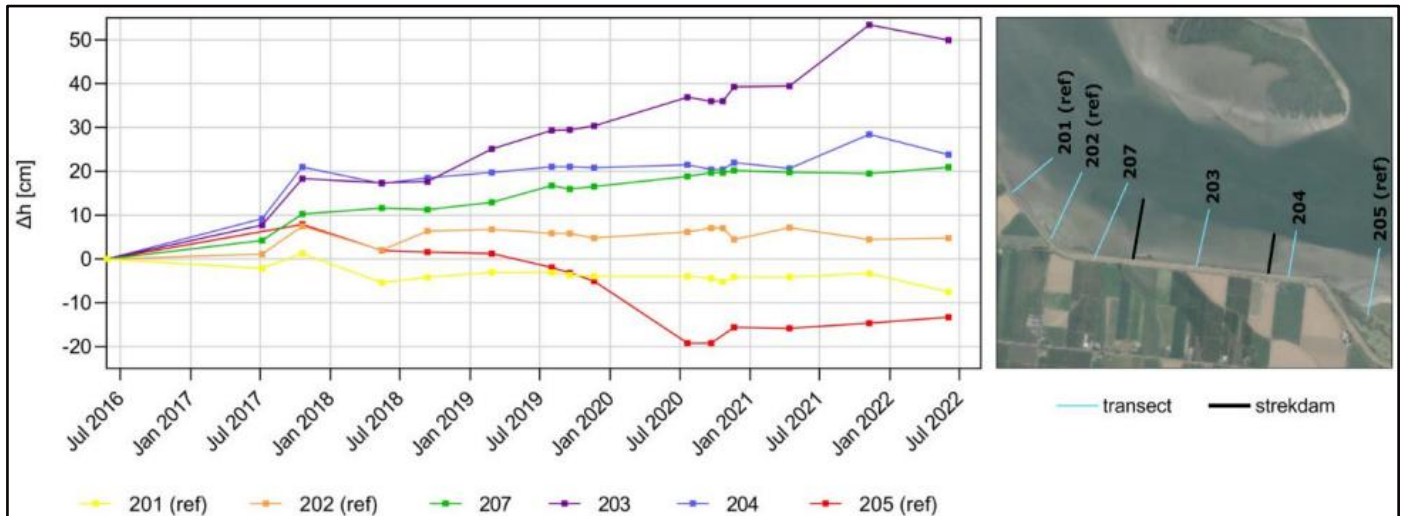
Nast dGPS metingen worden er ook metingen gedaan met SED-sensoren, die voor een langere periode data kunnen verzamelen over sediment-dynamiek. Uit de data die tot nu toe geanalyseerd is, komen vergelijkbare resultaten als uit de dGPS transecten. Met name de sedimentatie tussen de twee strekdammen wordt door zowel de dGPS transecten als de SED-sensoren vastgesteld (Van der Werf et al., 2022).

De afname in stroomsnelheden tussen de strekdammen, zoals besproken in paragraaf 2.4.1, heeft een belangrijke rol gespeeld in een toename van sedimentatie en daarmee de hoogtetoe name. Uit deze gegevens kan geconcludeerd worden dat er een grotere toename in hoogte heeft plaatsgevonden bij de transecten nabij de strekdammen ten opzichte van de transecten in de referentiegebieden. Bij transect 203 heeft de ligging tussen de twee strekdammen

hoogstwaarschijnlijk geresulteerd in een meer beschutte omgeving, met als resultaat lagere stroomsnelheden en meer depositie van sediment. Daarnaast zijn bij Baalhoek de vloodsnelheden ook hoger dan de eb snelheden (zie paragraaf 2.4.1), en zijn de eb snelheden niet hoog genoeg om erosie te veroorzaken tussen de strekdammen. Door de aanleg van de strekdammen heeft er dus een hoogtetoename van het intergetijdengebied bij Baalhoek plaatsgevonden. Het oppervlak laagdynamisch areaal is bij Baalhoek 16 +/- 12 ha toegenomen.



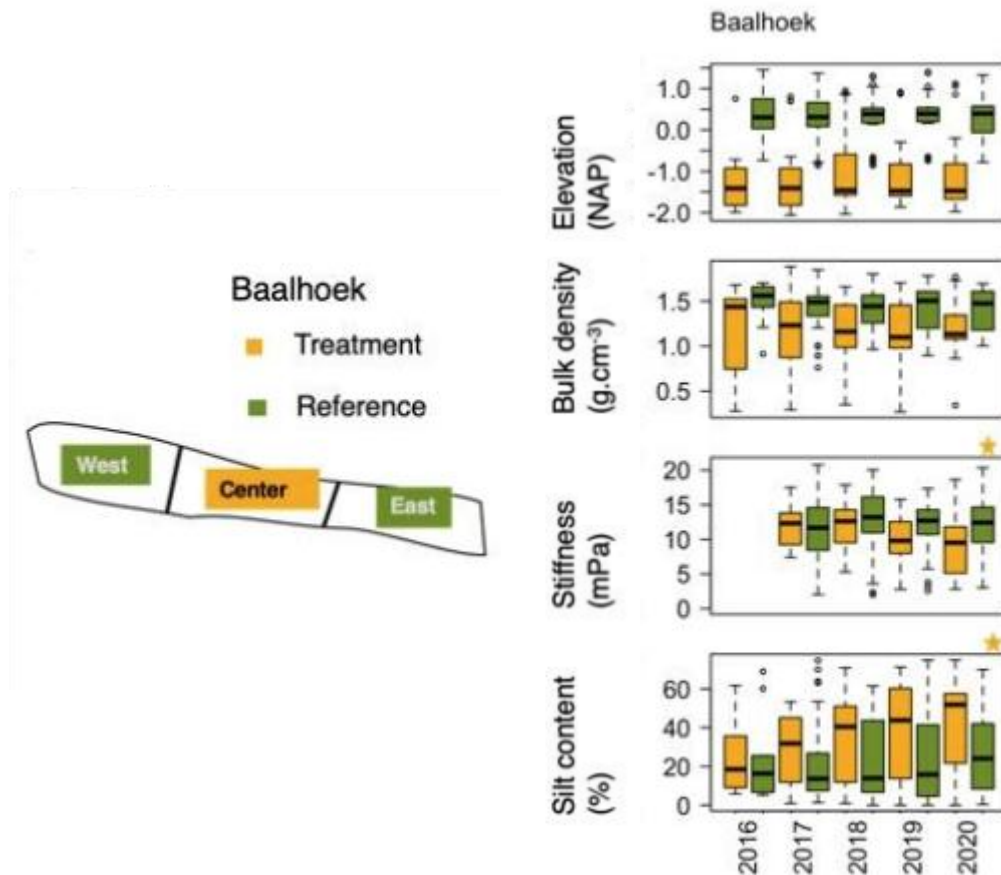
Figuur 29 Overzicht van de uitgevoerde hoogtemetingen op de locatie Baalhoek, in de periode tussen 2016 en 2021. De transecten 201, 202, 205 betreffen referentie-transecten, de overige transecten zijn gelegen in de projectgebieden (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 30 Accumulatieve hoogteverandering in de tijd ter plaatse van vooraf gedefinieerde transecten ter plaatse van de locatie Baalhoek (Van der Werf et al., 2022).

2.4.3 Sedimentsamenstelling

De sedimentsamenstelling in Baalhoek wordt gekenmerkt door een hoger slibgehalte in vergelijking met het nevengebied. De mediane korrelgrootte was kleiner in het projectgebied dan in het nevengebied. Er is een duidelijke afname te zien in de fracties medium en fijn zand in Baalhoek, voornamelijk in het projectgebied. Daarnaast was er een meer drastische toename van het slibgehalte in de loop der jaren in het projectgebied van Baalhoek, in vergelijking met het nevengebied. Dit wordt ondersteund door de bevindingen van Belzen et al. (2023) waarbij een negatieve trend in sedimentstijfheid is geregistreerd, wat duidt op de accumulatie van los en slibrijk sediment (Figuur 31).



Figuur 2 Gemeten ontwikkelingen van de dynamische toestand van de slik- en zandplaten in Knuiershoek (Belzen et al., 2023)

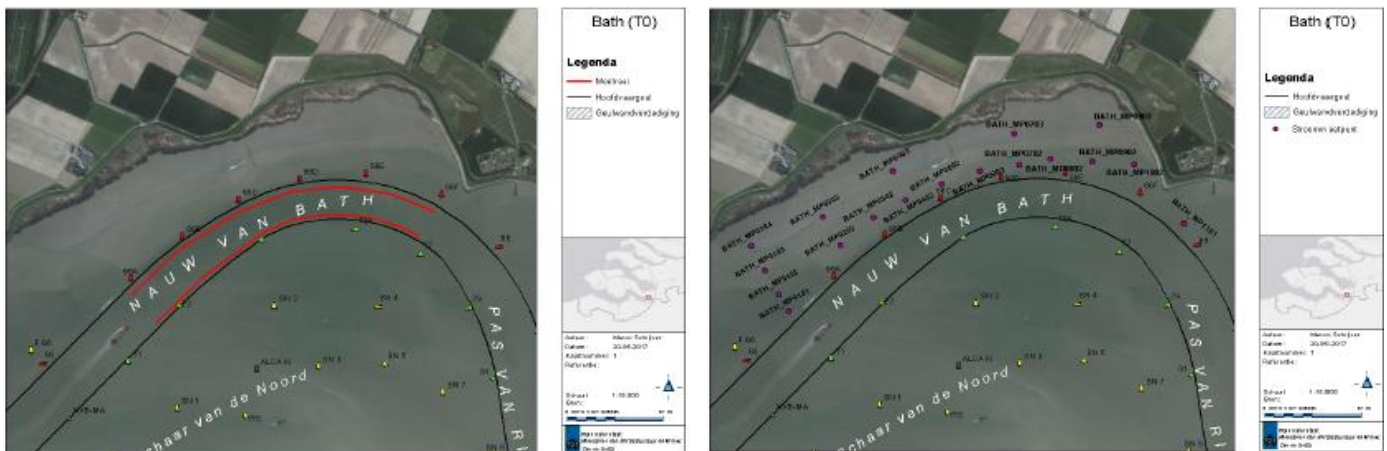
2.5 Bath

2.5.1 Stroomsnelheden

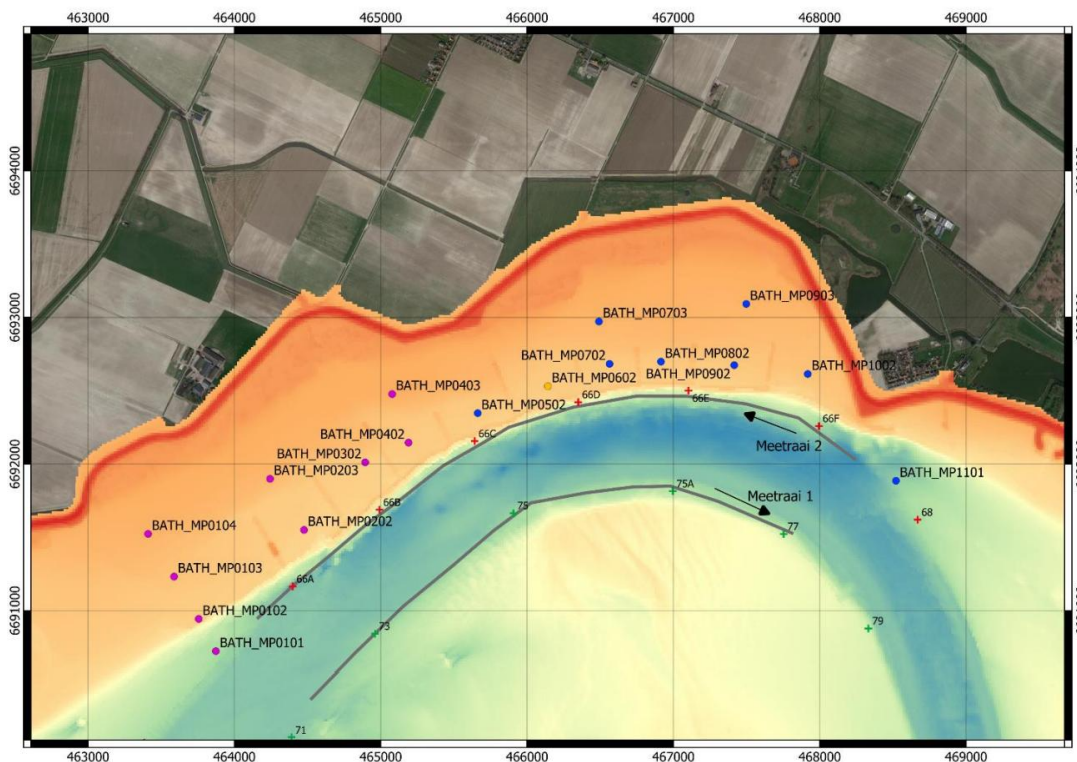
Bij Bath zijn de twee metingen uitgevoerd om te T0-situatie te beschrijven. Namelijk een varende stroomsnelheidsmeting in de langsrichting van de hoofdvaargeul en stroomsnelheidsmetingen op vaste punten op het slik en op de vooroever aan de rand van de hoofdvaargeul (Figuur 27). Voor de varende stroomsnelheidsmetingen waren vooraf in samenspraak met de Provincie Zeeland twee meetraaien vastgelegd, waar de stromingssnelheid en -richting data ingewonnen dienden te worden (rode lijnen). Meetraai 1 bevond zich aan de zuidzijde van de hoofdvaargeul en werd met de hoofdvaarrichting opgaand meegevaaren. Meetraai 2 bevond zich aan de noordzijde van de hoofdvaargeul en werd afgaand gevaaren.

In 2023 zijn voor T1 dezelfde stroomsnelheidsmetingen op vaste punten op het slik en op de vooroever en een varende stroomsnelheidsmeting in de langsrichting van de hoofdvaargeul uitgevoerd (Figuur 33). Deze meetraaien wijken qua locatie iets af van de meetraaien zoals gevaaren in 2017. Sindsdien is de vaargeul verlegd en om de veiligheid te waarborgen is ervoor gekozen de huidige boeilijnen aan te houden. Daardoor is meetraai 1 wat zuidelijker uitgevallen en meetraai 2 is noordelijker verplaatst.

Om veranderingen in stroomsnelheden tussen T0 en T1 weer te kunnen geven, zijn dieptegemiddelde snelheden bepaald. Dieptegemiddelde snelheden zijn op intergetijdengebieden indicatief voor de hele waterkolom, door de relatief uniforme stroomrichting in de waterkolom. In de geulen is dit minder het geval door bijvoorbeeld bochtstroming (Bouma et al., 2025). De eerste analyses van de stromingsmetingen bij Bath zijn in de volgende paragrafen kort besproken. In de komende periode zullen deze verder worden aangevuld met ruimtelijke modelleringen.



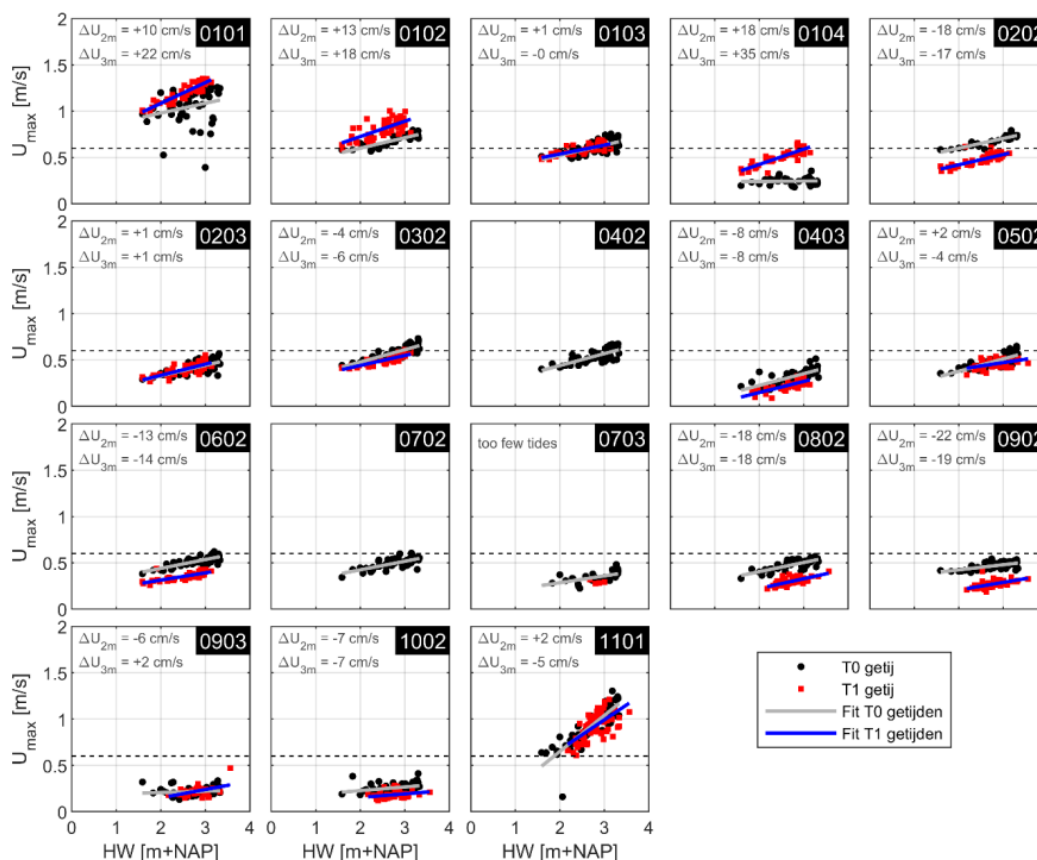
Figuur 3 Bath T0-situatie vaarroute stroommeting 13 april 2017 en Vaste stroommeetpunten.



Figuur 33 Bath T1-situatie vaarroute stroommeting 20 juni 2023 en vaste stroommeetpunten.

Uit de T0 metingen kan worden geconcludeerd dat in de situatie voor de ingrepen, de maximale eb snelheidspieken vrijwel altijd groter waren dan de maximale vloed snelheidspieken (Bouma et al., 2025). Dit kan deels worden verklaard door het feit dat het intergetijdengebied bij Bath grenst aan een geul, waarin eb snelheden over het algemeen domineren. Naast deze indicatie van eb dominantie in snelheden, kwam uit de metingen ook dat de snelheden in de geul veel hoger waren dan in het intergetijdengebied. De lagere snelheden in de intergetijdengebieden zijn te verklaren door de hogere bodemligging, relatief hoge bodemwrijving in de intergetijdengebieden en de reeds bestaande strekdam en geulwandverdediging. Metingen tonen aan dat de snelheid consistent afnam met een toenemende afstand tot de geul. Net als in de T0 situatie waren in de T1 situatie de maximale eb snelheidspieken vrijwel altijd groter dan de maximale vloed snelheidspieken. Wel waren er op sommige meetpunten grote (>10 cm/s) veranderingen in stroomsnelheden tussen T0 en T1. Figuur 34 geeft voor alle meetlocaties de maximale dieptegemiddelde snelheden van elk getij uitgezet tegen het opgetreden waterstrand weer. Op diverse locaties tussen de strekdammen is de stroomsnelheid afgenomen. De grootste afname vond plaats bij de hoogwatervluchtplaats (19%). Tegelijk is de stroomsnelheid voor de meetpunten op raai 01 (westelijk van de meest westelijke strekdam)

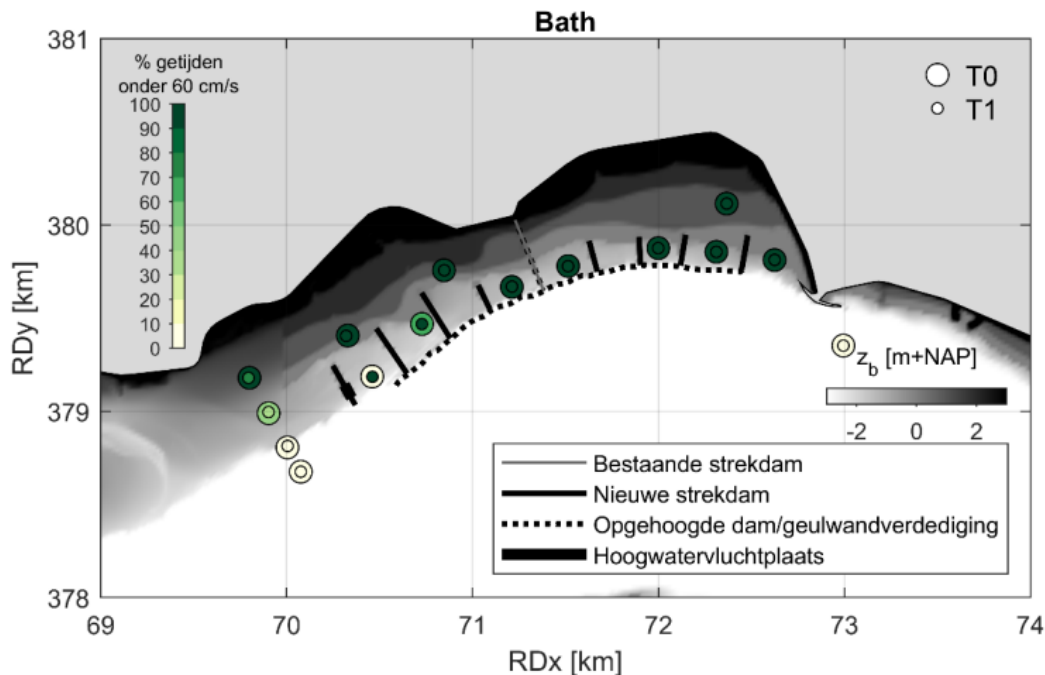
toegenomen (tot wel 26%). Uit Figuur 34 is op te maken dat over het algemeen de absolute verandering in stroomsnelheid tussen T0 en T1 groter was bij een hogere hoogwaterstand, namelijk bij 7 van de 16 meetpunten. Bij 4 van de 16 meetpunten was de absolute verandering groter bij een lagere hoogwaterstand en bij de rest van de meetpunten maakte de hoogwaterstand niet uit voor het de absolute verandering in stroomsnelheid. De veranderingen in stroomsnelheden zijn niet noodzakelijkerwijs het gevolg van de buitendijkse maatregelen, maar kunnen ook door natuurlijke morfologische veranderingen zijn veroorzaakt, die in de zes jaar tussen de T0 en T1 metingen zijn opgetreden. Een voorbeeld hiervan is de morfologische ontwikkeling ten westen van het projectgebied Bath. Bij de geul Zimmerman (1 km ten westen van het projectgebied) lijkt de bodemdynamiek aanzienlijk te zijn, wat een oorzaak zou kunnen zijn van de geobserveerde toename van de stroomsnelheden aan de westelijke rand van het projectgebied. Deze morfologische verandering wordt in toekomstige analyses nader onderzocht. Mogelijk zal de afname in stroomsnelheid de komende jaren nog doorzetten met bodemveranderingen als gevolg van de aanwezigheid van de strekdammen (lagere snelheden kan aanslibbing bevorderen met nog lagere snelheden als gevolg).



Figuur 34 Maximale dieptegemiddelde snelheid voor elk gemeten getij, weergegeven ten opzichte van de maximale waterstand van elk getij, van de T0 en T1 metingen van Bath (Bouma et al., 2025).

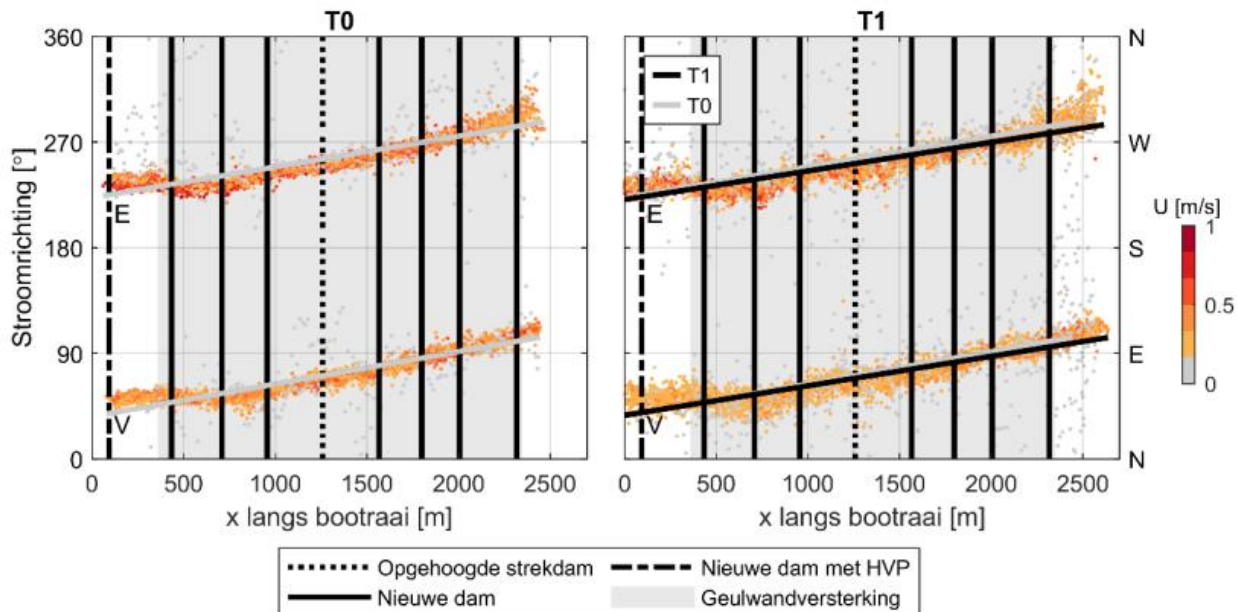
Het doel van de aanleg van de strekdammen was om het laag dynamisch areaal (areaal met een maximale stroomsnelheid van <60 cm/s) te vergroten. Hierbij is niet gekeken naar de meetpunten 0101 en 1101, omdat deze als geul gedefinieerd zijn. In de T0-situatie overschreed de maximale stroomsnelheid in 8 van de 16 overige meetpunten de grenswaarde van 60 cm/s, waarmee deze punten als hoogdynamisch kunnen worden geclassificeerd. In de T1-situatie is er op 14 van de meetpunten gemeten, waarvan in 5 meetpunten de grenswaarde van 60 cm/s werd overschreden. In 3 van de meetpunten is de maximale stroomsnelheid tussen T0 en T1 dus onder de 60 cm/s gezakt, hetgeen wijst op een toename van het laag dynamisch areaal. Op enkele meetpunten lagen de snelheden in T0 al dicht bij de grenswaarde, waardoor een beperkte afname voldoende was om onder de 60 cm/s te komen. Daarentegen zijn er ook meetpunten waar de stroomsnelheden juist zijn toegenomen, met name op de westelijke meetraai.

Figuur 35 geeft voor zowel T0 als voor T1 het percentage getijden waarvoor de snelheid lager dan 60 cm/s was weer en laat zien dat in het intergetijdengebied de fractie van getijden met een snelheid onder de 60 cm/s substantieel is veranderd voor een tweetal meetpunten. Voor het meetpunt naast de strekdam met de hoogwatervluchtplaats (de westelijke strekdam) was de verandering het grootst. In T0 lag hier slechts 5% van de snelheidspieken onder de 60 cm/s en in T1 lag 98% onder de 60 cm/s.



Figuur 35 Ruimtelijke weergave van het percentage van de getijden waarvoor de maximale snelheid onder de 60 cm/s ligt, zowel voor T0 (grote cirkels) als T1 (kleine cirkels) (Bouma et al., 2025).

De stroomrichting en stroomsnelheid als functie van de positie, voor de T0 en T1 situatie, zijn weergegeven in Figuur 36. Op de verticale as is de stroomrichting aangegeven en de kleuren geven de grootte van de stroomsnelheid weer. Deze metingen geven het inzicht dat de aanleg en verhoging van de strekdammen geen substantiële veranderingen in de stromingsrichting hebben teweeggebracht. Wel moet worden opgemerkt dat de bootraaien enkele honderden meters van de strekdammen gevaren zijn. Daarom is het niet uit te sluiten dat er wel effecten dichter langs de strekdammen optreden. Deze metingen geven wel het inzicht dat de strekdammen geen veranderingen in de stromingsrichting voor het scheepvaartverkeer hebben geïntroduceerd.



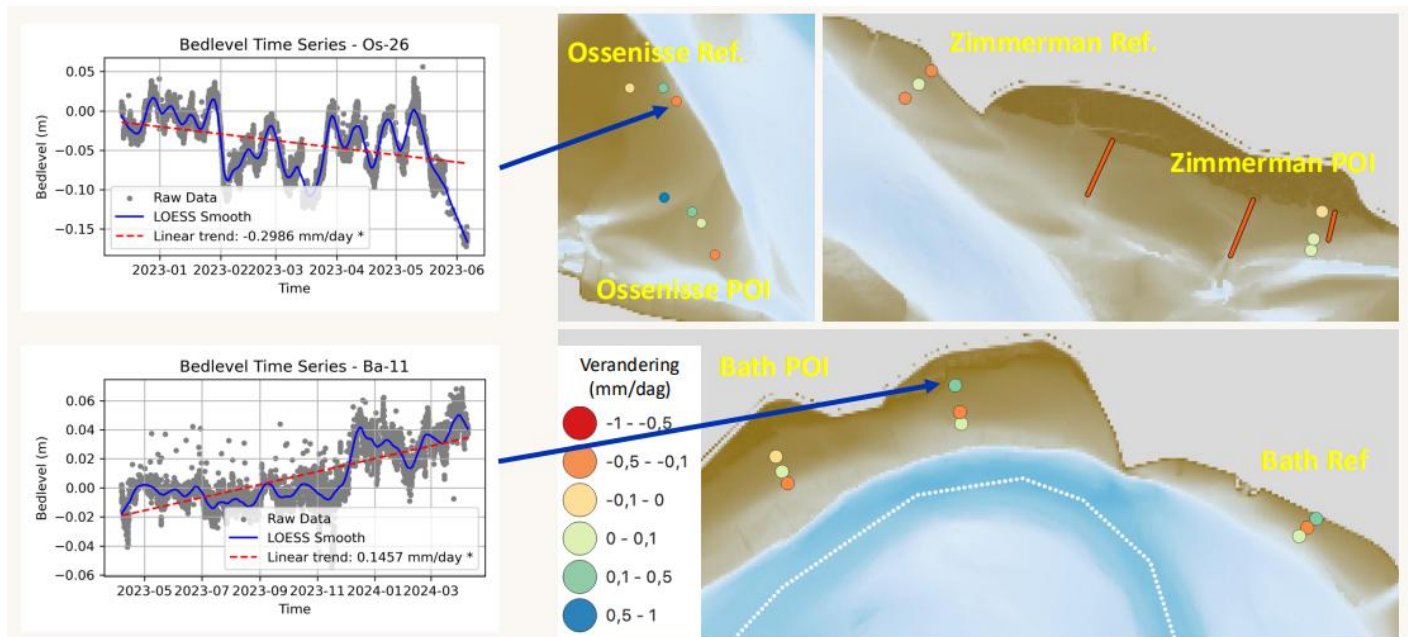
Figuur 36 De gemeten stroming langs de gevaren bootraaien. Voor Bath zijn de stroomrichtingen (verticale positie markers) en de dieptegemiddelde snelheden (kleur markers) weergegeven voor de T0 situatie (links) en de T1 situatie (rechts) (Bouma et al., 2025).

2.5.2 Bodemligging en sedimentatie

Een kernaspect van de buitendijkse ingrepen is het opslibben van de intergetijdengebieden, met als doel het creëren van extra habitat voor benthos en vogels. Om het proces van sedimentatie in de gebieden nauwkeurig te monitoren, moet er zowel ruimtelijk als temporeel een gedetailleerd beeld van de sedimentatiedynamiek worden gevormd. Hiervoor worden in de gebieden Bath, Zimmerman en Ossensisse twee meetmethoden toegepast om de sedimentatiesnelheid te kwantificeren. Met dronebeelden wordt Structure from Motion (SfM) toegepast. Dit is een techniek om met tweedimensionale beelden, driedimensionale structuren te benaderen. Deze metingen worden twee keer per jaar uitgevoerd en worden gebruikt om hoogtemodellen te genereren van de project- en nevengebieden. Er worden ook jaarlijks gelopen transecten met dGPS uitgevoerd om veranderingen in hoogte op vaste locaties in het veld vast te leggen.

Ook worden op meerdere locaties SED-sensors (Sedimentation Erosion Dynamic sensor) geplaatst, die de sedimentdynamiek aan de oppervlakte over de tijd in kaart kunnen brengen. Er zijn metingen voor deze onderzoeken uitgevoerd in 2023, 2024 en 2025. De verzamelde gegevens zijn nog niet uitgewerkt of geanalyseerd. Wel is er een eerste verkenning van de SED-data gedaan. Deze is weergegeven in Figuur 37 en is toegevoegd aan dit rapport voor begrijpbaarheid van de methode. De snelheid waarmee opslibbing plaatsvindt, wordt niet alleen bepaald door de aanvoer van sediment, maar ook door de mate van bodemcompactie. Als de compactiesnelheid hoog is, worden modderlagen dichter op elkaar geperst, waardoor nieuw aangevoerd sediment niet bijdraagt aan een daadwerkelijke bodemverhoging. De daadwerkelijke opslibbingssnelheid is dan laag. Een lage compactiesnelheid resulteert in een hoge opslibbingssnelheid, maar leidt vaak tot een zeer waterige en instabiele bodemstructuur. Dit sediment is minder geschikt als habitat voor veel benthische soorten en kan makkelijk eroderen bij verhoogde stroomsnelheden.

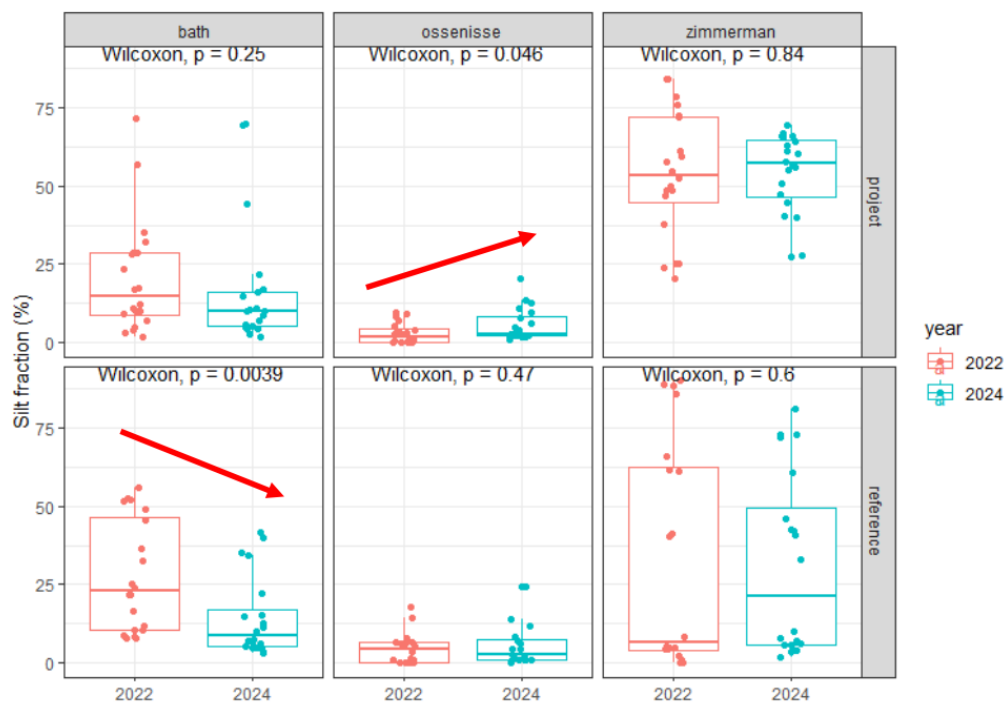
Om de snelheid van bodemcompactie en de ontwikkeling van bodemstabiliteit in kaart te brengen voor de drie projectgebieden (Bath, Zimmerman en Ossensisse), worden jaarlijks bulkdichtheid en korrelgrootte, bodemschuifspanning op 0, 10 en 20 centimeter diepte en penetratieweerstand gemeten. Ook worden er OsCaR (Oscillatory-Channel Resuspension) flume experimenten uitgevoerd om de relatie tussen bodemcompactie en erosiebestendigheid beter te begrijpen. Met de OsCaR-flume wordt de drempelwaarde van de golf-geïnduceerde schuifspanning gemeten waarbij het sediment begint te eroderen. Ook voor al deze metingen geldt dat deze hebben plaatsgevonden in 2023, 2024 en 2025 en dat deze nog niet geanalyseerd zijn.



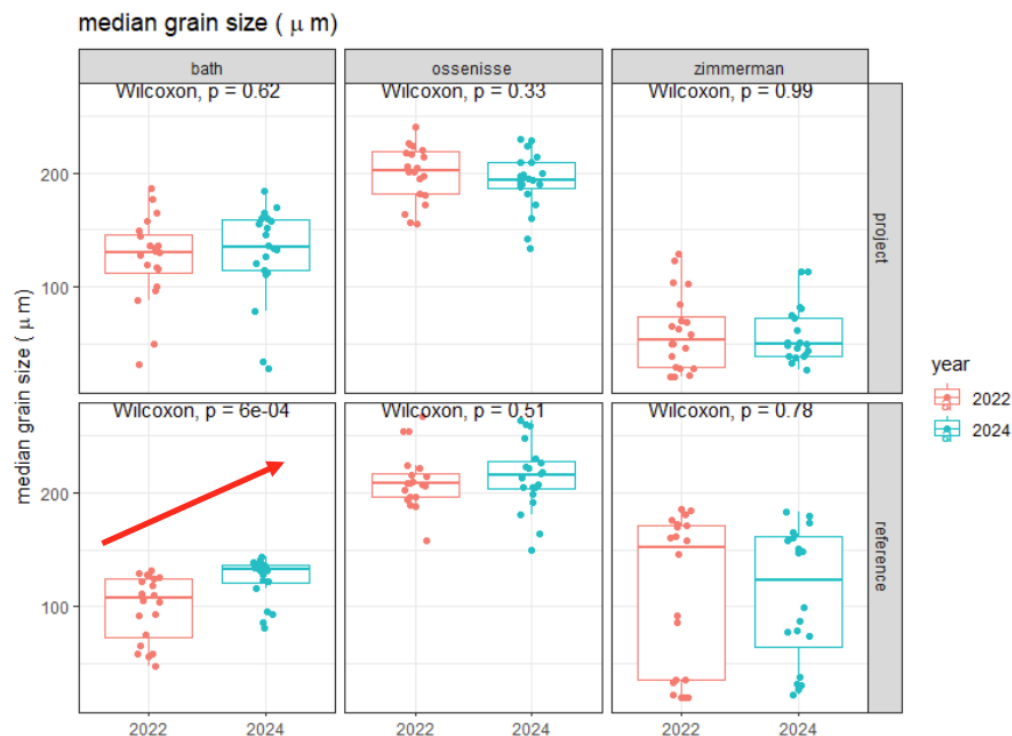
Figuur 37 Verkenning van de SED-data voor de sedimentdynamiek bij Bath, weergegeven in hoogte van de bodem in meters (links). De locaties van de SED-sensors is rechts weergegeven.

2.5.3 Sedimentsamenstelling

In augustus/september 2022 zijn er 120 sedimentmonsters genomen en deze zijn in 2023 in het lab geanalyseerd op korrelgrootteverdeling en organisch koolstofgehalte en totaal stikstof. Er lijkt nog weinig verschil te zitten in sedimentkarakteristieken tussen de project en referentie gebieden. In Bath was de mediaan van korrelgrootte iets kleiner dan Ossenisse, wat misschien verklaart kan worden doordat Bath een slik is en Ossenisse een zandplaat (Figuur 38). In het referentie gebied bij Bath is de korrelgrootte iets grover geworden in 2024 ten opzichte van 2022 en is het slibgehalte juist afgenomen. In het projectgebied waren er geen significante verschillen tussen 2022 en 2024. Bath liet een iets lager organisch koolstofgehalte zien vergeleken met Zimmerman. Een correlatieanalyse liet zien dat de sedimentkarakteristieken (zeer; $R > 0.8$) gecorreleerd aan elkaar zijn, en er dus maar een paar karakteristieken hoeven worden meegenomen in de toekomstige analyse (Provincie Zeeland, 2023).



Figuur 38 Mediaan van de korrelgrootte (boven) en slibgehalte (onder) in Bath, Ossensisse en Zimmerman in het projectgebied en referentiegebied in 2022 en 2024 ((Provincie Zeeland, 2023)).

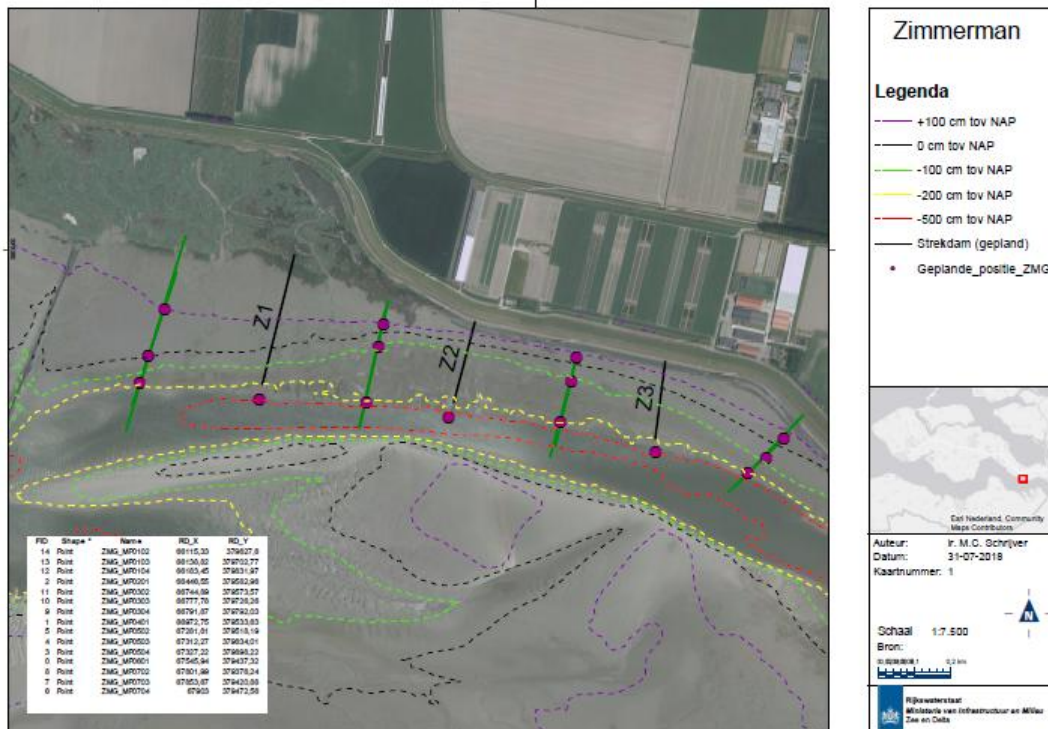


Figuur 4 Kansdichtheidsfuncties van de mediane korrelgroottes (μm) voor elke studiegebied (Bath, Ossensisse, Zimmerman) en deelgebied (Provincie Zeeland, 2023).

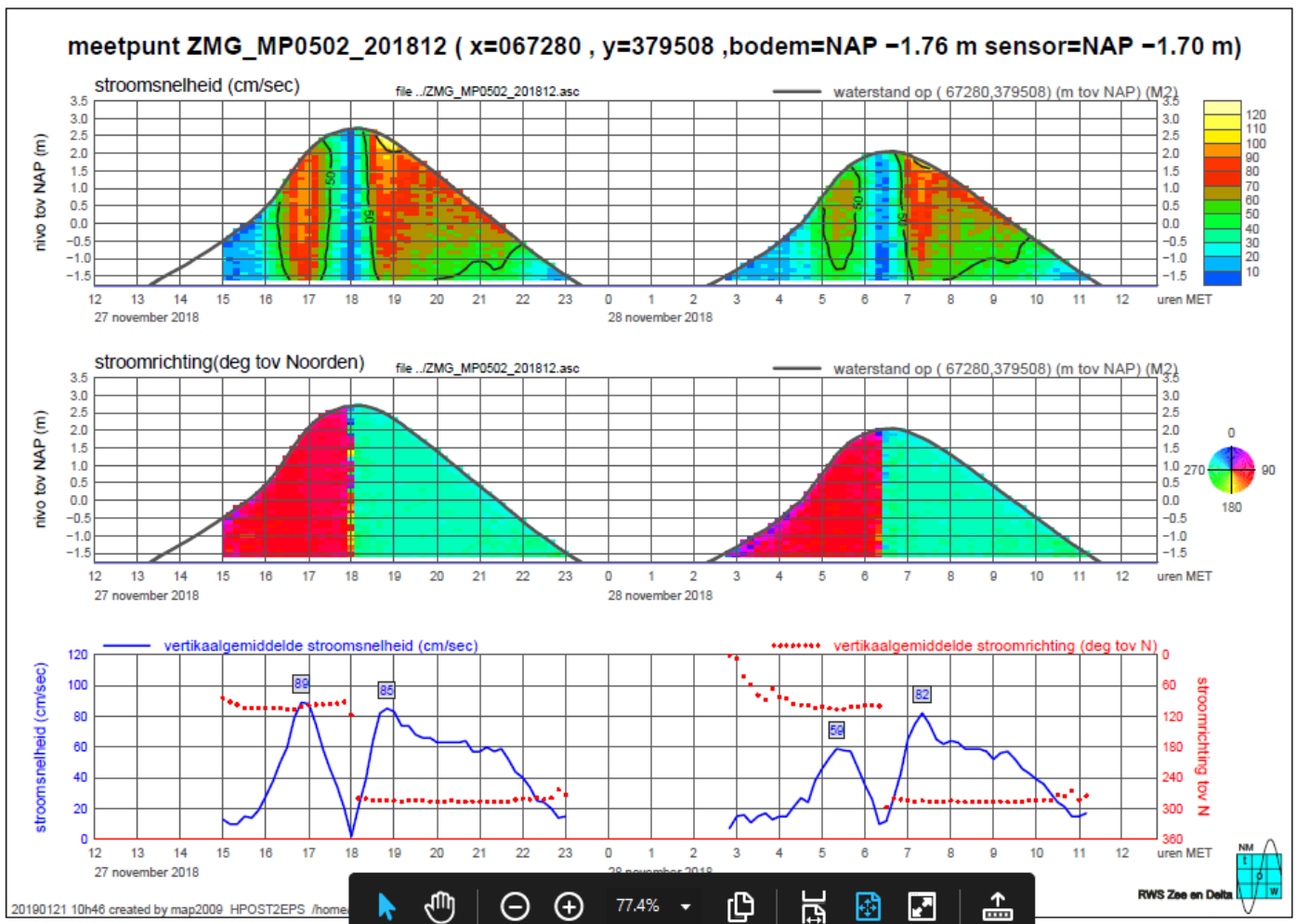
2.6 Zimmerman

2.6.1 Stroomsnelheden

In het projectgebied zijn voor de T0 situatie 15 stroomsnelheidsmetingen uitgevoerd. Figuur 40 laat de locaties van de metingen zien. Als voorbeeld zijn in Figuur 41 de resultaten van de metingen op meetpunt MP0502 gepresenteerd. Metingen van stroomsnelheden na uitvoering (T1 opname) zijn nog niet uitgevoerd en vinden in 2025 plaats.



Figuur 40 Locaties stroomsnelheidsmetingen Zimmerman.



Figuur 41: Voorbeeld van de resultaten van de stroomsnelheidsmetingen op meetpunt 0502.

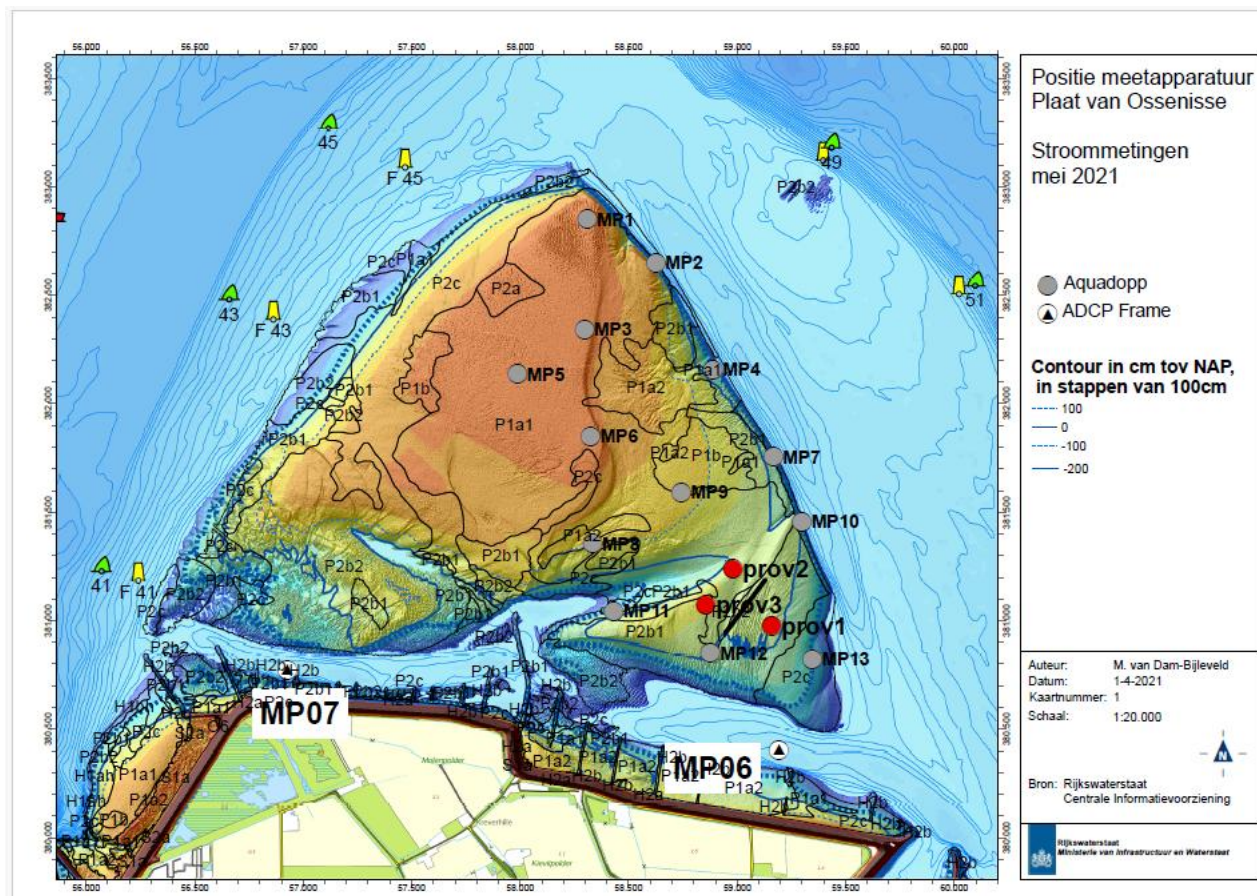
2.6.2 Sedimentsamenstelling

In augustus/september 2022 zijn er 120 sedimentmonsters genomen en deze zijn in 2023 in het lab geanalyseerd op korrelgrootteverdeling en organisch koolstofgehalte en totaal stikstof. Er lijkt nog weinig verschil te zitten in sedimentkarakteristieken tussen de project en referentie gebieden. Bij Zimmerman was de mediaan van korrelgrootte iets kleiner dan Ossensisse, wat misschien verklaart kan worden doordat Zimmerman een slik is en Ossensisse een zandplaat (Figuur 38). Het slibgehalte was in Zimmerman ook het hoogst vergeleken met de andere twee gebieden. Er waren geen significante veranderingen in de korrelgrootte en het slibgehalte in Zimmerman tussen 2022 en 2024. Dit geldt voor zowel het project als het referentiegebied. Zimmerman liet een iets hoger organisch koolstofgehalte zien vergeleken met Bath/Ossensisse. Een correlatieanalyse liet zien dat de sedimentkarakteristieken (zeer; $R > 0.8$) gecorreleerd aan elkaar zijn, en er dus maar een paar karakteristieken hoeven worden meegenomen in de toekomstige analyse (Provincie Zeeland, 2023).

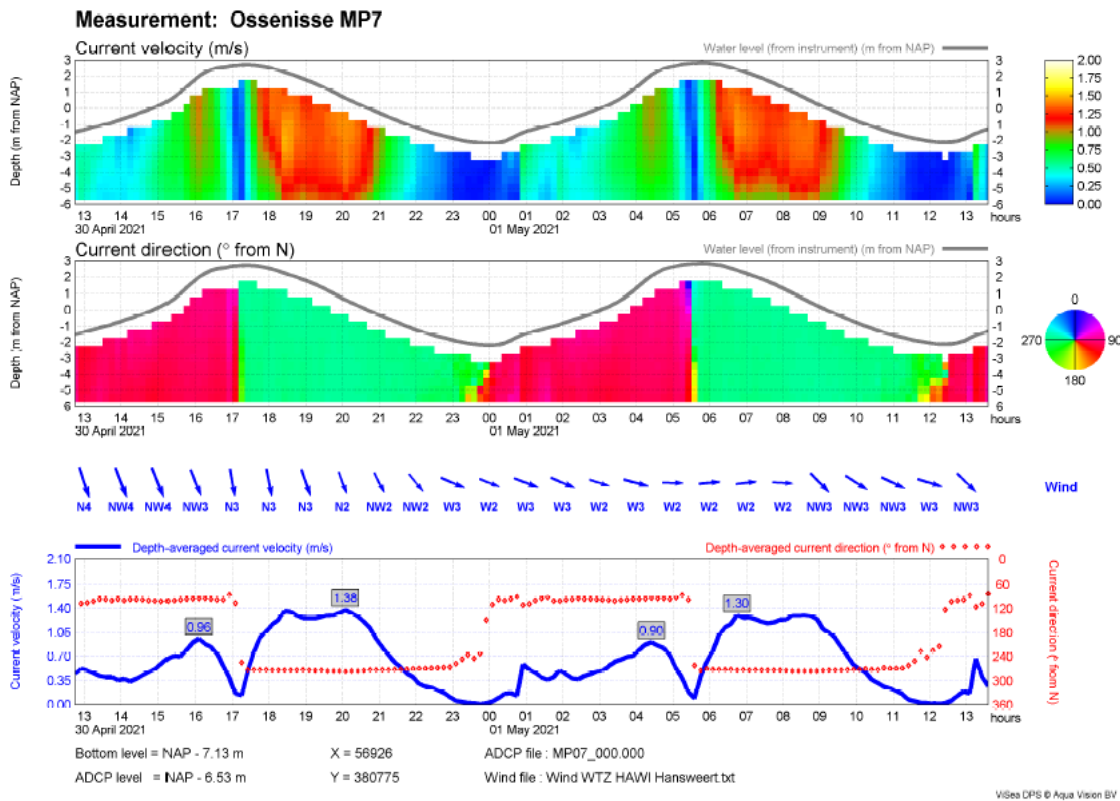
2.7 Ossensisse

2.7.1 Stroomsnelheden

Bij Ossensisse zijn in het projectgebied in totaal 26 metingen op 3 verschillende locaties gedaan voor de T0 situatie van de stroomsnelheden. Dit zijn MP07, prov1, prov 2 en prov 3. De locaties van deze stroommetingen zijn te zien in Figuur 42. Als voorbeeld is van MP07 een van de metingen toegevoegd in Figuur 43. Metingen van stroomsnelheden na uitvoering (T1 opname) zijn nog niet uitgevoerd en vinden in 2025 plaats.



Figuur 42: Locaties stroomsnelheidsmetingen Ossenisse.



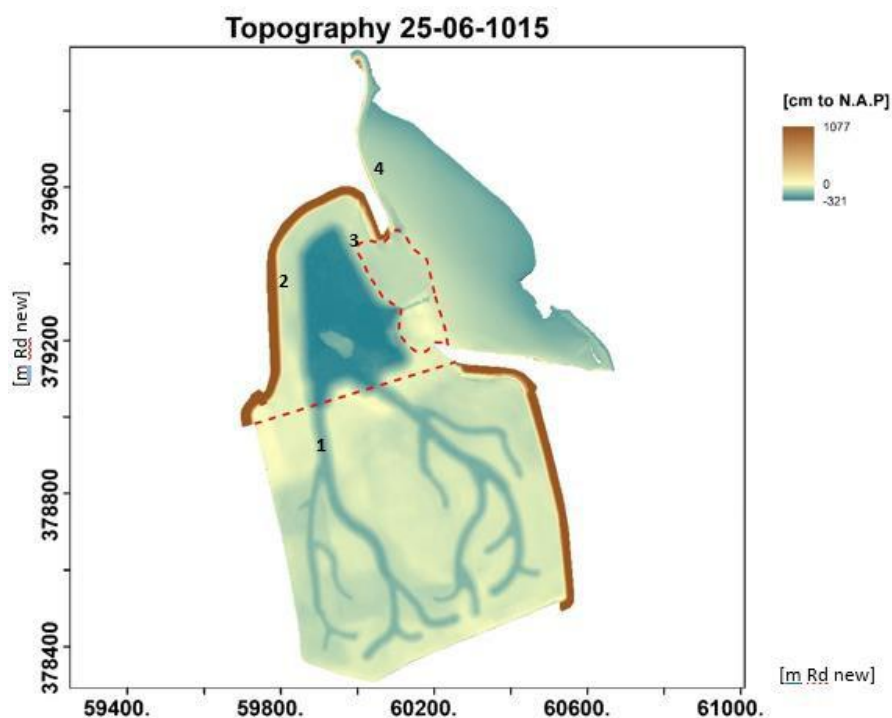
Figuur 43: Voorbeeld van een stroommeting voor MP7 bij Ossensisse.

2.7.2 Sedimentsamenstelling

In augustus/september 2022 zijn er 120 sedimentmonsters genomen en deze zijn in 2023 in het lab geanalyseerd op korrelgrootteverdeling en organisch koolstofgehalte en totaal stikstof. Er lijkt nog weinig verschil te zitten in sedimentkarakteristieken tussen de project en referentie gebieden. Bij Ossensisse was de mediaan van korrelgrootte iets groter dan Bath en Zimmerman, wat misschien verklaart kan worden doordat Ossensisse een zandplaat is en Bath en Zimmerman slikken (Figuur 38). Het slibgehalte is wel toegenomen tussen 2022 en 2024. Ossensisse liet een iets lager organisch koolstofgehalte zien vergeleken met Zimmerman. Een correlatieanalyse liet zien dat de sedimentkarakteristieken (zeer; $R > 0.8$) gecorreleerd aan elkaar zijn, en er dus maar een paar karakteristieken hoeven worden meegenomen in de toekomstige analyse (Provincie Zeeland, 2023).

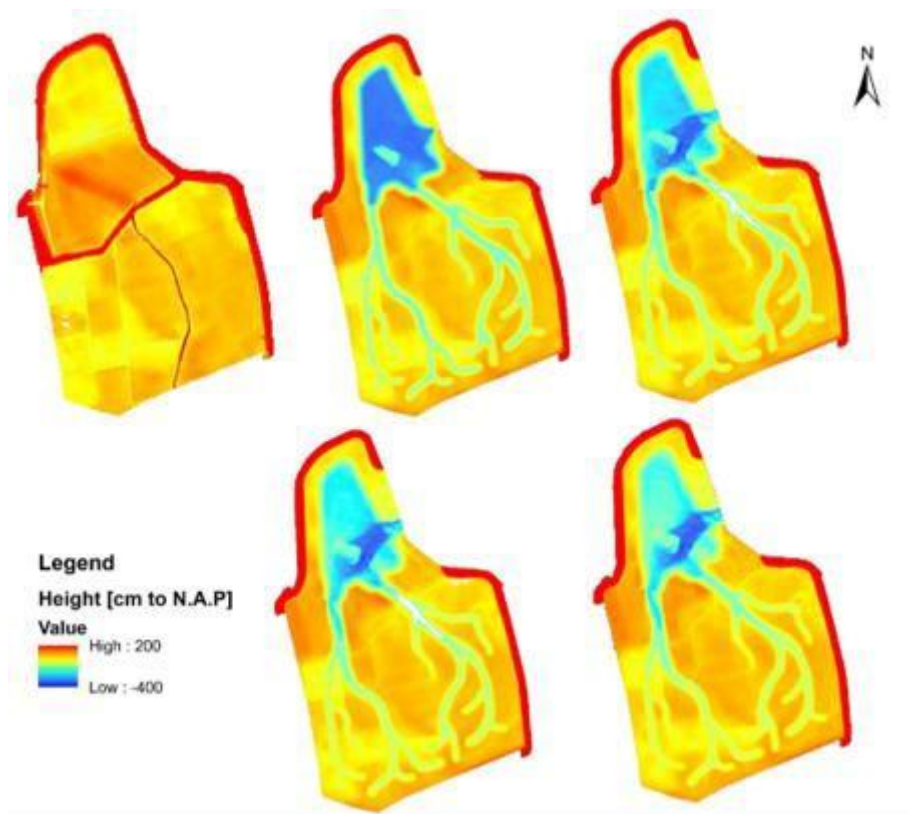
2.8 Perkpolder

Bij Perkpolder is een intergetijdengebied aangelegd dat direct is verbonden met de Westerschelde. In het intergetijdengebied is een krekensstelsel aangelegd. Een klein deel van het gebied bestaat uit een kom die ook bij laagwater niet droogvalt. Figuur 44 toont de situatie direct na aanleg.



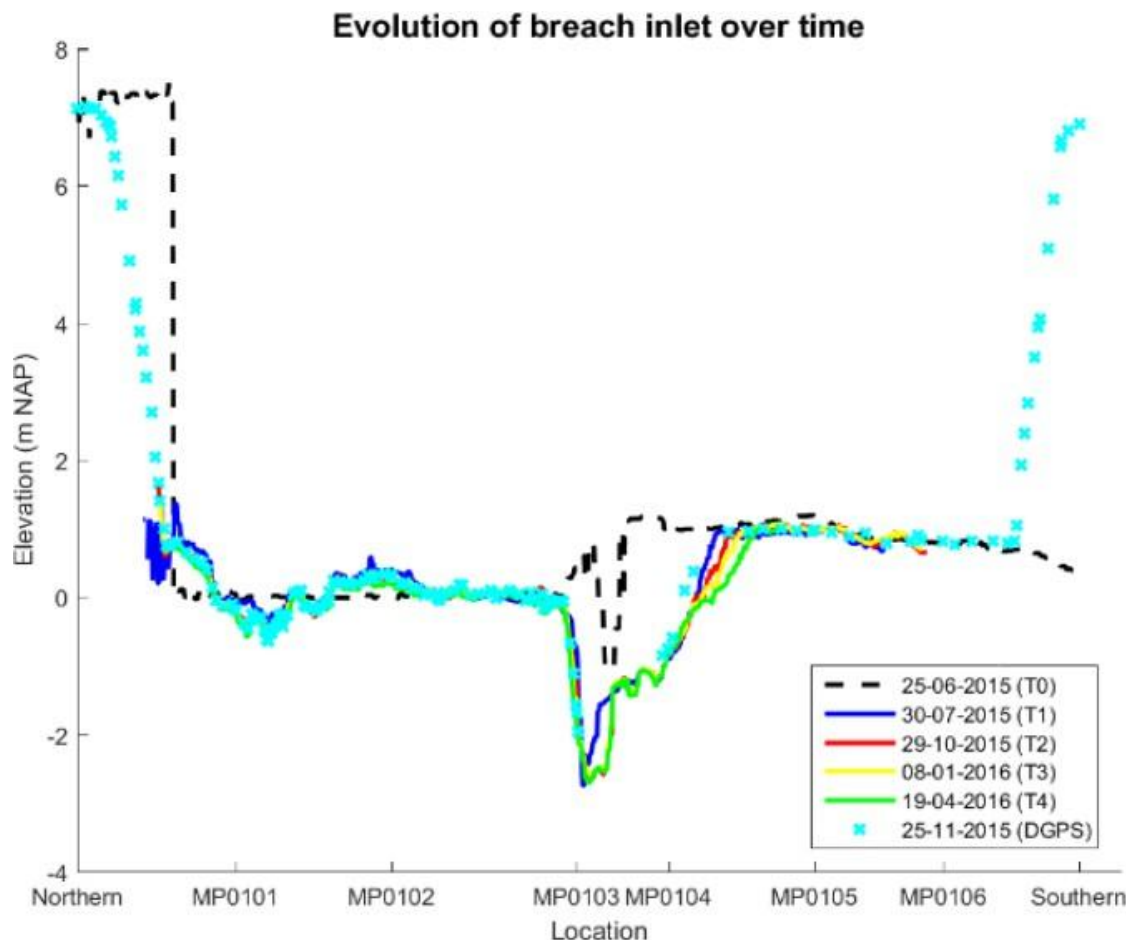
Figuur 44 Hoogteligging van het Kruiningen projectgebied na aanleg (juni 2015) Boersema et al. (2016).

In het gebied zijn flinke veranderingen opgetreden in de bodemligging. De ontwikkelingen van 2013 tot 2018 in het getijdenbekken zijn weergegeven in Figuur 45.



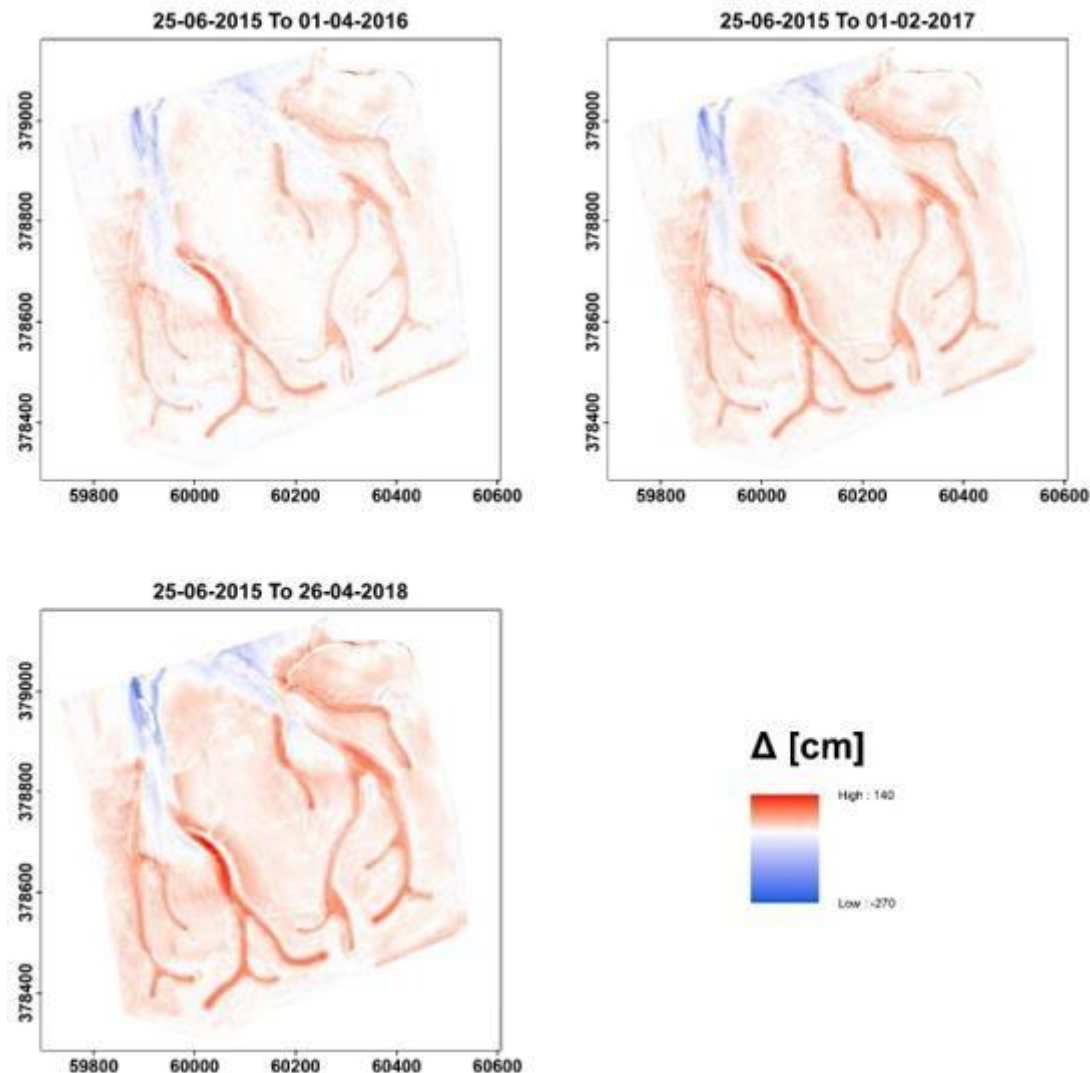
Figuur 5 Hoogteverschillen van het getijdenbekken, 2013-2018.

De grootste veranderingen hebben al snel na het openen van de verbinding met de Westerschelde plaatsgevonden. De verbindingsgeul is verdiept en verbreed, zoals ook zichtbaar is in de dwarsdoorsnede in Figuur 46.



Figuur 6 Dwarsdoorsnede van de verbindingsgeul tussen de Westerschelde en het getijdegebied van Kruiningen (Boersema et al., 2016).

Tenminste een deel van het sediment dat is vrijgekomen bij het verruimen van de geul is in de getijdepoel terechtgekomen, die dan ook minder diep en minder uitgestrekt is. In het intergetijdengebied met de kreken heeft ook sedimentatie plaatsgevonden, waarbij vooral in de kreken veel slib is afgezet (Figuur 47).



Figuur 47 Waargenomen sedimentatie en erosie tussen 2015 en 2018 in de krekken.

Op basis van de sedimentbalans hebben Boersema et al. (2016) vastgesteld dat een deel van de sedimentatie bestaat uit herverdeling van materiaal dat is geërodeerd binnen het projectgebied en dat het gebied veel slib ontvangt dat uit de Westerschelde afkomstig is.

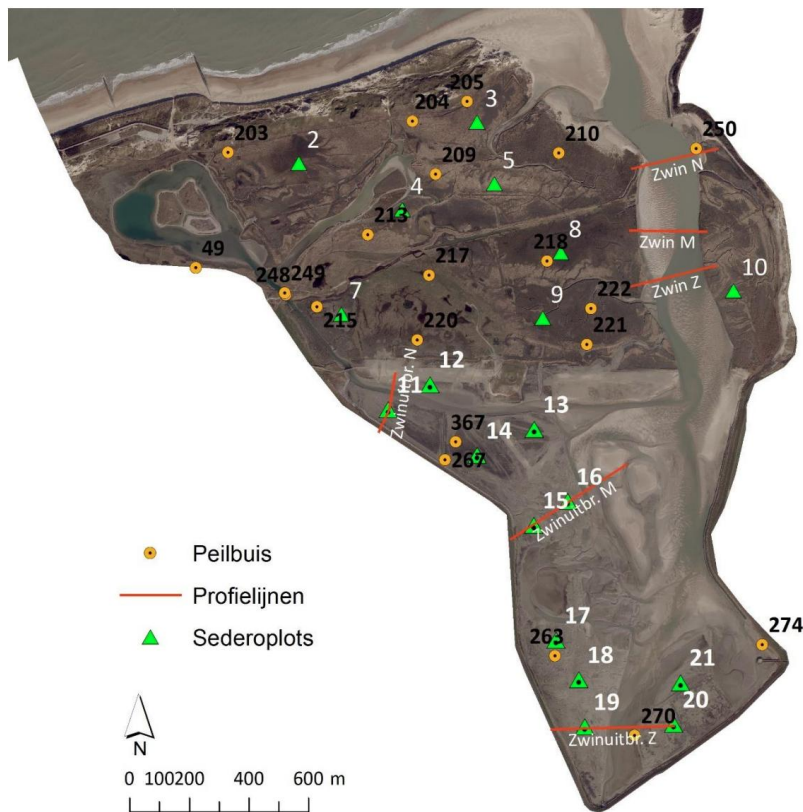
Hiernaast is er een gradiënt in korrelgroottes afgezet op het wad. De gradiënt heeft betrekking op de sedimentatie- en erosiepatronen die in het wad zijn waargenomen. Grovere korrelafzetting werden waargenomen aan de randen van het wad en in de kanalen, terwijl fijner sediment voornamelijk werd waargenomen aan de oppervlakte van het wad en op de hoogste delen van het wad nabij de dijken met minder energetische zones.

Wat betreft het ontwerp is het ook belangrijk om de rol van het getijdenbekken te vermelden. Het getijdenbekken kan vanwege zijn volume een vertraging hebben veroorzaakt op de aangroei van de hogere gebieden, omdat het als een gootsteen voor sediment fungeerde. De sedimentimport in Perkpolder werd geschat op basis van OBS-concentratiegegevens, op ca. 34-40 kiloton/ jaar. Over de 5 maanden (september 2016 – maart 2017) van meetgegevens was de geschatte netto-invoer 13-16 kiloton of 5-6 k m³ sediment exclusief porositeit. Dit kwam overeen met 34-40 kiloton/ jaar.

Een 2DH Delft3D-model is opgezet om hydrodynamica, sedimentdynamica en morfodynamica te simuleren als gevolg van de invloed van getijden. Er is aangetoond dat de krekken (met een volumevermindering van 50%) en het getijdenbekken, nauwelijks invloed heeft op de sedimentatie. Dit is ook het geval voor een verandering van 50% in de inlaatbreedte. Echter, dit laatste beïnvloedt wel de meer lokale sedimentatie- en erosiepatronen dicht bij de inlaat.

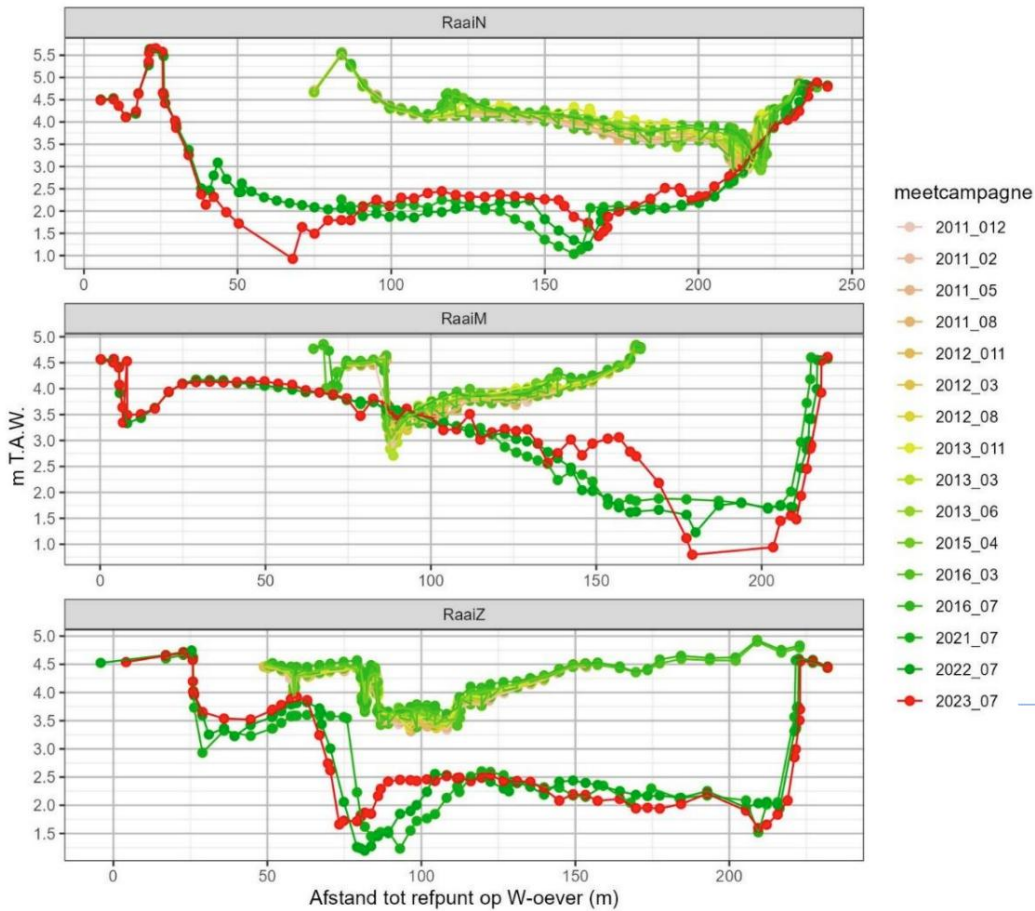
2.9 Zwin

In het bestaande Zwin en in het gebied van de Zwinuitbreiding zijn van verschillende onderdelen van het plan morfologische ontwikkelingen gemonitord. Er is door middel van hoogteprofielen gekeken naar veranderingen van de Zwin hoofdgeul en in de Zwin uitbreiding. Daarnaast zijn sederoplots gebruikt om de sedimentatie-erosieprocessen te volgen. Figuur 48 toont de locatie van meetpunten en profielen (oranje lijnen).

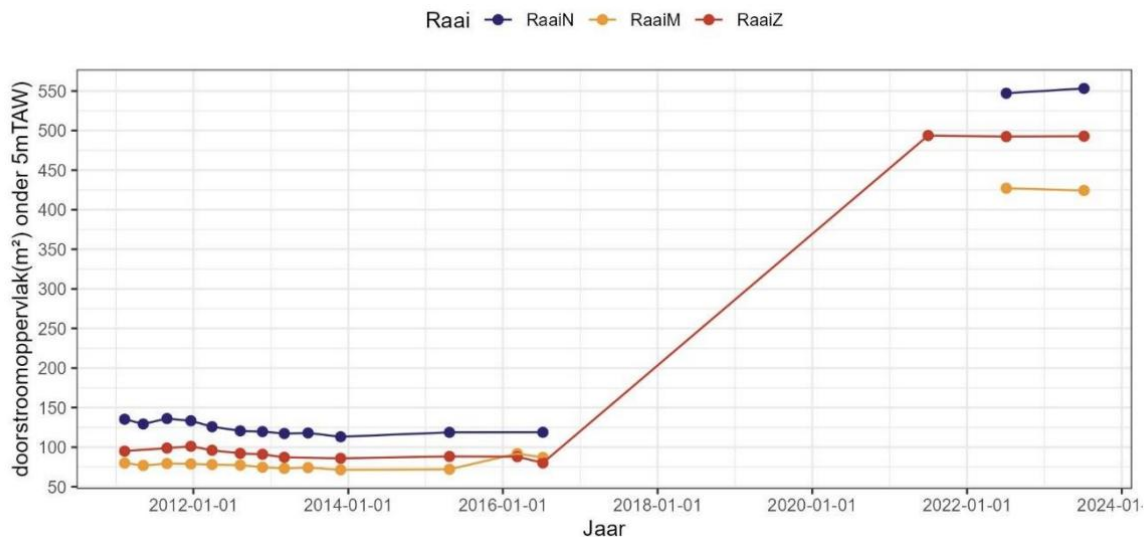


Figuur 48 Ligging van de hoogteprofielen, sederoplots en peilbuizen op de Oude Zwinvlakte en in de Zwinuitbreiding.

De morfologische ontwikkelingen in de hoofdgeul zijn zichtbaar in de dwarsdoorsneden in Figuur 49. Voorafgaand aan de werkzaamheden voor het natuurherstel vertoonden alle drie de geulprofielen een duidelijke sedimentatie, met uitzondering van het diepste gedeelte van profiel M dat dieper werd. De situatie in 2015 toont globaal een verder toegenomen sedimentatie, behalve voor de diepste delen van de hoofdgeul ter hoogte van profiel N en M. Profiel N laat een duidelijke oostwaartse verschuiving van de geul zien. In juli 2021 zijn de topografisch raaien in de nieuwe ontpoldering voor de eerste keer opgemeten (Cosyns et al., 2022) en hetzelfde is gedaan in juli 2022 en juli 2023 (Cosyns et al., 2024). Uit het figuur blijkt dat bij de meest noordelijke raai (N) de breedte van de geul met 70 meter is toegenomen en dat op de middelste (M) en zuidelijke raai (Z) de breedte meer dan verdubbeld is. Er is ook een geulverdieping van rond de 2 meter opgetreden. In het zuidelijke deel heeft de verruiming een groter effect dan in het noordelijke deel. Door de verruiming is het doorstroomoppervlak van de geulen sterk toegenomen (Figuur 50) en dat er tot 4 keer meer water naar binnen kan stromen dan voor de verruiming (Verslag begeleidingscommissie Zwin, 2022).



Figuur 49 Raaiprofilen in de Zwingel. De meest recente meetcampagne (2023) is weergegeven in het rood (Cosyns et al., 2024).



Figuur 50 Grafiek met de doorstroomoppervlakte onder 5 m TAW (Tweede Algemene Waterpassing) in de drie dwarsdoorsnedes door de hoofdgeul van het Zwin, locaties in Figuur 48 (Cosyns et al., 2024).

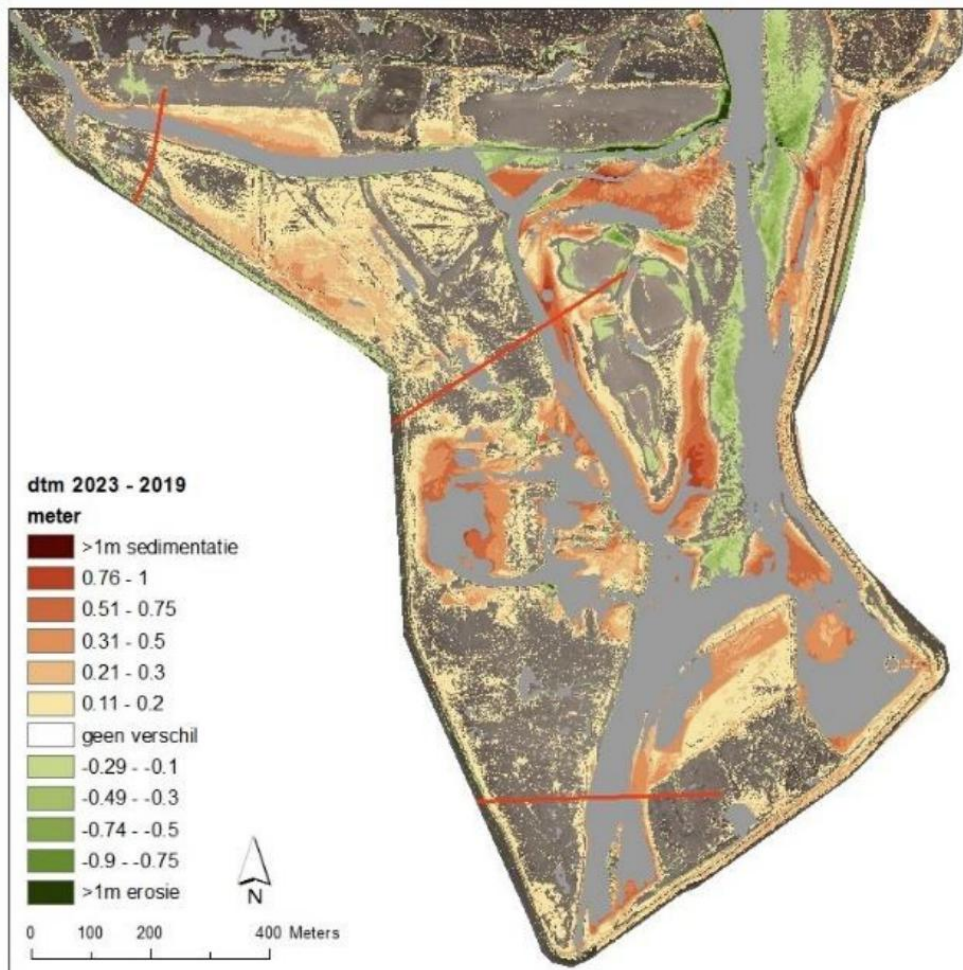
Door de uitruiming van de Zwingel heeft de Zwinvlakte verschillende veranderingen ondergaan. Enerzijds kan de getijdendynamiek bij vloed nu verder het gebied binnendringen, anderzijds is het afwateringsgebied (bij eb) ook veranderd. De peilbuismetingen (oranje cirkels in Figuur 48) laten zien dat in de noordoost en zuidoost zone overspoeling vrij gelijkaardig is gebleven voor en na ontpoldering. De zuidwest zone is daarentegen veel dynamischer

geworden door de verruiming van de aanvoergeul en overspoelt daardoor frequenter dan voor de verruiming. Ook in sedimentatiesnelheden en hoogte treden veranderingen in het gebied op. Tabel 2 geeft de jaarlijkse sedimentatiesnelheid weer voor de verschillende meetpunten in het bestaande Zwinvlakte voor de ontpoldering (2011-2016), tijdens de werkzaamheden zelf (2016-2019) en de periode na de ontpoldering (2020-2023). In het noorden van de Oude Zwinvlakte blijven de sedimentatiesnelheden gemiddeld gelijk. De zuidwestzone vertoont de sterkste veranderingen met een verlaging van het maaiveld door inklinking. De toename in overspoelingsfrequentie, slib met een laag zandgehalte en het begrazingsbeheer bevorderen inklinking in deze natte zone. Na de ontpoldering komen in meetpunten 9 en 10 in het zuidoosten van het bestaande Zwin de hoogste sedimentatiesnelheden voor. In deze zuidoost zone is de Zwingeel ook het meest ingrijpend veranderd.

Tabel 1 Gemeten jaarlijkse sedimentatie en erosie op de sedero-plots in de zwinvlakte (cm/jaar) Cosyns et al. (2024).

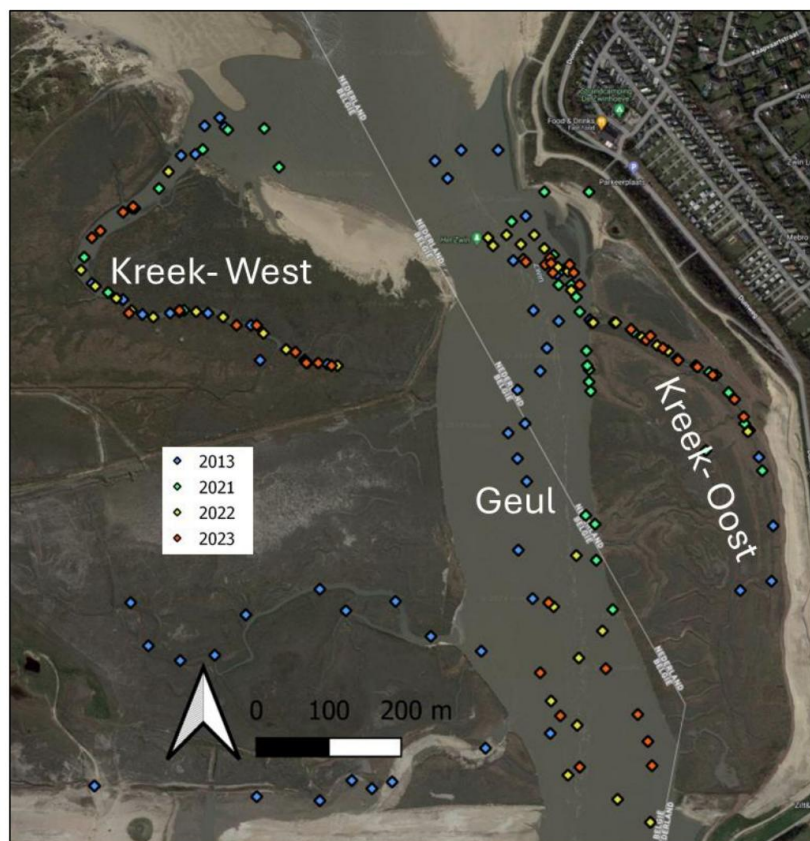
Sedimentatiesneheid (cm/jr)									
	Periode	NW-2	NW-4	NO-3	NO-5	ZW-7	ZO-8	ZO-9	ZONL-10
Voor ontpoldering	2011-12	0.2	0.0	-0.8	0.6	-1.9	-0.2	0.4	-0.6
	2012-13	0.1	0.0	0.4	0.5	2.0	0.0	-0.1	-0.6
	2013-16	0.2	0.1	0.1	0.3	-0.5	-0.3	-0.1	0.2
	gem.voor	0.2	0.0	-0.1	0.1	-0.2	-0.2	0.3	-0.3
Tijdens ontpoldering	2016-2020	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.3	0.3	0.5
Na ontpoldering	2020-2021	0.4	0.6	0.2	0.0	0.2	0.4	-0.3	0.7
	2022-22	0.0	-0.3	0.2	-0.1	-0.6	-0.1	1.1	0.3
	2022023	0.0	0.1	-0.2	0.0	-1.0	-0.6	0.3	-0.2
	gem. na	0.2	0.1	0.1	0.0	-0.5	-0.1	0.4	0.3

Ook in de Zwinuitbreiding zijn sinds de ontpoldering in 2019 morfologische veranderingen opgetreden. Er is zoals verwacht sprake van sedimentatie in het gebied. Met name de laagste delen van de ontpoldering sedimenteren het snelst in de eerste jaren. De sedimentatie kan oplopen tot 1 m per jaar. Ook wordt de zuidelijke geul steeds smaller. Erosie vindt voornamelijk plaats aan de rand van de oostelijke hoofdgeul, die aansluit bij de verruimde geul in het Oude Zwin en door de vloed verder uitschuurt (Figuur 51).

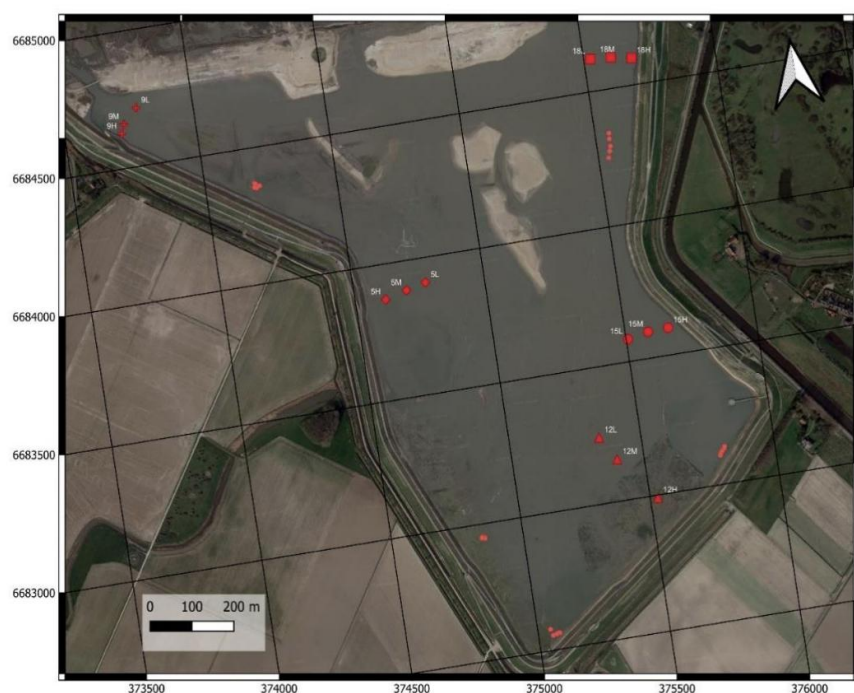


Figuur 51 Sedimentatie/erosie patronen in de Zwinuitbreiding. De verandering tijdens de periode 2019-2023 is weergegeven. De raaien zijn zichtbaar in rood, zones waarvoor geen data beschikbaar zijn, zijn weergegeven in lichtgrijs (Cosyns et al., 2024).

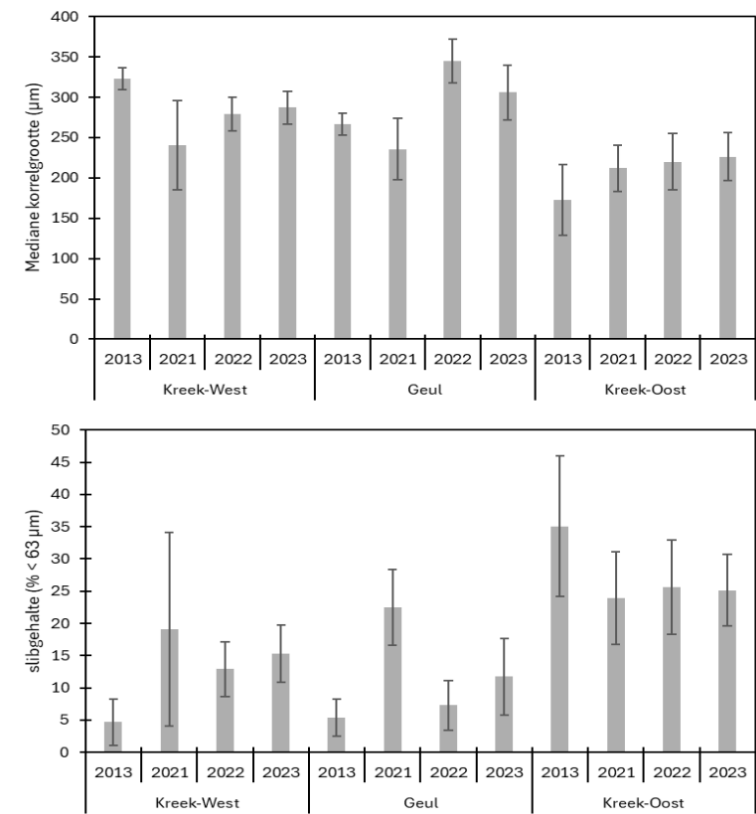
In 2013, 2021, 2022 en 2023 is de sedimentsamenstelling van het gebied bemonsterd door middel van het nemen van een staal tot 5 cm met een steekbuis. Dit onderzoek is uitgevoerd zowel op de Oude vlakte (in de geul, kreek-West en Kreek-Oost) als op de Nieuwe vlakte (Figuur 52 & Figuur 53). In de oude vlakte is in de geul de mediane korrelgrootte in 2022 en 2023 toegenomen ten opzichte van 2013 en 2021 (Figuur 54). De Kreek-West is in 2022 en 2023 slibrijker geworden, terwijl Kreek-Oost juist minder slibrijk is geworden na de uitbreiding. Dit toont aan dat de Zwinmonding in de geul en de aangrenzende oostelijke kreek sterk onderhevig is aan hogere hydrodynamiek na de uitbreiding, terwijl verslibbing in de westelijke kreek juist een afname in hydrodynamiek suggereert. Op de Nieuwe vlakte vindt er verslibbing van de slikplaten in de oostelijke zone plaats (transecten 12 en 15), waarbij enkel de noordelijke zone ter hoogte van de overgang naar de oude vlakte (transect 18) zandig blijft (Figuur 55).



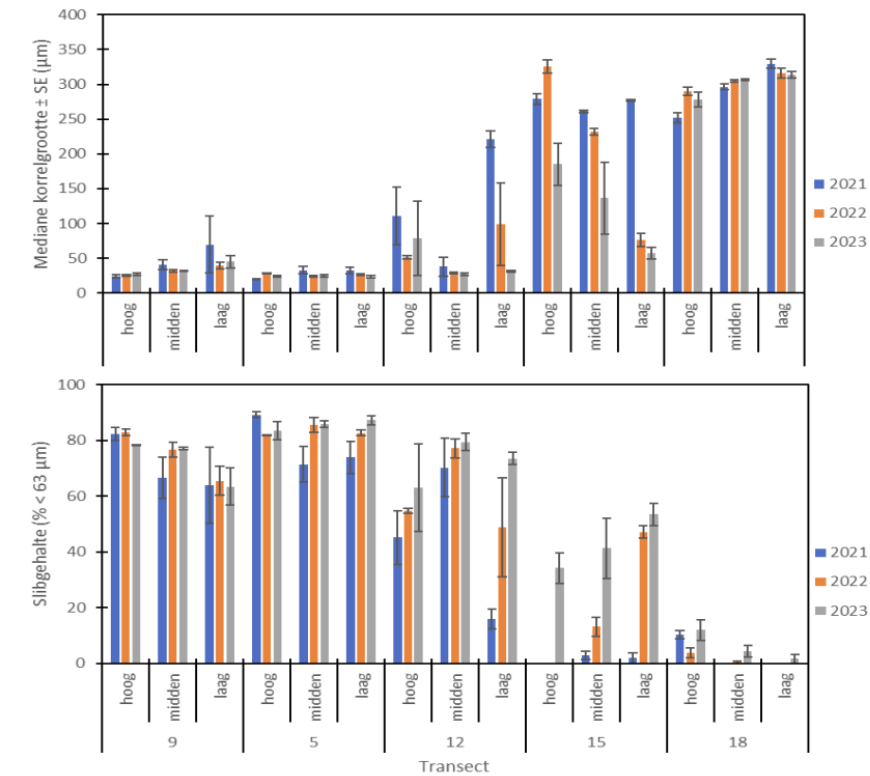
Figuur 52 Staalnamelocaties van macrobenthos en sediment-eigenschappen (mediane korrelgrootte, slibfractie en fractie organisch materiaal) in de Oude Zwinvlakte in 2013, 2021, 2022 en 2023 (Cosyns et al., 2024).



Figuur 53 Staalnamelocaties van macrobenthos en sediment-eigenschappen (mediane korrelgrootte, slibfractie en fractie organisch materiaal) in de Zwinuitbreiding in 2021, 2022 en 2023 (Cosyns et al., 2024).



Figuur 54 Evolutie van de mediane korrelgrootte (μm) en slibfractie (% < 63 μm) in de geul en zijkreken van de Oude Zwinvlakte in 2013, 2021, 2022 en 2023 (Cosyns et al., 2024).



Figuur 55 Evolutie van de mediane korrelgrootte (μm) en slibfractie (% < 63 μm) op de 3 locaties langs de 5 transecten in de Zwinuitbreiding in 2021, 2022 en 2023 (Cosyns et al., 2024).

3 Ecotopen, habitats en vegetatie

3.1 Trends in de Westerschelde

De ecotopenkaarten van de Westerschelde geven inzicht in de ecologische waarden van dit deel van het Schelde-estuarium. Ecotopen zijn ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheden, waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid (H. Bouma et al., 2005). De basis voor de indeling ligt in het Zoutwater Ecotopen Stelsel (ZES). Het ecotopenstelsel is een hiërarchisch opgebouwde indeling (classificatiesysteem) waarin de meest belangrijke abiotische omgevingsfactoren (mate van droogvallen, type substraat, saliniteit) en biotische aspecten (aanwezigheid begroeiing,) van de leefmilieus van de zoute kustwateren worden weergegeven. De ecotopenkaarten geven inzicht in het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in en vlak boven de bodem (Bouma et al. 2005). Het is dus niet zo dat de aanwezigheid van een ecotoop een garantie biedt op de aanwezigheid van een bepaalde levensgemeenschap. De daadwerkelijke ecologische kwaliteit van een gebied kan door factoren worden bepaald die geen onderdeel zijn van het ecotopenstelsel. Dat kunnen factoren binnen het gebied zijn, zoals de hoeveelheid zwevend stof in het water, maar ook factoren buiten het gebied, bijvoorbeeld het broedsucces van trekvogels die in het gebied overwinteren.

In principe wordt iedere vier jaar een nieuwe ecotopenkaart opgesteld door Rijkswaterstaat. De meest recente ecotopenkaart is die van 2022.

Naast de ecotopen wordt gesproken over habitats: "Een habitat is de leefomgeving waarin een bepaalde soort leeft. Een soort kan verschillende habitats nodig hebben in de loop van een jaar of zijn levenscyclus. Deze habitats kunnen bij elkaar liggen (bijvoorbeeld lage zandplaat – hoge zandplaat; lage zandplaat – sublitoraal) of in verschillende gebieden liggen (bijvoorbeeld toendra Siberië – Waddenzee) (Bouma et al. 2005). Habitats zijn ook een wezenlijk onderdeel van de gebiedsbescherming onder de Omgevingswet dat van toepassing is op het Natura 2000-gebied Westerschelde en Saeftinghe. Tabel 3 geeft een overzicht van de habitattypen zoals vastgelegd in het aanwijzingsbesluit voor het Natura2000-gebied.

Tabel 3 Habitatype, ecotopen en de gekarteerde delen van de vegetatiekartering.

Habitatype	Ecotoop	Vegetatie
H1130 (Estuarium)	<i>Onder andere:</i>	
	Hoogdynamisch sublitoraal	
	Laagdynamisch sublitoraal	
	Hoogdynamisch litoraal	
	Laagdynamisch litoraal	
	Supralitoraal	
	Hardsubstraat	
H1310A (Pioniervegetaties Zeekraal)	Pionierschor	X
H1310B (Pioniervegetaties Zeevetmuur)	Pionierschor	X
H1320 (Schorren met slijkgras)	Schor	X
H1330A (Atlantische schorren, buitendijks)	Schor	X
H1130B (Zilte graslanden, binnendijks)		X
H2110 (Embryonale duinen)		X
H2120 (Witte duinen)		X
H2160 (Duindoornstruweel)		X
H2190 (Duinvalleien)		X

Voor de begroeide ecotopen en de habitattypen is niet alleen van belang dat vegetatie aanwezig is, maar ook welke plantensoorten aanwezig zijn. De aanwezigheid van bepaalde plantensoorten is bepalend voor de kwaliteit van het betreffende schor of duin. Een abiotisch aspect dat medebepalend is voor de begroeiing is de hoogte van de schor, vandaar dat naast de vegetatie ook onderscheid wordt gemaakt naar de hoogte. De meest recent beschikbare kwelderkartering van de Westerschelde dateert van 2016. Voor de beschrijving van de ontwikkelingen maken we gebruik van de ecotopenkaarten, omdat deze met een hoge frequentie (in principe iedere twee jaar) worden ingewonnen. Indien zinvol kan de kwelderkartering gebruikt worden voor een analyse van de vegetatie-ontwikkelingen.

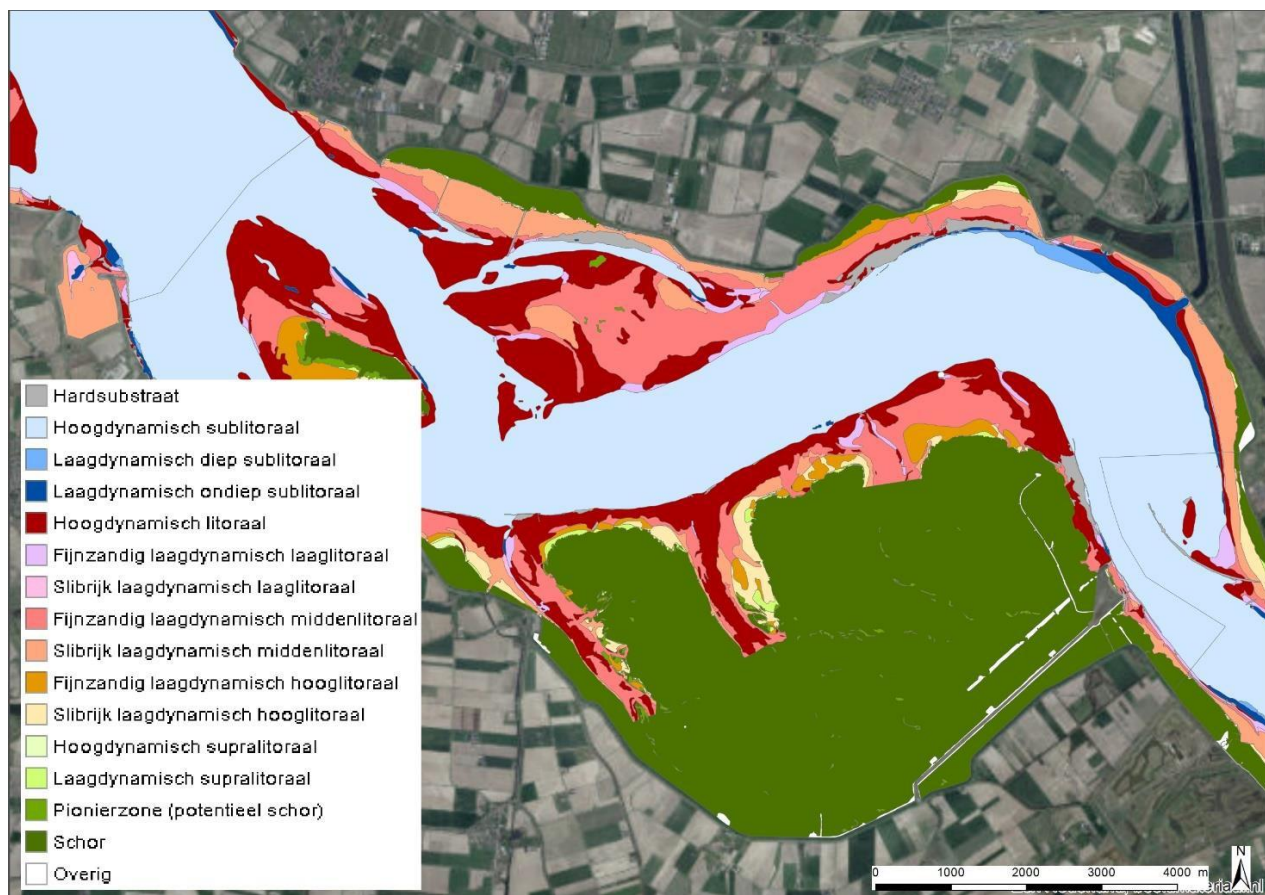
De trends in areaal van ecotopen van de Westerschelde zijn te vinden in Tabel 4 (Paree, 2019).

Tabel 4 Overzicht van de ecotopen arealen (ha) in de Westerschelde (Paree 2019).

Ecotooptype	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012	2015	2016	2018
Hard substraat steen	132	144	151	169	166	168	168	180	173	162
Hard substraat veen/klei	208	176	104	101	119	124	129	137	113	109
Hoogdynamisch litoraal	3882	3743	3451	3656	3339	3317	3302	3143	3283	3062
Hoogdynamisch sublitoraal	19283	19369	19483	19355	19303	19134	19158	19158	18157	19020
Hoogdynamisch supralitoraal	79	35	63	65	70	53	50	47	30	42
Laagdynamisch hooglitoraal	693	560	562	468	592	610	525	563	550	612
Laagdynamisch laaglitoraal	261	358	409	306	321	313	299	304	341	425
Laagdynamisch middenlitoraal	2671	2696	2882	2668	2857	2947	2975	3050	2940	3061
Laagdynamisch sublitoraal	418	496	560	628	693	728	744	723	750	802
Laagdynamisch supralitoraal	246	195	171	116	167	155	131	159	135	179
Overig	72	77	73	71	85	88	87	87	84	83
Pionierzone (potentieel schor)	141	212	192	408	211	191	237	178	201	138
Schor	2672	2697	2657	2749	2842	2932	2953	3029	3067	3127
Totaal	30758	30758	30758	30758	30758	30758	30758	30758	30823	30823

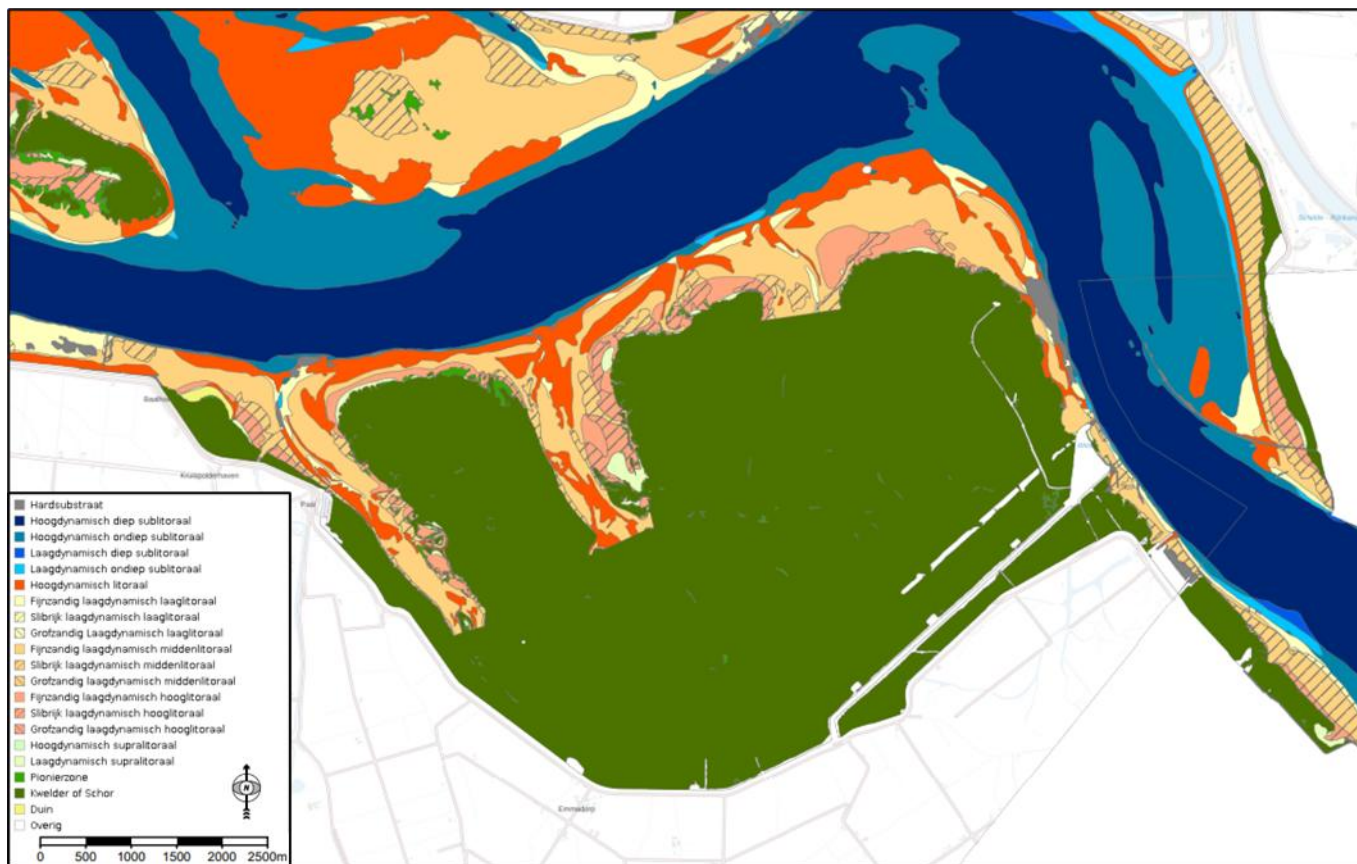
3.2 Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder

De ecotopenkaart van de situatie voor de uitvoering van de werkzaamheden is opgenomen in Figuur 56. Aangezien de ontwikkelingen in de Hertogin Hedwigepolder kortgeleden gestart zijn, zijn er nog geen habitattypen toegekend aan het gebied waar natuurherstel zal plaatsvinden. De direct omliggende omgeving bestaat voornamelijk uit schor/kwelder. In de bocht van de geul is een overgang van laag dynamisch naar hoogdynamisch zichtbaar.



Figuur 56 Ecotopenkaart 2018 van de omgeving van het Land van Saeftinghe (Rijkswaterstaat).

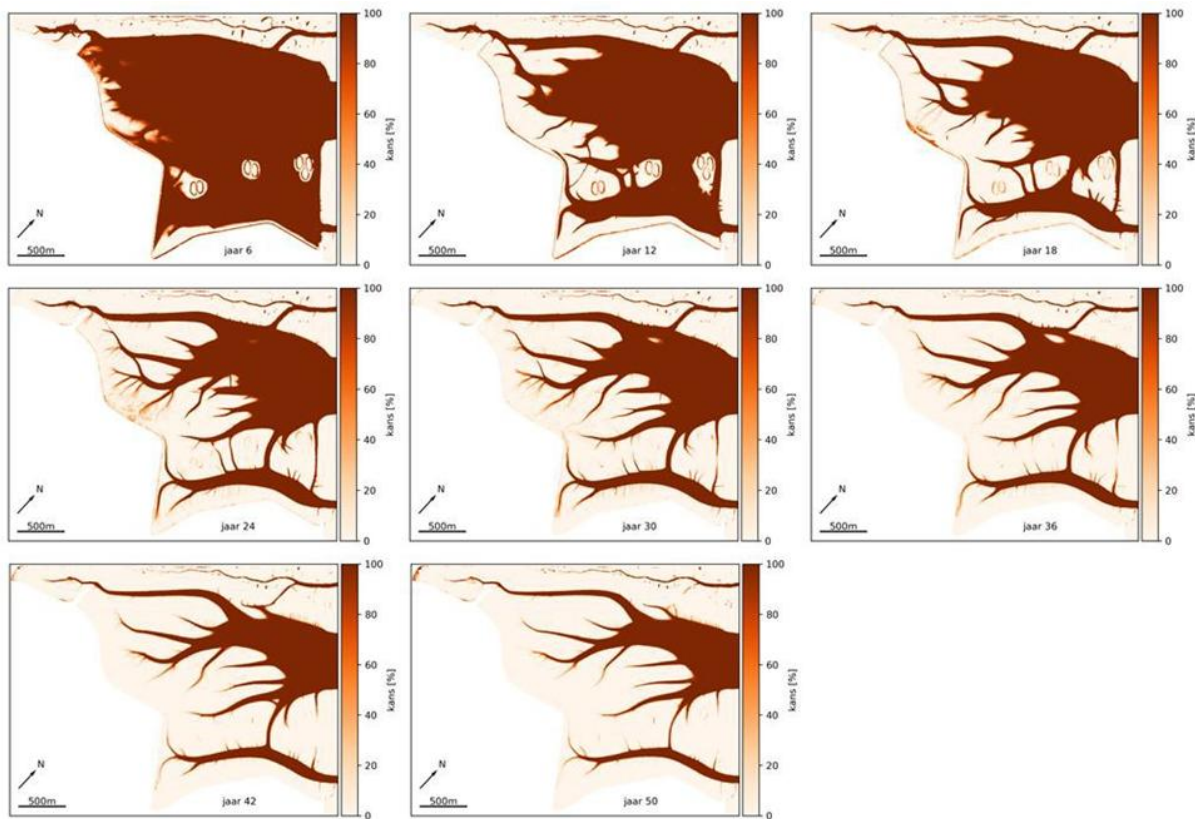
Figuur 57 toont de ecotopen van het verdronken land van Saeftinghe in 2022. Hierin is te zien dat het areaal aan schorren en kwelders nagenoeg gelijk is gebleven en dat in de geulen meer laagdynamisch laag-, laagdynamisch midden- en laagdynamisch hooglitoraal aanwezig was dan in 2018.



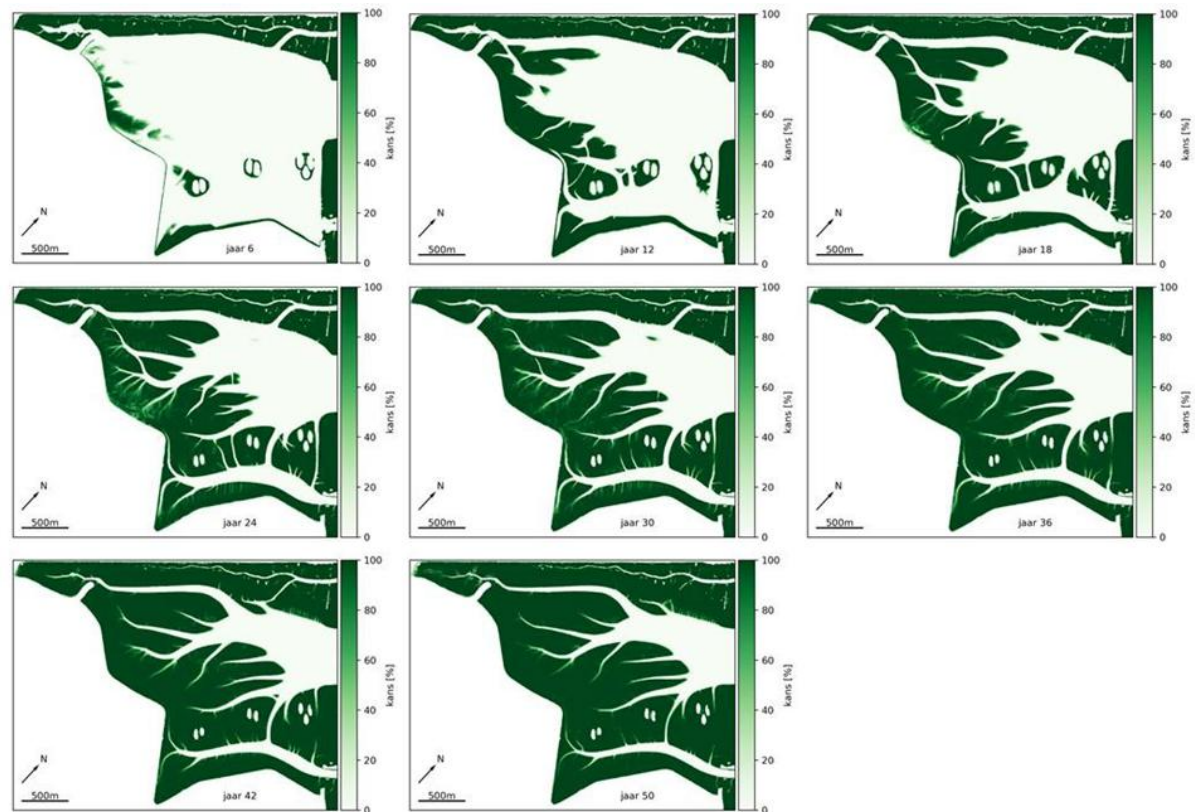
Figuur 57 Ecotopenkaart 2022 van de omgeving van het Land van Saeftinghe (Rijkswaterstaat).

3.2.1 Habitattypen

In de modelstudie van Belzen et al. (2018) is de kans gemodelleerd tot ontwikkeling van de specifieke habitattypen “Estuaria” en “Buitendijkse schorren en zilte graslanden” door zandstromen en vegetatieontwikkeling te combineren. Figuur 58 geeft de gemodelleerde kans weer dat zich habitattype “Estuaria” vormt over een periode van 50 jaar. Figuur 59 geeft de kans weer tot vorming van het habitattype “buitendijkse schorren en zilte graslanden”.



Figuur 58 Kans op het ontstaan van habitattype Estuaria (H1130) over een periode van 50 jaar in de Hertogin Hedwigepolder.

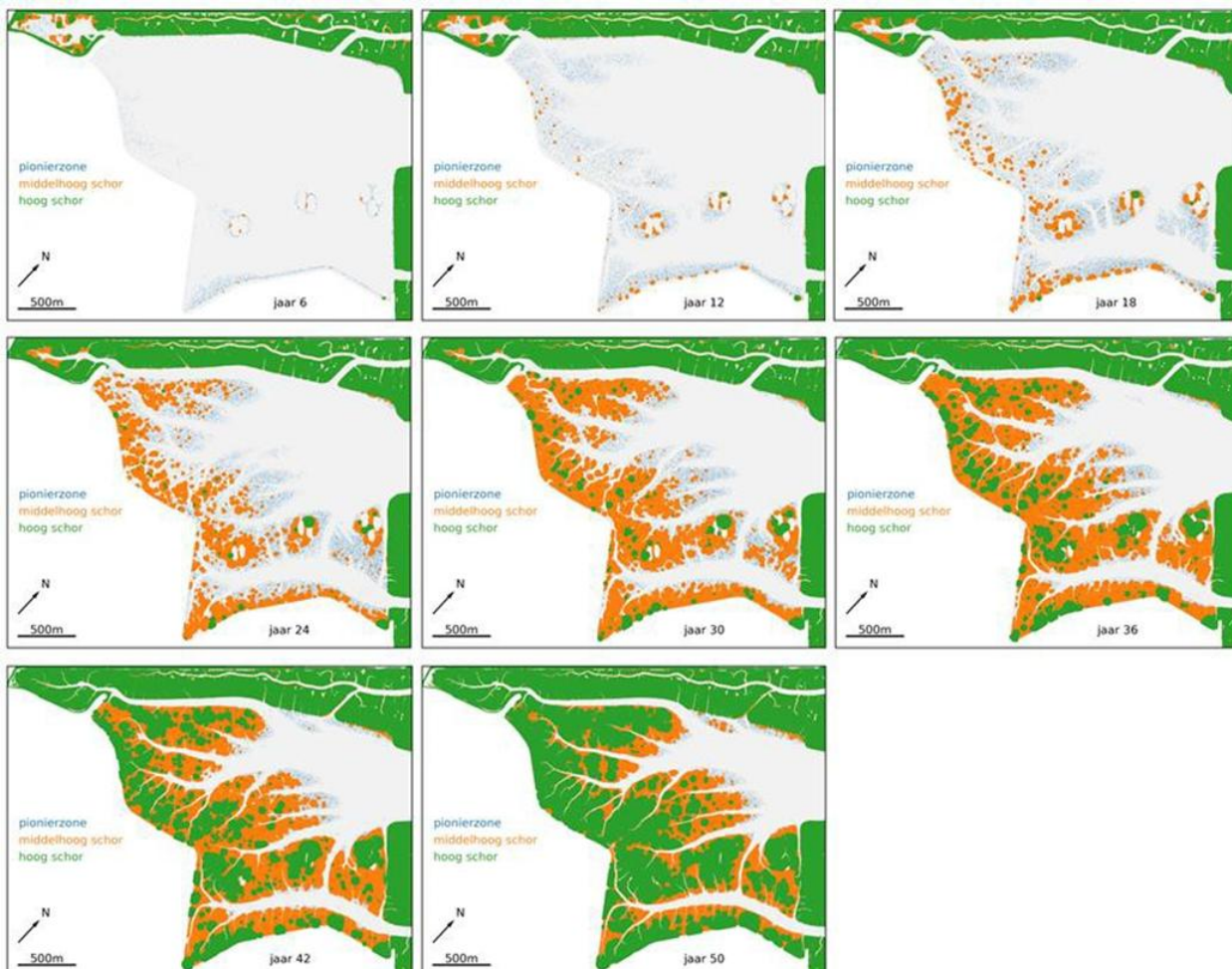


Figuur 59 Kans op het ontstaan van habitattype Buitendijkse schorren en zilte graslanden (H1330A) over een periode van 50 jaar in Hertogin Hedwigepolder.

3.2.2 Verwachte vegetatieontwikkeling

Vegetatieontwikkeling zal in de westelijke en zuidelijke randen van de Hertogin Hedwigepolder plaatsvinden en vanuit de aangelegde vogeleilanden, welke op Vlaams gebied in de Prosperpolder liggen. In de Hertogin Hedwigepolder zal de vegetatieontwikkeling naar verwachting langzamer gaan dan de Prosperpolder. In de Prosperpolder wordt na 12 jaar een vegetatiebedekking van 10% verwacht, na 30 jaar wordt een vegetatiebedekking van 50% verwacht. Voor de Hertogin Hedwigepolder zijn dit respectievelijk 20 en 40 jaar (Figuur 60). Naar verwachting blijven het centrale en oostelijke deel van het gebied onbegroeid. Het verschil in de snelheid van vegetatieontwikkeling tussen de twee polders komt hoofdzakelijk voort uit de verschillende sedimentatiesnelheden tussen de polders. Wanneer bodemophoging sneller plaatsvindt, wordt over het algemeen eerder een hoogte bereikt waarop zich vegetatie kan vestigen. De efficiënte ontwatering langs nieuwgevormde kreken zorgt voor goede condities voor de vestiging en groei van vegetatie. De voorspelde hoge sedimentatiesnelheden in de Prosperpolder zijn te danken aan het feit dat dit deel afwatert via een relatief kleine opening naar de Schelde. Door de lage stroomsnelheden bezinken kleine deeltjes sneller. Hierdoor bestaat de kans op vorming van een zachte, waterverzadigde bodem. Dit brengt het risico met zich mee dat bodemdieren en planten zich moeilijker kunnen vestigen. De verwachting is echter dat de ontwatering doormiddel van de aangelegde kreken afdoende efficiënt is om het risico op grote arealen waterverzadigd sediment te beperken.

Naast bodemophoging door sedimentatie, spelen ook andere factoren een rol bij vegetatieontwikkeling in het gebied. Zo spelen stroomsnelheden net als bij sedimentatie ook een rol bij de verspreiding van propagules, maar ook wind en zoutgehalte van het water hebben hier invloed op. Daarnaast zijn de eigenschappen van de propagules zelf, zoals grootte, vorm en dichtheid, hierin ook belangrijk. Naar deze factoren worden studies gedaan, om zo accuraat mogelijk de vegetatieontwikkeling in het gebied te kunnen modelleren.



Figuur 60 Gemodelleerde vegetatieontwikkeling in de Hertogin Hedwigepolder over een periode van 50 jaar. Pionierszone wordt aangegeven door blauwe stippen, middelhoge schorren door oranje vlakken en hoge schorren door groene vlakken.

3.2.3 Monitoring vegetatieontwikkeling

Hertogin Hedwigepolder

De Hertogin Hedwigepolder laat een duidelijke toename zien in de bedekking met pioniervegetatie, terwijl het percentage braakliggende grond afneemt. In februari 2023 was er sprake van 85-100% braakliggende grond, voornamelijk begroeid met duinriet (*Calamagrostis epigejos*) en kweek (*Elytrigia repens*). In september 2023 daalde het percentage braakliggende grond naar 15-100%, waarbij de vegetatie bestond uit nopjeswieren (*Vaucheria sp.*), zeeaster (*Aster tripolium*) en langarige zeekraal (*Salicornia procumbens*). In juni 2024 bleef het percentage braakliggende grond tussen de 25-100%, met een vergelijkbare vegetatie van nopjeswieren, zeeaster en zilte rus (*Juncus gerardii*), terwijl duinriet en kweek afwezig waren. In september 2024 daalde het percentage braakliggende grond verder naar 15-100%, met een bedekking van maximaal 35% door nopjeswieren, zeeaster en zilte rus. Hoewel er in september 2024 een toename was in de pioniervegetatie ten opzichte van juni, was de begroeiing minder uitgebreid dan in september 2023.

Prosperpolder

De Prosperpolder toont een vergelijkbare ontwikkeling, met een afname van het percentage braakliggende grond en een toename in de bedekking door nopjeswieren (*Vaucheria sp.*). In februari 2023 bestond de polder volledig uit braakliggende grond (tot 100%). In mei 2023 was er nog steeds sprake van braakliggende grond, maar met weinig nopjeswier. Daarnaast werden ook zeebies (*Bolboschoenus maritimus*) en riet (*Phragmites australis*) waargenomen. In september 2023 varieerde het percentage braakliggende grond van 10-95%, met een bedekking van nopjeswier tot 85%, vaak gecombineerd met zeebies en riet. In juni 2024 nam het percentage braakliggende grond weer toe tot 100%, met pioniervegetatie van nopjeswieren en zeebies, terwijl riet niet werd waargenomen. In september 2024 was het percentage braakliggende grond opnieuw 10-95%, maar de bedekking door nopjeswieren nam toe tot maximaal 15%, gecombineerd met de aanwezigheid van zeebies.

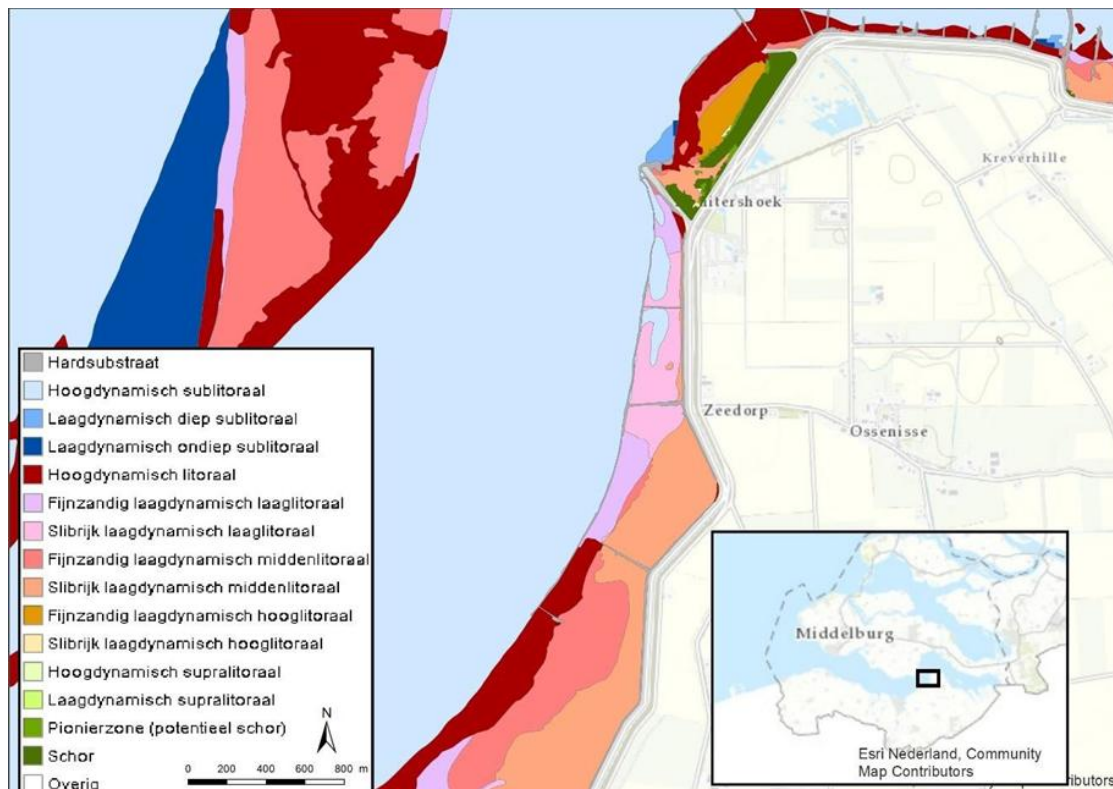
Sieperdaschor

Het Sieperdaschor laat een andere vegetatieontwikkeling zien, typerend voor een high marsh/pioneer marsh, waarbij het percentage braakliggende grond per samplelocatie varieert. In februari 2023 was er bij samplelocatie 9 vrijwel geen braakliggende grond, met tot 75% bedekking door riet (*Phragmites australis*). Bij samplelocatie 10 was 55-95% braakliggende grond aanwezig, met vegetatie van strandkweek (*Elymus athericus*) en zeeaster. In september 2023 was bij samplelocatie 9 het percentage braakliggende grond opnieuw laag, met tot 90% bedekking door riet. Bij samplelocatie 10 daalde het percentage braakliggende grond naar minder dan 15%, met vegetatie van zeeaster, strandkweek en spiesmelde (*Atriplex prostrata*). In juni 2024 bleef het percentage braakliggende grond bij samplelocatie 9 beperkt, met tot 85% bedekking door riet en sporadisch zeeaster, spiesmelde en zeebies. Bij samplelocatie 10 was het percentage braakliggende grond lager dan 25%, met vegetatie van zeeaster (tot 75%), riet, spiesmelde, strandkweek en zilte rus. In september 2024 bleef het patroon grotendeels gelijk. Bij samplelocatie 9 was er nauwelijks braakliggende grond, en de vegetatie bestond uit tot 95% riet, met sporadisch zeeaster en spiesmelde. Bij samplelocatie 10 bleef het percentage braakliggende grond lager dan 25%, met zeeaster (tot 75%), spiesmelde, zeebies, strandkweek en zilte rus.

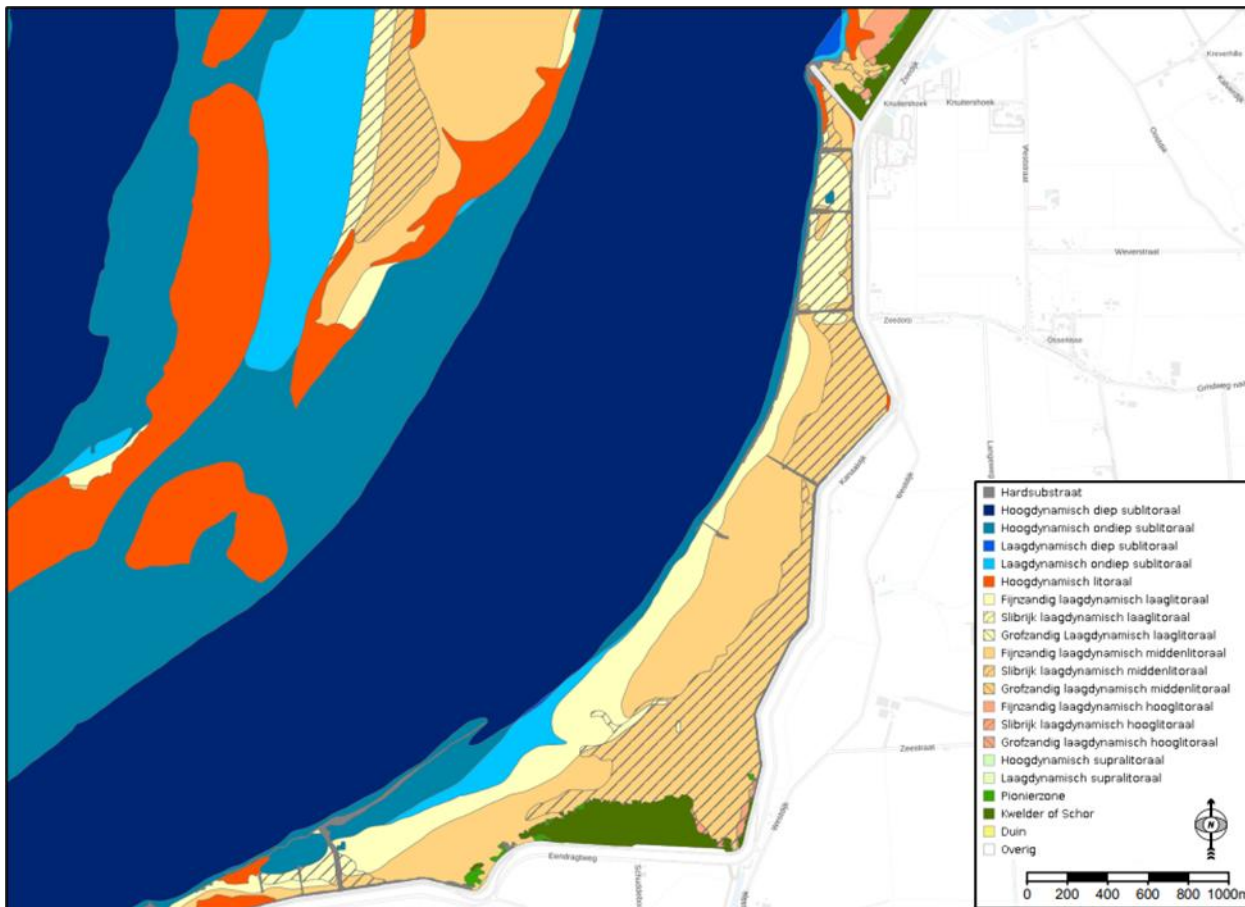
Concluderend kunnen de Prosperpolder en de Hertogin Hedwigepolder, op basis van de vegetatieontwikkeling en het hoge percentage braakliggende grond, worden gekarakteriseerd als slikken. Het Sieperdaschor, met een duidelijk kleiner percentage braakliggende grond en een hogere vegetatiebedekking, kan worden gekarakteriseerd als een hoge kwelder/pionierkwelder.

3.3 Knuittershoek

Bij Knuittershoek ligt in 2016 vooral laagdynamisch slibrijk areaal en een deel sublitoraal areaal (Figuur 61). Op de ecotopenkaart van 2022 is te zien dat, na de realisatie van de strekdammen, ook bij de Knuittershoek het areaal aan slibrijk laagdynamisch laaglitoraal is toegenomen ten koste van het sublitorale en hoogdynamisch areaal (Figuur 62).



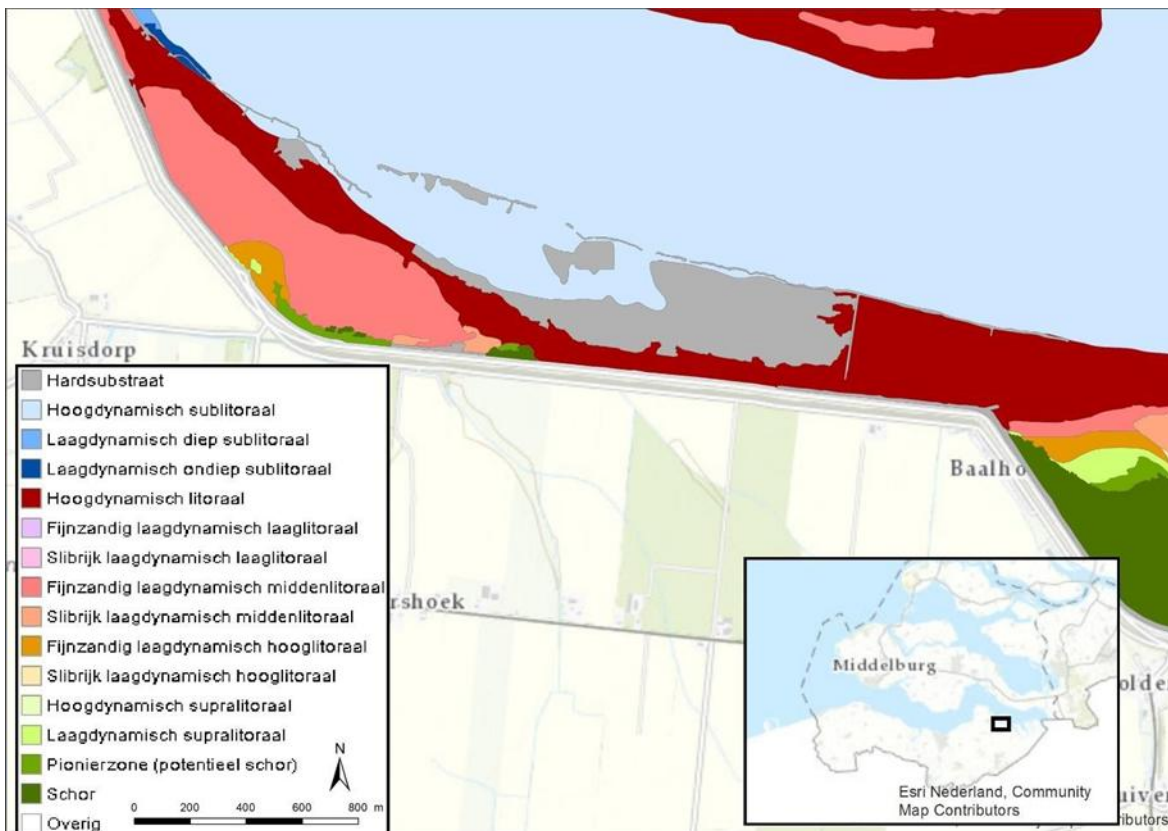
Figuur 61 Ecotopenkaart 2016 van de omgeving van Knuittershoek voordat de strekdammen gerealiseerd zijn (bron: Rijkswaterstaat).



Figuur 62 Ecotopenkaart 2022 van de omgeving van Knuitershoek nadat de strekdammen gerealiseerd zijn (Rijkswaterstaat).

3.4 Baalhoek

De ecotopenkaart van de situatie voor de uitvoering van de werkzaamheden (2016) is opgenomen in Figuur 63. Bij Baalhoek bestaat een belangrijk deel van het gebied in 2016 uit hardsubstraat in de vorm van veen en kleilagen die bloot gespoeld liggen. Op de ecotopenkaart van 2022 (Figuur 64) is te zien dat sinds de realisatie van de strekdammen het areaal aan slibrijk laagdynamisch laaglitoraal is toegenomen tussen de strekdammen ten koste van de veen en kleilagen en het sublitorale gebied.



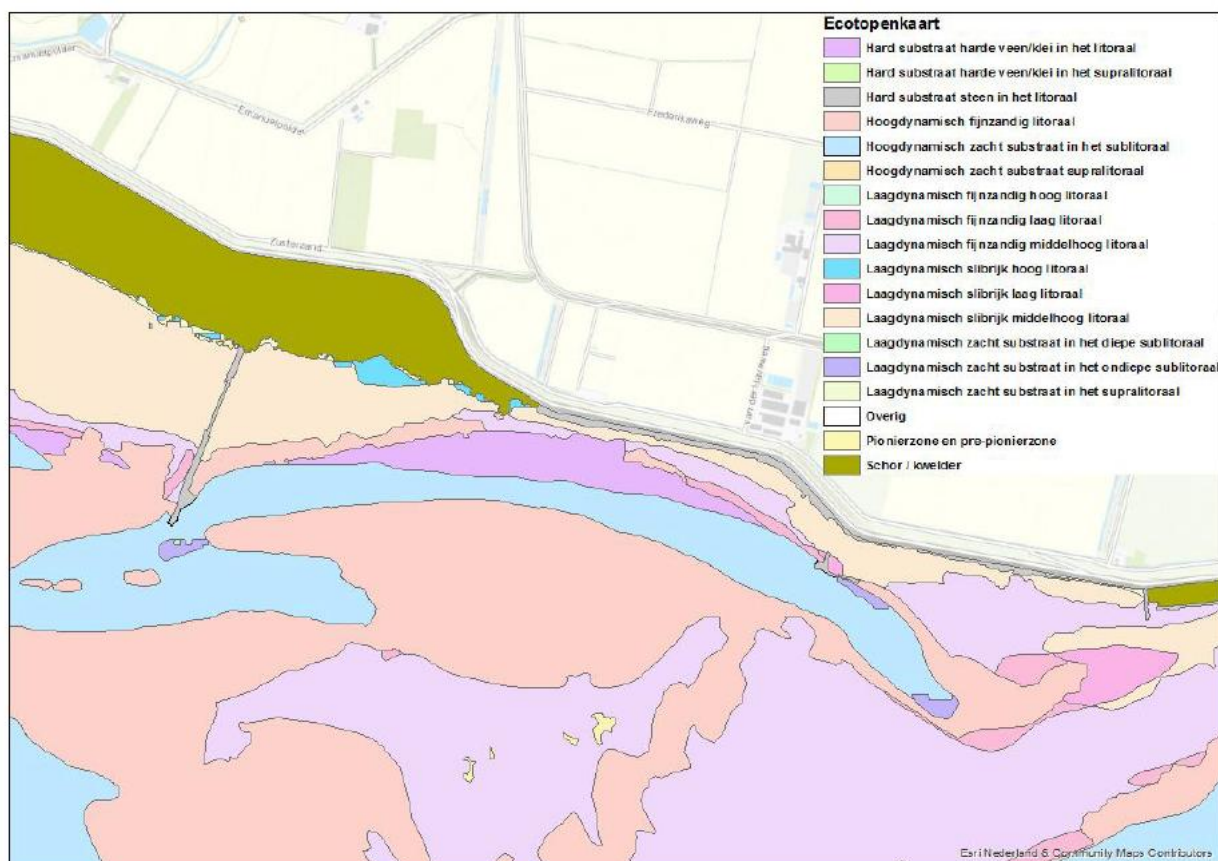
Figuur 63 Ecotopenkaart 2016 van de omgeving van Baalhoek voordat de strekdammen gerealiseerd zijn (Rijkswaterstaat).



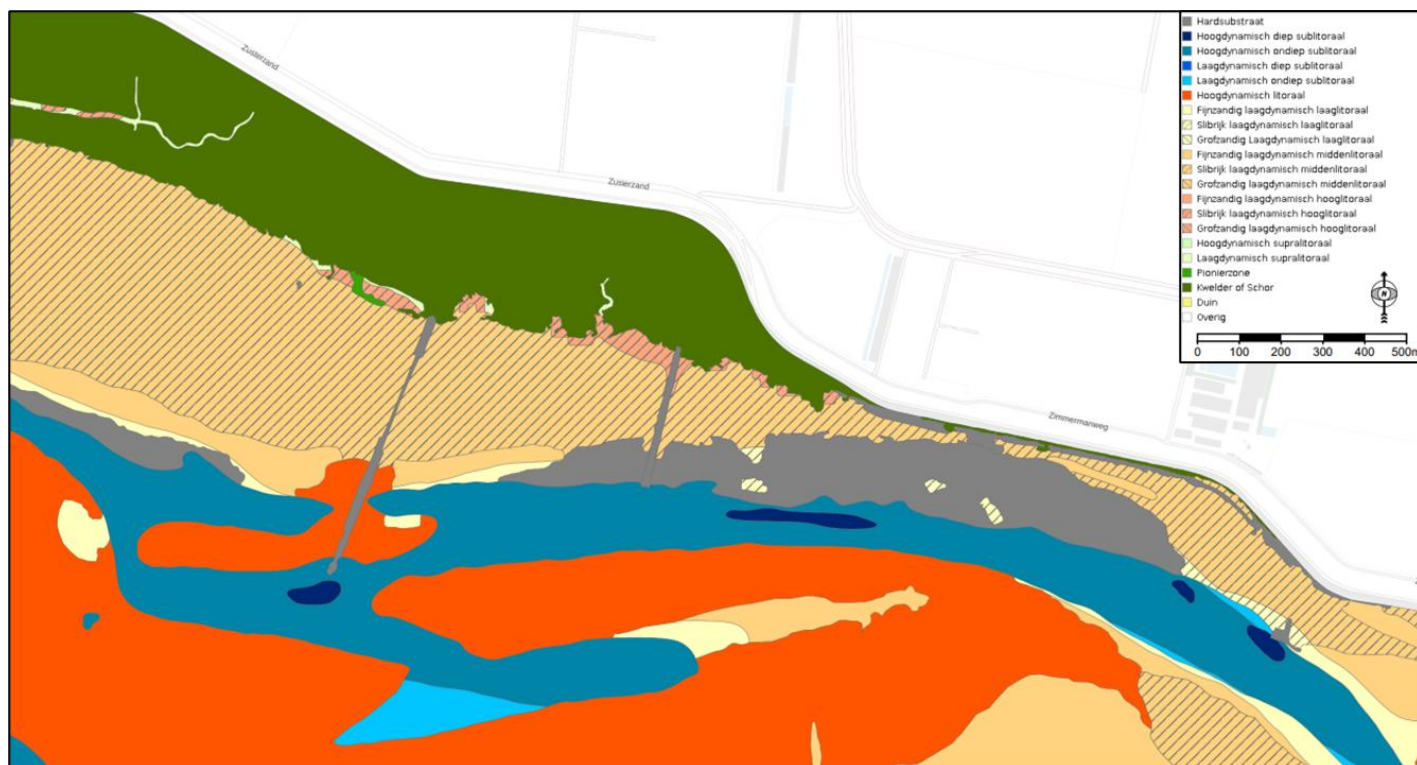
Figuur 64 Ecotopenkaart 2022 van de omgeving van Baalhoek (Rijkswaterstaat).

3.5 Zimmerman

Het projectgebied van Zimmerman is gelegen aan een hoogdynamische sublitorale geul. Deze geul gaat over in een zone met hoogdynamisch litoraal en deels hoogdynamische litorale veenbanken. Richting de dijk toe, verandert het ecotoop in laagdynamisch middelhoog gelegen litoraal (Figuur 65) (Bucholt & Jaspers, 2018). Het areaal aan laagdynamisch middenlitoraal is in 2022 toegenomen in zuidelijke richting ten opzichte van het areaal in 2015 (Figuur 66).



Figuur 65 Ecotopen in en in de omgeving van het plangebied Zimmerman (Ecotopenkaart RWS, 2015).



Figuur 66 Ecotopen in en in de omgeving van het plangebied Zimmerman (Ecotopenkaart RWS, 2022).

In het plangebied en omgeving komen voornamelijk de habitattypen H1130 estuaria en H1330A schorren en zilte graslanden (buitendijks) voor. De overige habitattypen, H1310 zilte pionierbegroeiingen en H1320 Slijkgrasvelden, komen in combinatie met de voornaamste habitattypen voor. Figuur 67 t/m Figuur 70 geeft dit weer.



Figuur 67 Voorkomen van habitattype H1130 estuaria in het plangebied Zimmerman.



Figuur 68 Voorkomen van habitattype H1310A zilte pionier begroeiingen in het plangebied Zimmerman.



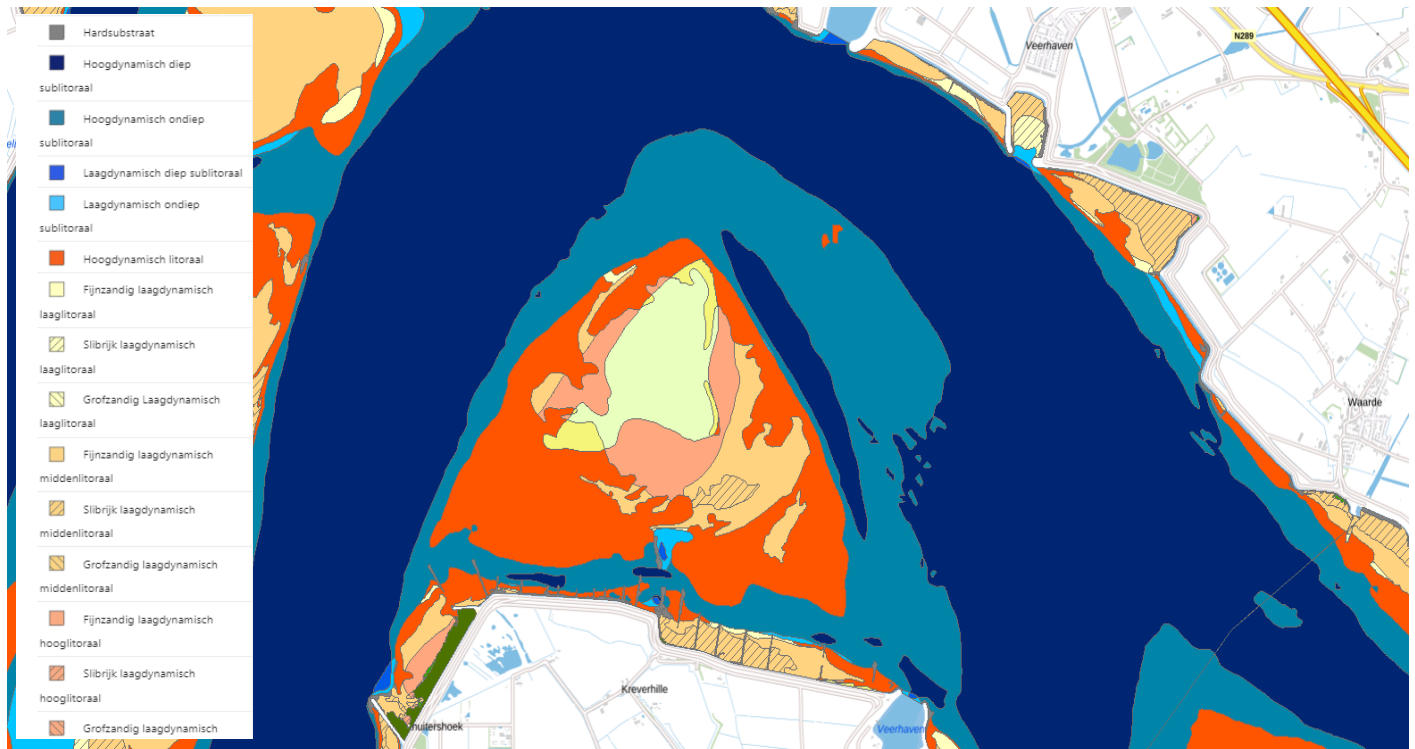
Figuur 69 Voorkomen van habitattype H1320 slijkgrasvelden in het plangebied Zimmerman.



Figuur 70 Voorkomen van habitattype H1330A schorren en zilte graslanden (buitendijks) in het plangebied, Zimmerman.

3.6 Ossenisse

Bij Ossenisse bestond een belangrijk deel van het gebied uit hoogdynamisch litoraal in 2018. Dit is uitgebreid in 2022. Er is ook veel fijnzandig laagdynamisch litoraal aanwezig, zoals aangegeven in Figuur 71.

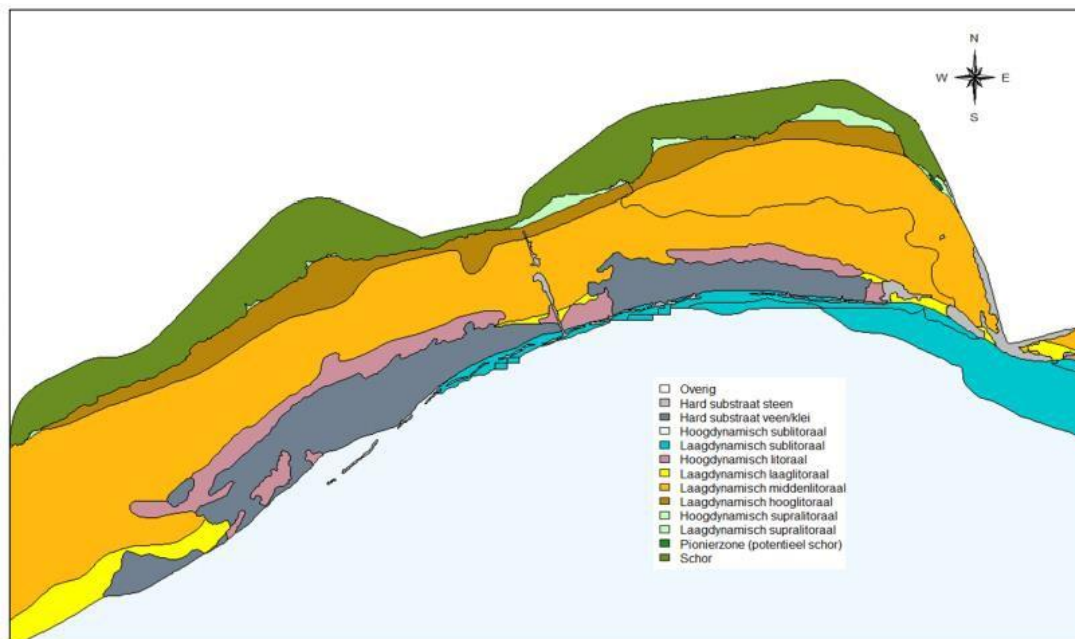


Figuur 71 Ecotopenkaart 2022 van Ossenisse (Rijkswaterstaat).

Op basis van (Verduin & Engelberts, 2018) is geconcludeerd dat er een duidelijke overgang is van zeer hoog dynamische omstandigheden aan de lagere randen van de plaat naar laagdynamische omstandigheden hoger op de plaat.

3.7 Bath

Bij Bath bestond een belangrijk deel van het gebied in 2018 uit laagdynamisch middenlitoraal. Ook was er in het projectgebied veel hardsubstraat in de vorm van veen en klei en hoogdynamisch litoraal aanwezig (Figuur 72). Ten opzichte van 2018 is in 2022 het areaal aan slib- en zandrijke arealen toegenomen (Figuur 73). Dit is ten koste gegaan met name hard substraat aan de zuidelijke rand van het gebied.



Figuur 72 Ecotopenkaart 2018 van de omgeving van Bath voordat de strekdammen gerealiseerd zijn (Rijkswaterstaat).

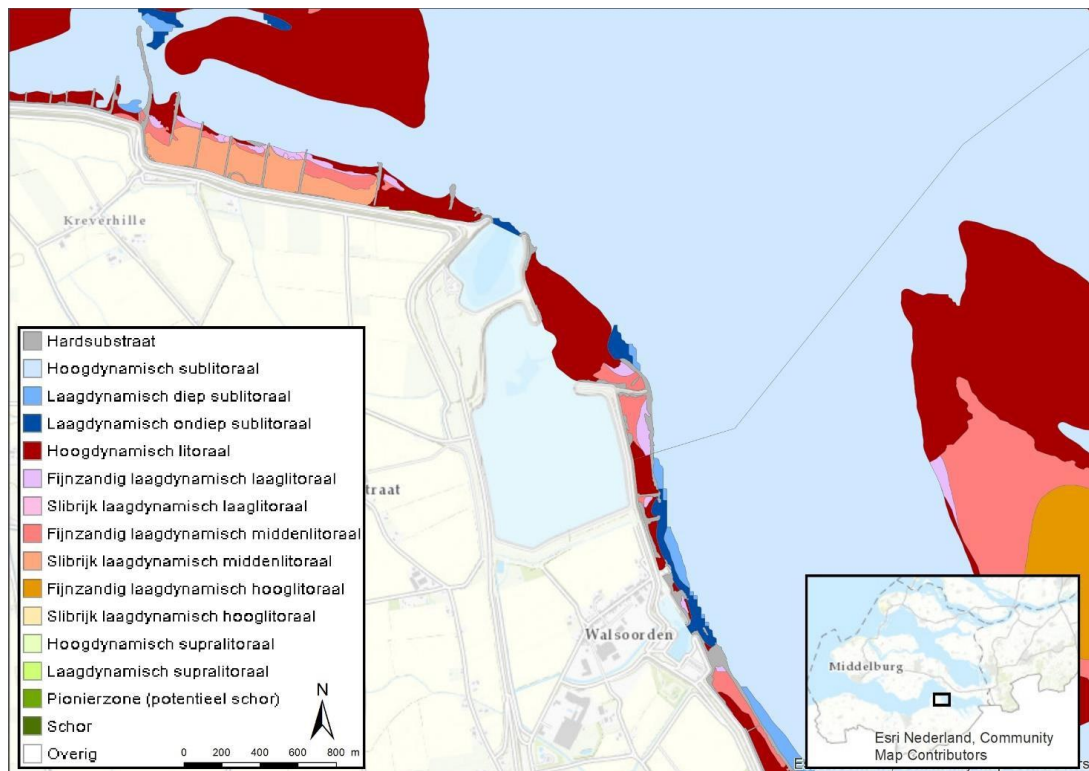


Figuur 73 Ecotopenkaart 2022 van de omgeving van Bath (Rijkswaterstaat).

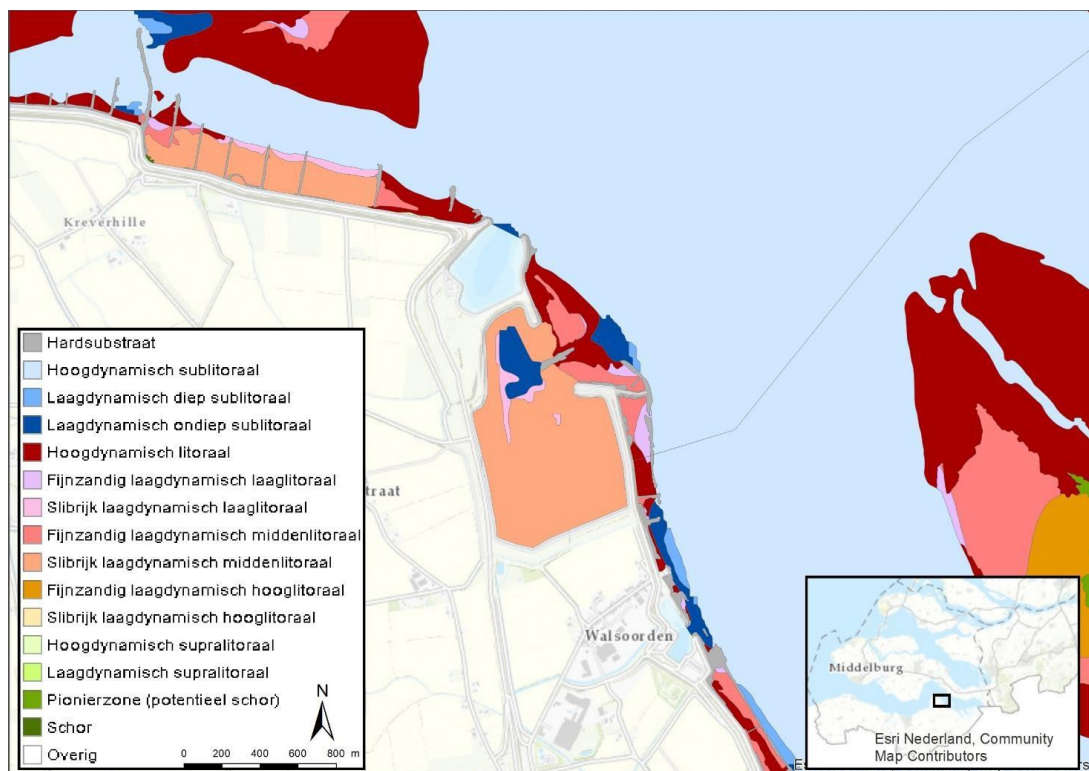
3.8 Perkpolder

De situatie bij Perkpolder voor de realisering (2015) is weergegeven in Figuur 74 en de situatie erna (2016) is weergegeven in Figuur 75. Duidelijk zichtbaar is het grote gebied met laagdynamisch slibrijk litoraal in de situatie na realisering. De poel levert laagdynamisch sublitoraal areaal. De analyse van de arealen levert een toename van het areaal slibrijk laagdynamisch laag-litoraal met 3 ha, een toename van 57 ha slibrijk laagdynamisch midden-litoraal en een toename van 5 ha laagdynamisch sublitoraal (Jentink 2017). In 2022 is een verdere toename aan areaal van

laagdynamisch slibrijk laaglitoraal te zien waarbij het laagdynamisch sublitoraal van de poel gedeeltelijk is vervangen (Figuur 76).



Figuur 74 Ecotopenkaart 2015 van de omgeving van Perkpolder (Rijkswaterstaat).



Figuur 75 Ecotopenkaart 2016 van de omgeving van Perkpolder (Rijkswaterstaat).



Figuur 76 Ecotopenkaart van 2022 van de omgeving van Perkpolder (Rijkswaterstaat).

In de laatste rapportage (Van de Lageweg et al. 2019) zijn er verschillende conclusies getrokken wat betreft vegetatie en sediment transport van de Perkpolder:

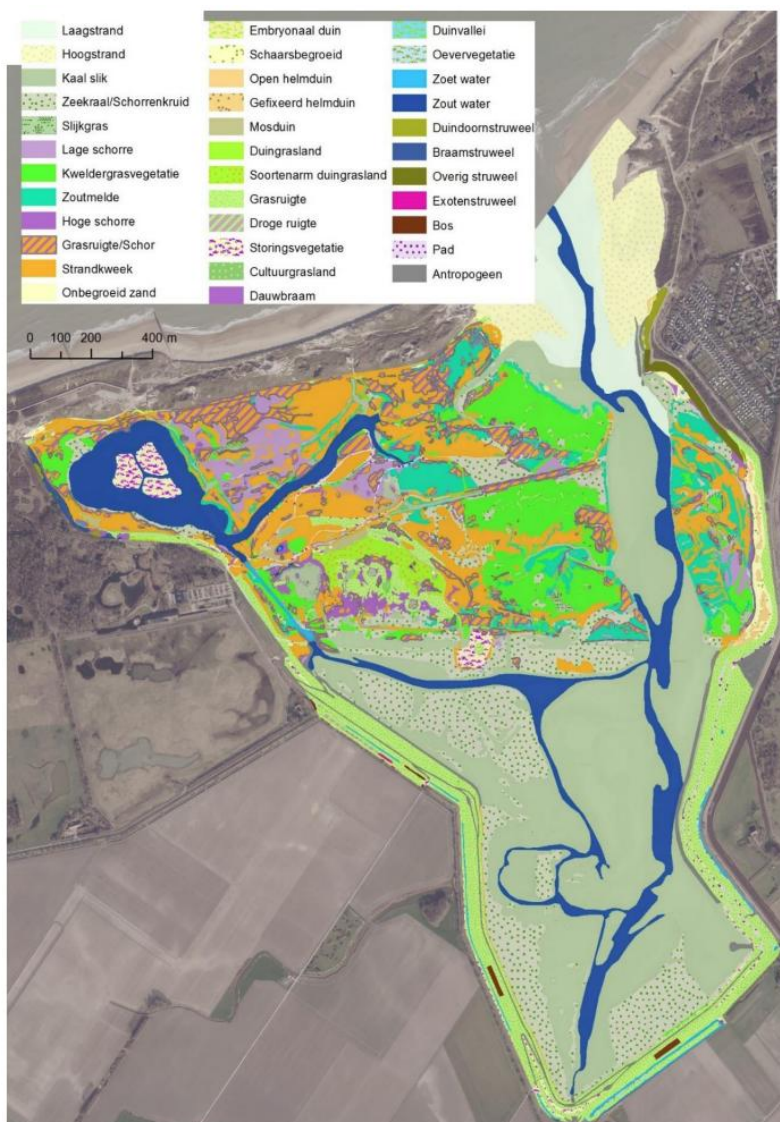
- Het gebied betreft goed gedraineerd en verdicht sediment wat perfect is voor overleving van zaden.
- Langzame sedimentatie in het gebied
- Alle zaailingen zijn kwetsbaar voor sedimentdynamiek, maar zijn toleranter voor accumulatie van sediment dan voor erosie
- Er is geen zaailing limitatie, er zijn genoeg zaailingen beschikbaar voor een toekomstige kwelder.
- Het ligt op ongeveer 1 meter onder de ideale hoogte voor nederzetting/ overleving van zaailingen.
- Ontwikkeling van de potentiële kwelder met langzame accumulatie van sediment, verhoogt de kans op het voorkomen van vegetatie.
- Ontwikkeling of groei van zaailingen is essentieel voor de ontwikkeling van de kwelder.
- Het vestigen van vegetatie is grootte en fase afhankelijk.
- Zowel sedimentdynamiek als de drainagekwaliteit hebben een effect op de eerdere levensfase van pionierssoorten.

3.9 Waterdunen

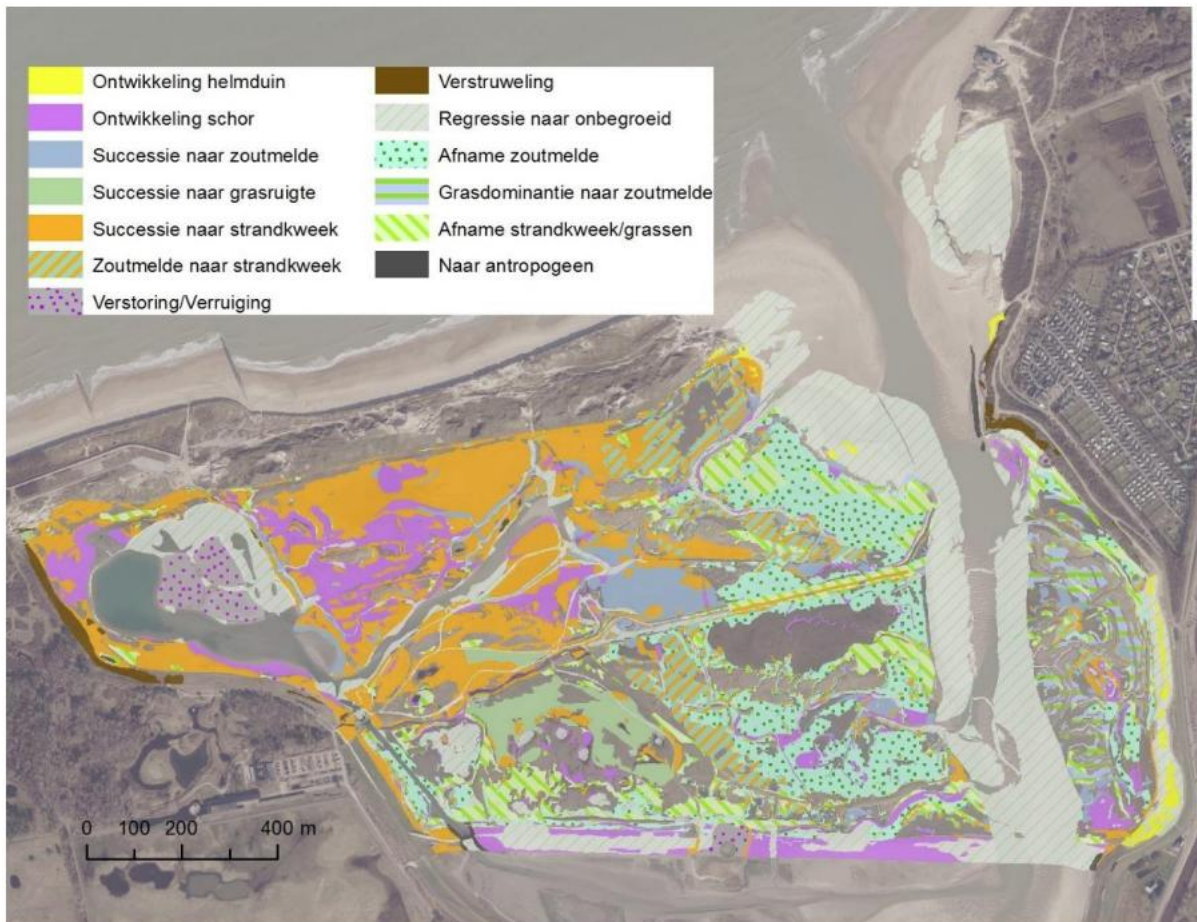
In 2024 is er een inventarisatie gedaan van de planten waaronder de doelsoorten SNL en Rode Lijstsoorten. Deze gegevens zijn op moment van schrijven nog niet volledig verwerkt en zullen in het rapport volgend jaar meegenomen worden.

3.10 Zwin

In de publiek beschikbare gegevens van de Westerschelde en monding (bodempligging en ecotopenkaart) is het projectgebied Zwin niet opgenomen. In 2023 is door het INBO wel een gedetailleerde vegetatiekartering uitgevoerd (Cosyns et al., 2024). Deze is weergegeven in Figuur 77. Voor het Oude Zwin is deze kartering vergeleken met die uit 2006 en zijn de belangrijkste veranderingen vastgelegd (Figuur 78). Het oppervlakte onbegroeid slik is tussen 2006 en 2023 ruim verdubbeld van 11 naar 25 ha, net als het oppervlakte kaal zand (14 naar 29 ha). Deze verandering heeft te maken met de grootschalige natuurherstelwerken in de periode 2013-2019. Mede hierdoor heeft zich ook zo'n 3 ha storingsvegetatie en ruigte ontwikkeld. Pioniervegetatie met zeekraal en klein schorrenkruid zijn juist in oppervlakte sterk gereduceerd (van 30 naar 12 ha). Het grootste deel van de pionierbegroeiing evolueert door successie naar een gesloten schorrenvegetatie of grasruigte. Er is wel sprake van nieuwvorming, door successie vanuit kaal slik of door regressie (bijvoorbeeld door erosie) vanuit een gesloten schorrenvegetatie.



Figuur 77 Vegetatiekaart van het grensoverschrijdende, uitgebreide Zwin (Cosyns et al., 2024).



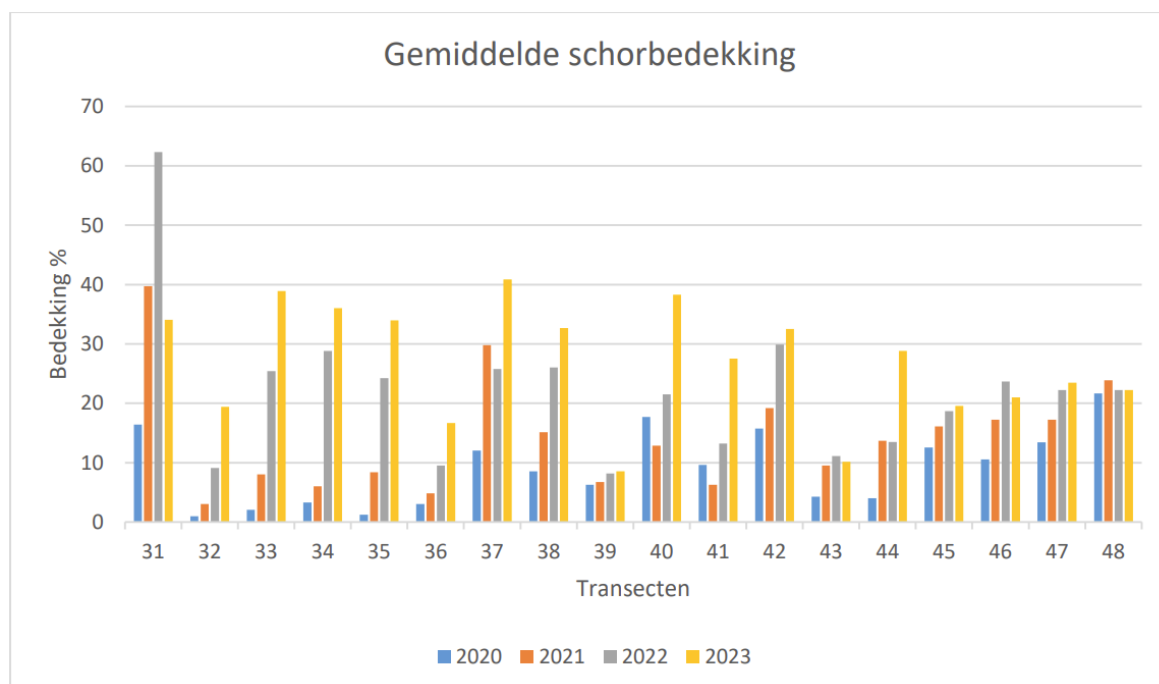
Figuur 78 Overzicht van de belangrijkste veranderingen in de vegetatie van het Oude Zwin tussen 2006 en 2023 (Cosyns et al., 2024).

De rapportage van (Cosyns et al., 2015, 2022) levert bruikbare informatie over de aanwezige zeldzame soorten en geeft inzicht in de gevolgen van verschillende beheermaatregelen (niets doen, begrazing met schapen en met runderen) en in de gevolgen van ingrepen.

De flora en vegetatie van het Zwin uitbreidingsgebied zijn in de zomers van 2020-2023 onderzocht door middel van 606 proefvlakken langs 18 transecten (Figuur 79) (Cosyns et al., 2024). Na de dijkdoorbraak is de zilte vegetatie goed ontwikkeld. In de zomer van 2020 was de helft van de onderzochte proefvlakken in meer of mindere mate begroeid. 1/5 van de proefvlakken was voor 20% of meer bedekt met schorplanten en 31% van de proefvlakken was nog maar schaars bedekt (1-5%). De gemiddelde bedekking van de begroeide proefvlakken bedroeg 11,9%. In de zomer van 2021 was 75% van de proefvlakken in meer of mindere mate begroeid. Ruim de helft van deze proefvlakken had een bedekking van minstens 20% en de gemiddelde bedekking van de begroeide proefvlakken was toegenomen tot 14,6%. In 2022 en 2023 nam de begroeiing nog steeds toe, met een gemiddelde bedekking van begroeide proefvlakken van 22% en 29% in 2022 en 2023, respectievelijk. Over de onderzoeksjaren zijn 19 plantensoorten genoteerd, waarvan zeekraal, gewoon kweldergras en klein schorrenkruid een kwart of meer van de proefvlakken bezetten (Tabel 5). Andere soorten, zoals zeeaster, Engels slijkgras en lamsoor waren schaars aanwezig. De vegetatieontwikkeling in de Zwinuitbreiding betreft bijna uitsluitend de ontwikkeling van habitatype 1310 en gebeurde voornamelijk op het Vlaamse deel van de Zwinuitbreiding (transecten 31-42) (Figuur 80). Door de sterke dynamiek (hoge stroomsnelheden) en lange overstromingsduur in het Nederlandse deel van het Zwin loopt de vegetatie ontwikkeling daar wat achter op de rest van het gebied. Ook op de zee-werende dijk is er nog verbetering mogelijk. De vegetatie hier heeft nu nog een sterk ruderaal kenmerk, maar de eerste doelsoorten zijn aangetroffen.



Figuur 79 Locaties van de 18 vegetatietransecten in de Zwinuitbreiding. 12 transecten liggen op Belgisch grondgebied (nr. 31-42), de overige liggen op Nederlands grondgebied (43-48). De lengte varieert tussen de 20 m en 100 m (Cosyns et al., 2024).



Figuur 80 De gemiddelde bedekking van begroeide proefvlakken (Y-as) per transect (X-as) over de periode 2020 t/m 2023.

Tabel 5 Overzicht van het aantal bezette proefvlakken op de schor van het uitgebreide Zwin door plantensoorten die in meer dan 1% van de proefvlakken aanwezig waren over het geheel van de jaren 2020-2023.

Nr	Soort (Wet. Naam)	(Ned. Naam)	Freq (som)	2280 (%)
1	Salicornia spp.	Zeekraal (spp.)	1375	60,3
2	Suaeda maritima	Klein schorrenkruid	786	34,5
3	Puccinellia maritima	Gewoon kweldergras	562	24,6
4	Aster tripolium	Zeeaster	113	5,0
5	Phragmites australis	Riet	42	1,8
6	Halimione portulacoides	Gewone zoutmelde	36	1,6
7	Atriplex prostrata	Spiesmelde	34	1,5
8	Bolboschoenus maritimus	Heen	23	1,0
	#Proefvlakken(PV)		2280	100

Naast monitoring van vegetatie in het Zwin uitbreidingsgebied, is dezelfde monitoring ook uitgevoerd op de Oude Zwinvlakte. Eén van de doelstellingen voor de Oude Zwinvlakte was het herstel van de schorvegetatie en het onderzoek toont aan dat dit in de periode 2021-2023 nog niet overal gelukt is. Op veel transecten van de Oude Zwinvlakte is er voorlopig nog een hoge bedekking van zeekweek (=strandkweek), alhoewel de stijgende trend wel een plafond lijkt te bereiken. De dominante aanwezigheid van deze soort correleert met de afname van andere schorsoorten die zich moeizamer handhaven. Op basis van de uitgevoerde maatregelen en monitoring is geconcludeerd dat een beheer van “nietsdoen” leidt tot een (ongewenste) dominantie van zeekweek. Begrazing remt de toename van zeekweek, terwijl een aanzienlijk deel van de schorrenplanten zich goed weet te handhaven of zelfs in bedekking toeneemt. Afgraven is een andere, drastischere maatregel waarmee het bestaande vegetatiedek compleet wordt verwijderd en de successie wordt teruggedraaid.

De meest opvallende positieve trend in het Oude Zwin is de sterke uitbreiding van kwelderzegge, zeerus, schorrenzoutgras en zeeweegbree rond de (oude) broedvogeleilanden en in het hele gebied ten oosten daarvan. Ook zilte zegge en Engels gras blijven stabiel of nemen lokaal toe in deze zone. In deze zone is sprake van een hydrologische stabilisatie, wat waarschijnlijk doorslaggevend is geweest voor de uitbreiding van deze soorten. Zones waar de getijdenwerking via de krekken de hydrologie sterk beïnvloedt, drogen wellicht periodiek te sterk uit voor deze soorten. Mogelijk heeft de hydrologische stabilisatie ook indirect een negatief effect op de uitbreiding van zeekweek waardoor de schorrensoorten meer kansen krijgen. Binnen de zone in kwestie is zeekweek in ieder geval relatief weinig dominant, maar dat heeft zeker ook met de geringere hoogteligging te maken (Cosyns et al., 2024).

Er zijn momenteel nog vier afzonderlijke onderzoeken bezig naar verschillende soorten die gebruik maken van de habitattypes in het Zwin. Dit betreffen de monitoring naar bijensoorten en het opstellen van beheermaatregelen, naar de herintroductie van de rugstreeppad, de boomkikker en tot slot naar vleermuissoorten. De onderzoeken lopen nog maar er zijn al wat resultaten beschikbaar ten opzichte van de T0 situatie vastgesteld in Cosyns et al. (2015).

Bijen

Voor de bijen is de t0 in 2016 afgerond. Er zijn 92 soorten wilde bijen aangetroffen in het Zwin. Hier zullen naar verwachting nog zo'n 20 soorten bijkomen na uitvoering van de natuurherstel werkzaamheden. In de periode 2021-2023 zijn er opnieuw waarnemingen van bijen gedaan aan de hand van 4 methodes. Deze waarnemingen werden gedaan zowel in het Oude Zwin als de Zwinuitbreiding. In het hele gebied werden 115 soorten waargenomen. 36 hiervan waren niet waargenomen in de periode 2010-2016, terwijl er 13 soorten van de T0 niet meer werden waargenomen in de periode 2021-2023. Van de lijst van 20 te verwachten soorten die in 2010-2016 werd opgesteld, werden er 12 soorten gevonden. Er kan worden geconcludeerd dat de bijenfauna niet of nauwelijks is beïnvloed door de Zwinuitbreiding.

Spinnen en loopkevers

Spinnen en loopkevers werden in 2014 (oude vlakte) en 2021 en 2023 (nieuwe vlakte) bemonsterd via bodemvallen. In totaal zijn er in 2014, 2021 én 2023 samen 47 Rode lijst soorten aangetroffen in het Uitgebreide Zwin. Van alle spinnensoorten die aangetroffen zijn, staan drie van de vijf talrijkste soorten op de Rode Lijst. Dit illustreert dat de onderzochte sites ecologische waardevolle ecotopen betreffen. De aanwezigheid van bijvoorbeeld hoge aantallen schorrenwolfspin indiceren een goede schor ontwikkeling op de locatie van natuurherstel. Ook van loopkevers waren er in 2014 hoge aantallen aanwezig van kenmerkende soorten van schorren. Het aantal gevangen exemplaren van

Rode Lijstsoorten op sommige locaties was hoog in 2014, 2021 en 2023, wat illustreert dat de onderzochte locaties (meestal schorren in herstel of ontwikkeling) een zeer specifiek milieu is, dat een specifieke zeldzame fauna herbergt.

Rugstreeppad

Van de rugstreeppad zijn in 2017 (4882 padjes), 2018 (4080) en 2019 (2391) individuen uitgezet in de Zwinduinen en -polders. Deze individuen waren afkomstig uit Westkust en opgekweekt in Knokke. In 2020 is een vijf jaar lang durend monitoringsonderzoek gestart. In 2020 en 2021 werd er maar een uiterst klein aantal adulte rugstreeppadden genoteerd. De conclusie van het monitoringsonderzoek was dat de eerste poging tot herintroductie niet succesvol is geweest. Er is besloten om in de periode 2024-2028 een nieuwe herintroductiepoging uit te voeren.

Boomkikker

Boomkikker lijkt gestaag uit een dal te klimmen. In 1990 waren er maximaal 200 roepende mannetjes waargenomen en in 2019 zijn er maximaal 2100 waargenomen waarvan er een grote concentratie in het Zwin was (Cosyns et al., 2022). De boomkikker blijft nieuwe aangelegde gebieden in snel tempo koloniseren, maar uit recente monitoring is geconcludeerd dat de totale populatie in het Zwin, binnenduin en uitbreidingsgebied stagneert (Cosyns et al., 2024)

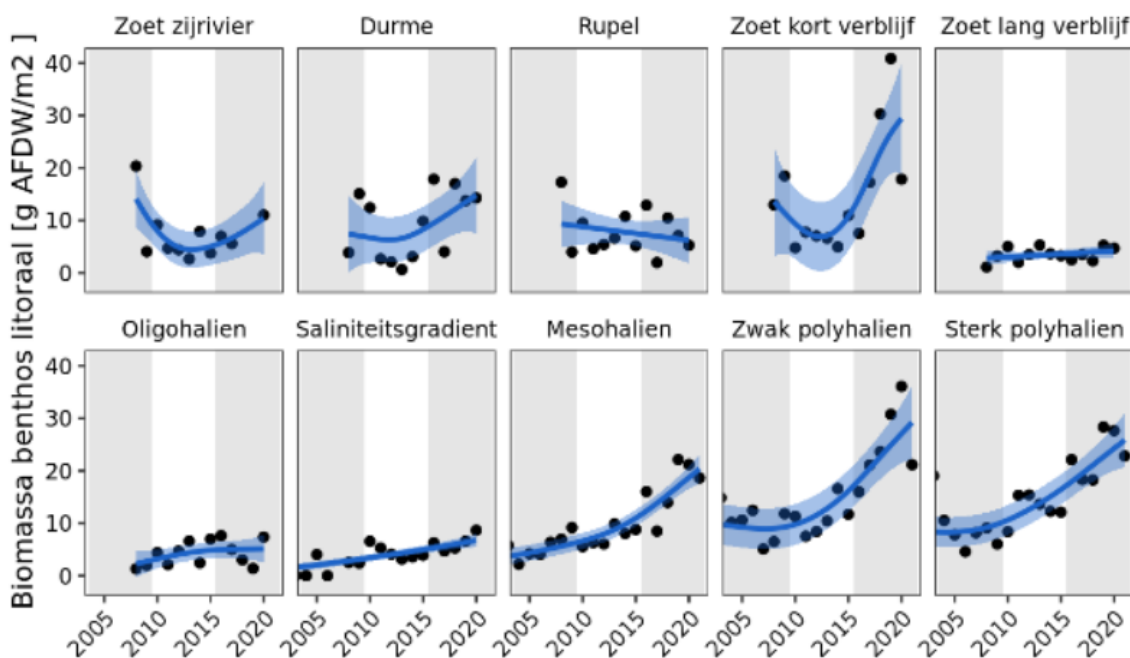
Vleermuizen

Lange termijn data reeksen zijn verzameld van alle ecosysteem componenten op drie punten, het Zwin, Oostende MO en de IJzermonding door gebruik te maken van innovatieve sensoren. De resultaten van voorjaar en najaar 2018 laten zien dat er een hogere vleermuis activiteit was in het Zwin en dat de *Myotis* en kleine dwergvleermuis waren waargenomen in het Zwin en niet in de IJzermonding. De monitoring van vleermuizen die gebruik van maken van het Zwin zal door blijven gaan.

4 Macrobenthos en hyperbenthos

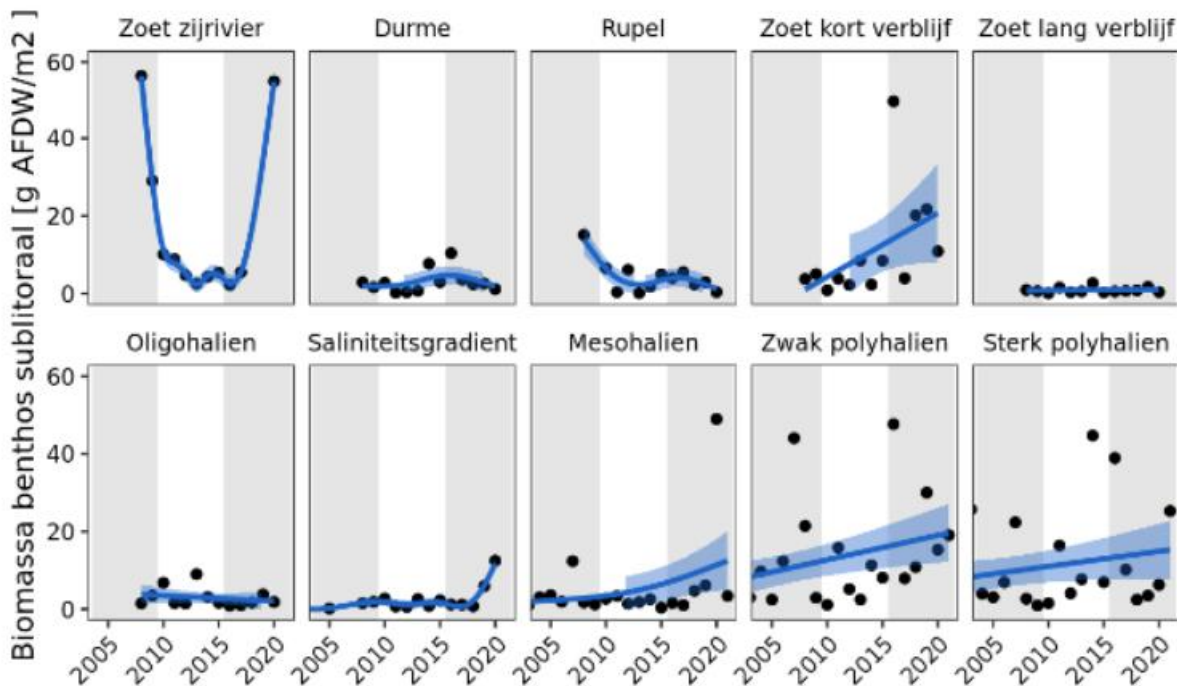
4.1 Trends in de Westerschelde

De totale biomassa van macrobenthos in de Westerschelde fluctueert van jaar tot jaar. Figuur 81 laat de gemiddelde biomassa per vierkante meter per jaar zien voor de tien zones in het Schelde-estuarium. Ten opzichte van de T2015 was er sprake van een lichte stijging in de gemiddelde litorale biomassa. In de vier zones met zoutinvloeden (saliniteitsgradiënt, mesohalien, zwak polyhalien en sterk polyhalien) zijn de biomassa's in het litoraal gestaag licht tot substantieel toegenomen. Dit komt met name door een sterke stijging tijdens de periode van de T2021 (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2023a).



Figuur 7 Ontwikkeling van de biomassa van het macrozoöbenthos (g asvrijdrooggewicht per m²) in het litoraal van de tien zones van het Schelde-estuarium. Punten geven de gemiddelde waarden weer. De blauwe lijn is een GAM smooth curve (k=10). De grijs-wit-grijs zonering geeft de tijdspannes van respectievelijk de T2009, T2015 en T2021 weer (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2023).

De trends in biomassa's in het litoraal zijn vergelijkbaar met die in het sublitoraal in dezelfde zones (Figuur 82). In de vier zones met zoutinvloeden was er sprake van een toename in de sublitorale biomassa's. In de zone Saliniteitsgradiënt was dit het gevolg van hoge biomassa's in 2019 en 2020, in de drie zones van de Westerschelde lijkt sprake van een langdurig stijgende trend maar varieert de biomassa per jaar aanzienlijk.



Figuur 82 Ontwikkeling van de gemiddelde biomassa van het macrozoöbenthos (g AFDW/m²) in het sublittoraal van de tien zones in het Schelde-estuarium. Punten geven de gemiddelde waarden weer. De blauwe lijn is een GAM smooth curve (k=10). De grijs-wit-grijs zonering geeft de tijdspannes van respectievelijk de T2009, T2015 en T2021 weer (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2023a).

4.2 Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder

In mei en september 2023 is door Wageningen Marine Research (WMR) in de Prosperpolder op 40 locaties de benthos onderzocht (Figuur 16). Waar in mei nog maar 4 soorten waren waargenomen is dit in september opgelopen naar 15 soorten:

Mei 2023: zijn 4 soorten waargenomen inclusief Naididae.

- Dominant aanwezig: wadkreeftje (*Corophium volutator*), glad slikwormpje (*Paranais litoralis*) en langstaartkustworm (*Tubificoides heterochaetus*)
- Maximaal 47 ind./soorten/replica.

September 2023: 15 soorten inclusief Enchytraeidae en Naididae.

- Dominant aanwezig: wadkreeftje, glad slikwormpje en de veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*).
- Maximaal 73 ind./soorten/replica.

Korrelgrootte analyses laten zien dat grover substraat een hogere biodiversiteit heeft en een lagere hoeveelheid dominante soorten. In 2024 zijn op dezelfde locaties opnieuw monsters genomen voor benthos en sedimenteigenschappen. Benthos resultaten van 2023 en 2024 worden in 2025 met elkaar vergeleken.

4.3 Knuitershoek

4.3.1 Zachsubstraat

Het macrobenthos zal reageren op de fysische en morfologische karakteristieken in het gebied. Deze veranderingen worden gemonitord door in beide projectgebieden het macrobenthos in kaart te brengen. Dit gebeurt door het nemen van 3 samples per meetpunt met een steekbuis. De steekbuis is gepoold, 10 cm Ø, en wordt 10 – 35 cm in de bodem gestoken. Samples worden gezeefd over een 1 mm zeef (Wiesenborn et al. 2019).

Door Wageningen Marine Research (WMR) zijn er macrofauna bemonsteringen uitgevoerd vóór de aanleg van de strekdammen bij Knuitershoek en Baalhoek, in 2016, en na de aanleg in de periode 2017 t/m 2022. Bij Knuitershoek zijn er op 22 locaties bemonsteringen uitgevoerd (Figuur 83). Locatie KH5 is niet bemonsterd in de periode 2017 t/m 2020 door de aanwezigheid van oesterriffen, de snelle opslibbing en het water dat tussen de aangelegde strekdammen is blijven staan. Ditzelfde geldt voor KH9B in 2019 en 2020. De resultaten van de bemonsteringen van 2017 t/m 2022 zijn inmiddels bekend (Wiesenborn et al. 2019) en worden in dit rapport besproken. Voor 2025 en 2028 staan er nieuwe benthos-bemonsteringen gepland. Deze zullen plaatsvinden op dezelfde locaties als in de voorgaande jaren.

Naast de macrofauna bemonstering zijn er bij de stations ook monsters genomen voor het bepalen van bodemgewicht per bodem volume, organische stof (POC), korrelgrootte van het sediment en chlorofyl-a. Er een analyse uitgevoerd tussen abiotische parameters en het voorkomen van bodemdieren. De eerste conclusies hiervan zijn samengevat in paragraaf 2.3.3. Uitgebreide data en analyses over de koppeling van bodemsamenstelling en abiotische factoren in Knuitershoek is nog niet gepubliceerd. In maart 2018 is gestart met het in kaart brengen van de oesterriffen in het gebied om het effect van opslibbing op dit habitat te kwantificeren (Wallis, 2018).

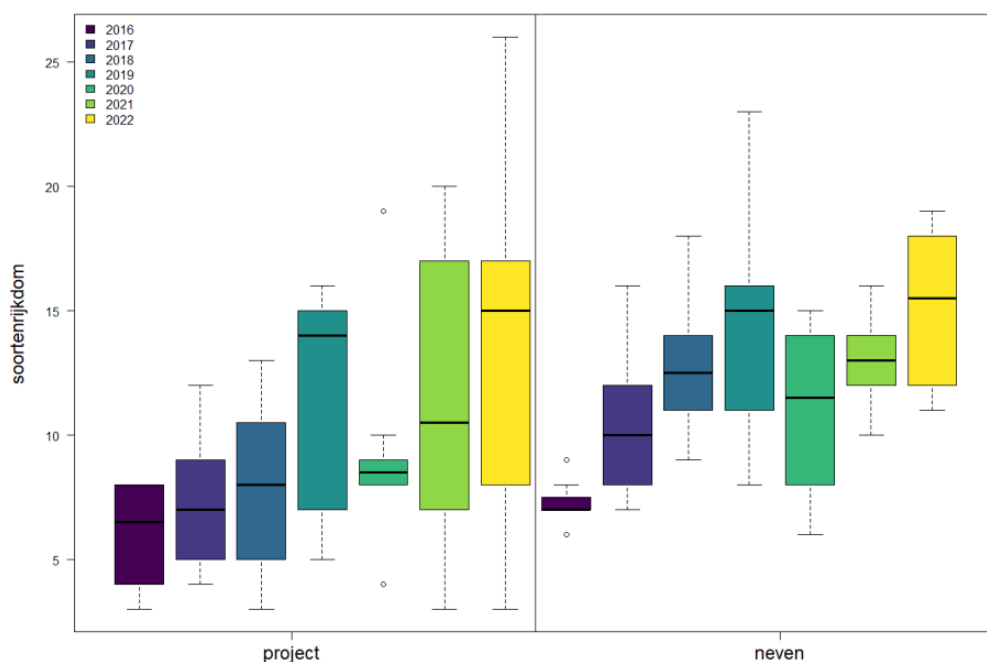


Figuur 83 Bemonsterpunten macrofauna, chlorofyl-a en sediment samenstelling op Knuitershoek (Wiesenborn et al. 2019).

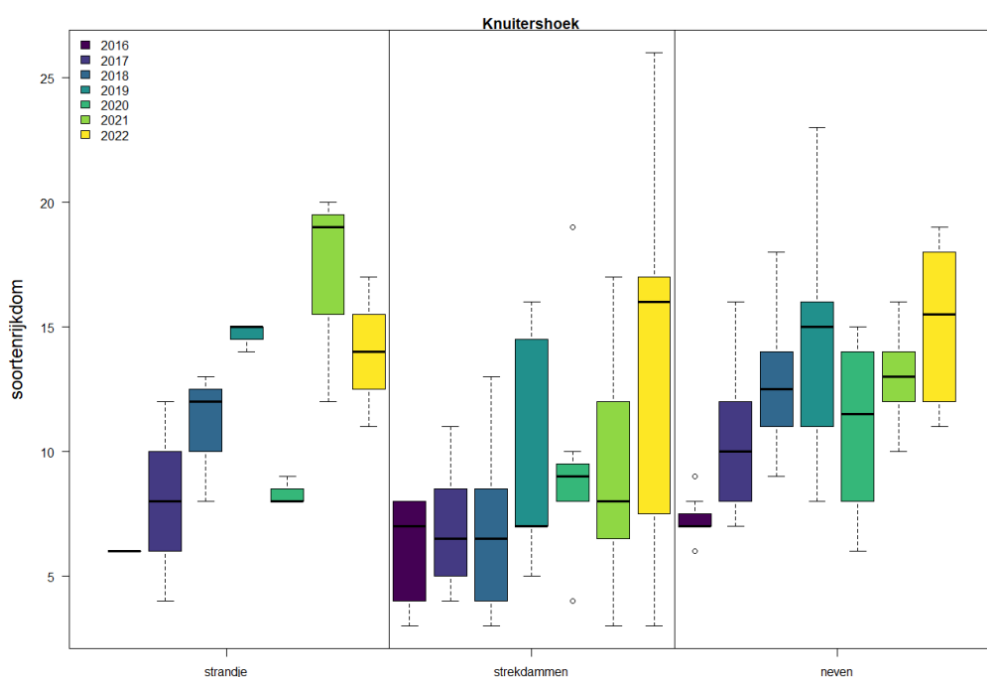
Figuur 84 geeft de soortenrijkdom aan in de periode van 2016 t/m 2022. In zowel het projectgebied als het nevengebied is de soortenrijkdom sinds de aanleg van de strekdammen geleidelijk toegenomen. Er was een significant verschil in het gemiddelde aantal taxa tussen het neven- en projectgebied, waarbij in het nevengebied meer soorten werden aangetroffen van 2016 tot 2019, dan in het projectgebied. In 2022 zijn er juist meer soorten aangetroffen in het projectgebied. In het nevengebied is in 2019 het hoogste aantal soorten waargenomen (35) en in het projectgebied in 2022 (46) (Van der Werf et al., 2022). Na een toename in soortantallen tot en met 2019, is in 2020 het aantal soorten afgenomen in beide gebieden, waarna het aantal soorten de afgelopen 2 jaar juist in beide gebied weer is toegenomen. De soortenrijkdom van het projectgebied, tussen de strekdammen en het strandje, en het nevengebied is weergegeven in Figuur 85. Binnen het projectgebied was er geen verschil in ontwikkeling van soortenrijkdom tussen het gebied ten noorden van het wandelpad (het strandje) en het gebied tussen de strekdammen.

Voor zowel het projectgebied als het nevengebied geldt ook dat de totale dichtheden van 2016 tot 2019 toenamen. Net als bij de soortenrijkdom was er een daling in 2020, waarna in 2021 en 2022 de dichtheden weer toenamen. De meest voorkomende soorten in het projectgebied in 2022 zijn de rode draadworm (*Heteromastus filiformis*) (100% van de locaties), de zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*) (90%), de slijkgaper (*Scrobicularia plana*) (80%), de

borstelworm (*Aphelocheata*) (80%) en het nonnetje (*Limecola balthica*) (70%) (tabel 7). De zes meest voorkomende soorten in het nevengebiet zijn de rode draadworm (*Heteromastus filiformis*) (100%), de borstelworm (*Polydora cornuta*) (100%) de zandpijp (*Pygospio elegans*) (90%), de slijkgaper (*Scrobicularia plana*) (90%). Er zijn vijf soorten die op 80% van de nevenlocaties voorkomen: de zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*), het nonnetje (*Limecola balthica*), de lijnpissebed (*Cyathura carinata*), de borstelworm (*Polydora cornuta*) en de wadpier (*Arenicola marina*) (Tabel 6).



Figuur 84 Soortenrijkdom per jaar binnen het project- en nevengebiet van Knuitsershoek (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 85 Soortenrijkdom per jaar binnen het project- even nevengebiet van Knuitsershoek waarbij onderscheidt is gemaakt in het gebied tussen de strekdammen en het gebied ten noorden van het wandelpad (het strandje) (Van der Werf et al., 2022).

Tabel 6 Soortenrijkdom Knuutershoek in het neven- en project gebied, 2016 t/m 2022 (Van der Werf et al., 2022)

Knuutershoek	Voorkomen (%)													
	Nevengebied							Projectgebied						
Soort/Taxa	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Heteromastus filiformis</i>	100	90	100	100	90	100	100	100	91	100	100	100	100	100
<i>Hediste diversicolor</i>	100	60	80	70	60	90	80	50	64	64	70	60	80	90
<i>Aphelochaeta</i>	100	90	100	100	60	100	100	100	100	82	100	70	70	80
<i>Scrobicularia plana</i>		40	90	80	90	80	90		45	82	90	80	90	80
<i>Macoma balthica</i>	100	90	100	40	60	70	80	83	64	73	50	60	90	70
<i>Cyathura carinata</i>	100	60	70	80	80	80	80	33	9	18	30	30	50	60
<i>Oligochaeta</i>			30	10		20	30		27	45	20	40	50	60
<i>Polydora cornuta</i>		50	70	90	80	60	80			27	20	40	20	60
<i>Pygospio elegans</i>	86	100	100	100	100	100	90	100	36	55	30	40	50	60
<i>Ruditapes</i>			20	50	10		60			9	70			60
<i>Arenicola marina</i>	29	10	30			100	80			18	20	10	60	50
<i>Potamocorbula amurensis</i>				10	20	20	50				10	30	30	50
<i>Streblospio benedicti</i>		40	60	70	30	60	60		27	55	60	20	40	50
<i>Hypereteone foliosa</i>		10	10	20	10	10	40		18	9	20		30	40
<i>Peringia ulvae</i>			60	40	50	30	70			18	20	10	20	40
<i>Alitta succinea</i>		40	10	20	10		50				10	40	20	30
<i>Crangon crangon</i>	100	80	40	60	70	80	60	67	73	9	50	30	50	30
<i>Corophium arenarium</i>		20		10	10	10	10					10	20	20
<i>Grandidierella japonica</i>						20	70							20
<i>Melita palmata</i>									18		10	10	10	20
<i>Nephtys hombergii</i>		30				40	20		18	9	20	20	20	20
<i>Nereidinae</i>		50	80	80	30	30	40		36	55	30	20	40	20
<i>Actinaria</i>				10										10
<i>Amphibalanus improvisus</i>												10		10
<i>Austrominius modestus</i>											10	10	10	10
<i>Balanus crenatus</i>												10		10
<i>Carcinus maenas</i>				20	20	20	40				10	20	10	10
<i>Crepidula fornicata</i>														10
<i>Ensis</i>		10	10	10	10	40					10		20	10
<i>Ensis leei</i>														10
<i>Eteone longa</i>							10						10	10
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>														10
<i>Harmothoe impar</i>														10
<i>Hemigrapsus</i>			20											10
<i>Hemigrapsus takanoi</i>												10		10
<i>Kurtiella bidentata</i>		20		10		10	10		9	9	10	10	20	10
<i>Magallana gigas</i>										9		10	10	10
<i>Molgula</i>														10
<i>Monocorophium insidiosum</i>												10		10
<i>Mulina lateralis</i>			20	40	50		10				50	20		10
<i>Mya arenaria</i>			10	10		20			9	9			10	10
<i>Nemertea</i>		10											10	10
<i>Neoamphitrite figulus</i>												20		10
<i>Palaemonidae</i>											10		10	10
<i>Phyllodoce mucosa</i>		10				10	20		9					10
<i>Serpula</i>														10

Knuutershoek					Voorkomen (%)										
					Nevengebied			Projectgebied							
Soort/Taxa	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Spionidae					10		10							10	
<i>Abra tenuis</i>															
Amphipoda															
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>															
Aoridae												10			
Balanus													10		
<i>Bathyporeia pilosa</i>									18						
<i>Bathyporeia sarsi</i>															
Bivalvia				30	10	20			27		50		20		
Brachyura															
Capitella						10						20			
<i>Capitella capitata</i>			10						9						
<i>Cerastoderma edule</i>		60	60	80	80	80	60		9		60		10		
Chironomidae															
Cirripedia												10			
<i>Corophium*</i>													10		
<i>Corophium volutator</i>			20		10			50		9	20				
Crustacea											10				
<i>Cumopsis goodsir</i>															
Eteone		30	40	30	10	10				9	20		20		
<i>Eteone flava</i>					10										
<i>Eurydice pulchra</i>															
Gammarus															
<i>Gastrosaccus spinifer</i>											10				
<i>Glycera tridactyla</i>	14			30	10		10								
<i>Haustorius arenarius</i>															
Hydrozoa				10	10						10				
Insecta															
<i>Jassa</i>						20									
<i>Jassa marmorata</i>															
<i>Lanice conchilega</i>		30					10								
<i>Lekanesphaera rugicauda</i>															
Liocarcinus				10											
Marenzelleria															
<i>Marenzelleria viridis</i>															
Melita													10		
<i>Microdeutopus</i>															
Mollusca															
Mytilicola**															
<i>Mytilus edulis</i>												20	10		
<i>Neoamphitrite</i>													10		
<i>Nephtys cirrosa</i>					10										
<i>Ophiothrix fragilis</i>															
Ophiuroidea				10									10		
Ostrea												10			
Ostreidae										9					
<i>Palaemon elegans</i>											20				
<i>Polydora</i>													10		
<i>Pomatoschistus minutus</i>										9					
<i>Psamathe fusca</i>															
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>				20											
Saccoglossus				10											

Knuitershoek	Voorkomen (%)													
	Nevengebied							Projectgebied						
Soort/Taxa	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Schistomysis														
<i>Scoloplos armiger</i>		20		10	20	10	10	17						
<i>Spio martinensis</i>		10	10	10										
<i>Streblospio</i>													10	
<i>Sycon ciliatum</i>											10			
Terebellidae						10								
Venerupis				10							10			
Aantal diersoort	9	24	25	35	29	30	30	8	20	23	35	33	40	46
	7.3	10.6	12.5	14.1	11.2	13.3	15.3	6	7.2	7.9	11.5	9.2	11.6	13.6
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Soortenrijkdom	0.95	2.99	2.55	4.51	3.01	1.83	2.83	2.81	2.82	3.59	4.38	3.79	5.89	6.59

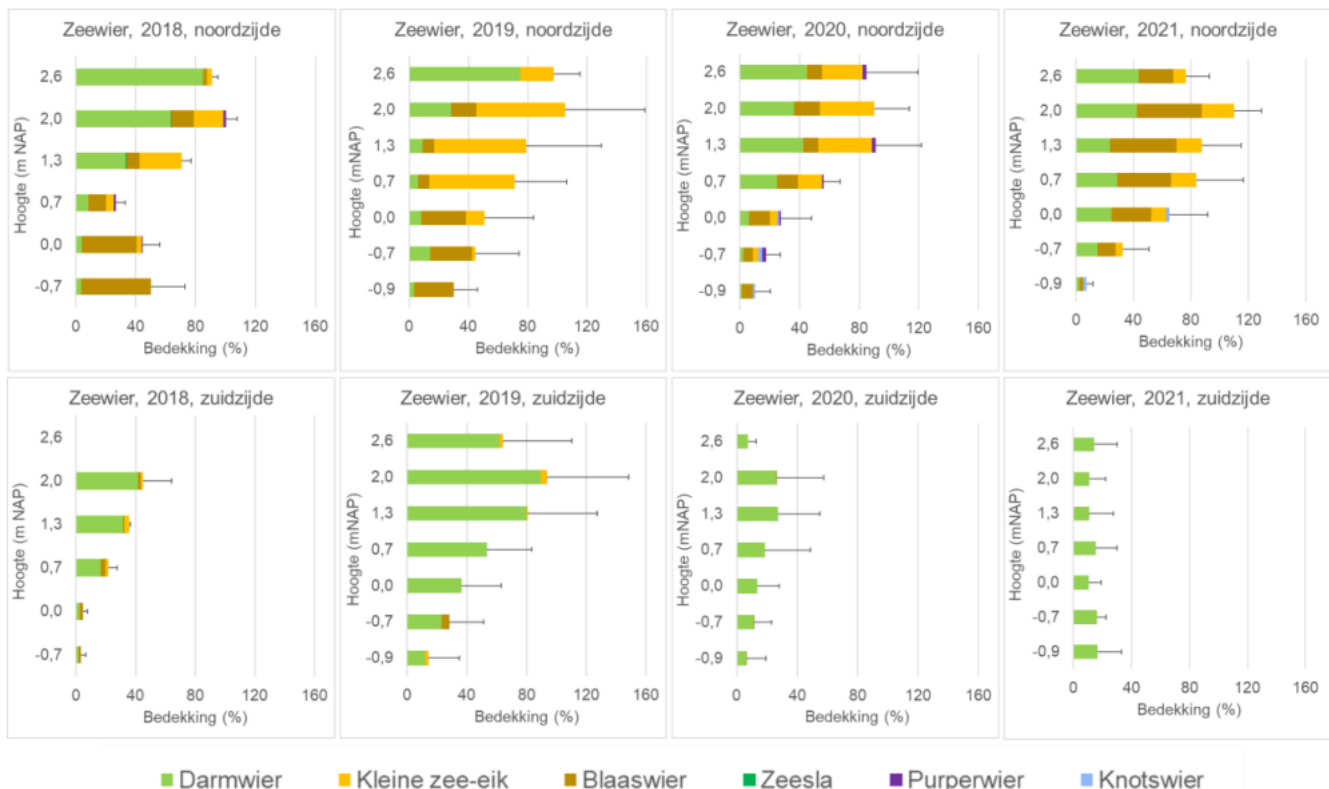
* Deze 'soort' behoort ofwel tot *Corophium arenarium* of tot *Corophium volutator* en is daarom niet meegenomen in het optellen van het aantal soorten

** *Mytilicola* is een parasiet die zich normaal gesproken in oesters en/of andere tweekleppigen bevindt. Hij is alleen gevonden bij Baalhoek in 2022 en is ook niet bij het aantal soorten geteld.

4.3.2 Hardsubstraat

In de zomer van 2017 is de ecologie op de vijf nieuw aangelegde/opgehoogde strekdammen voor het eerst geïnventarieerd met als doel om de ecologische meerwaarde van de strekdammen te kwantificeren. Tussen 2018 en 2021 is deze inventarisatie jaarlijks herhaald (Van der Werf et al., 2022).

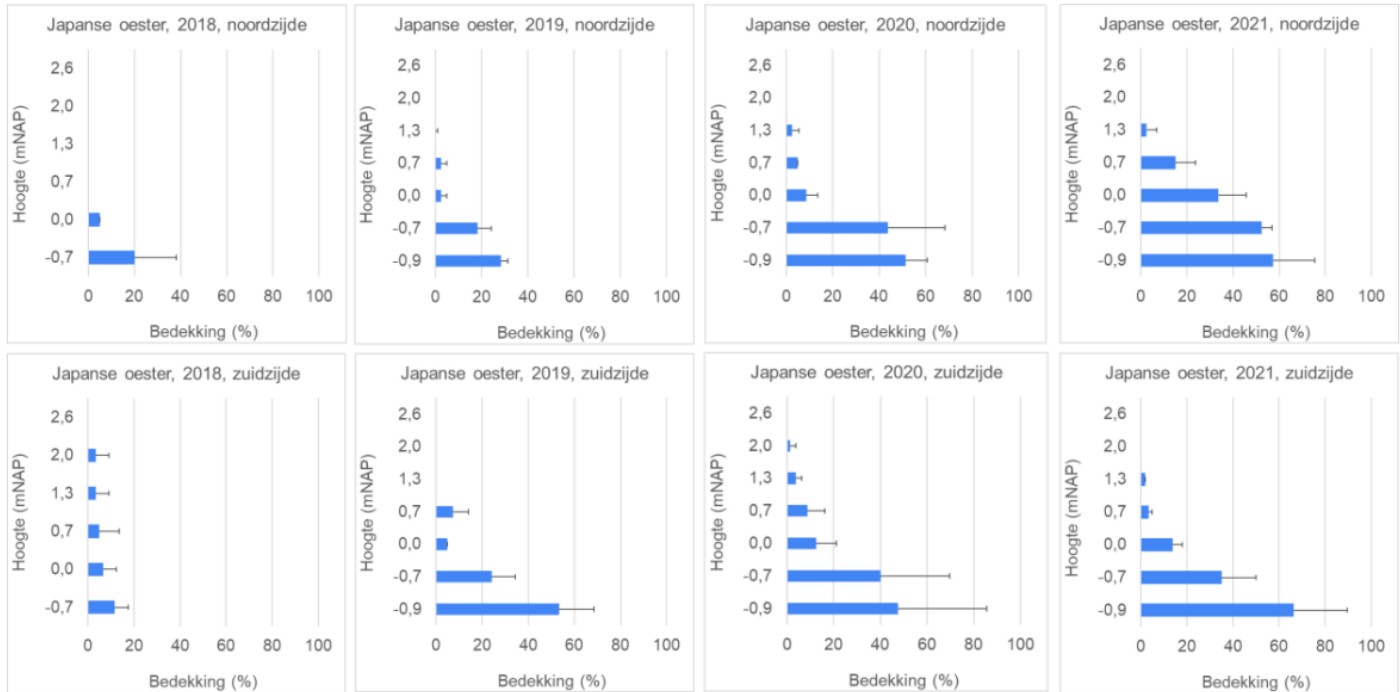
De wierbedekking op drie strekdammen bij Knuitershoek is gemeten. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen metingen op de verhoogde delen van de strekdam (de hoogwatervluchtplaatsen) en de lage delen van de strekdam (onder de hoogwaterlijn). De noordzijde van de hoogwatervluchtplaatsen (HVP) had de hoogste wierbedekking (+80% in 2021) en werd in 2021 gedomineerd door drie wiersoorten: darmwier, kleine zee-eik en blaaswier (Van der Werf et al., 2022). De wierbedekking was het hoogst op het gedeelte van de HVP dat tussen +0.7 en +2.6 m NAP ligt. De begroeiing van de zuidzijde van de hoogwatervluchtplaatsen toonde een lager bedekkingspercentage en bestond alleen uit darmwier. Dit houdt hoogstwaarschijnlijk verband met de grote kans op uitdroging op de droogvallende delen van de op het zuiden gerichte zijden van de strekdammen. Tussen 2019 en 2020 is er ook sprake geweest van een afname in wierbedekking, van circa 80% in 2019 naar maximaal 30% in 2020. In 2021 was dit zelfs maximaal 20%. Op de lageregelegen delen van de strekdammen was de wierbegroeiing in het algemeen erg laag (<5% in 2021) en bestond het alleen uit darmwier (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 86 Bedekkingspercentages van de verschillende wiersgroepen op de noord- en zuidzijde van de hoogwatervluchtplaatsen van de zuidelijke en middelste dam en op de noordelijke strekdam bij Knuitershoek in het najaar van 2018, 2019, 2020 en 2021 (Van der Werf et al., 2022).

Er werden zowel op de noord- als de zuidzijde voor de harde substraten karakteristieke ongewervelde diergroepen waargenomen, zoals zeepokken, alikruiken, krabben en Japanse oesters. Deze groepen werden voornamelijk op de

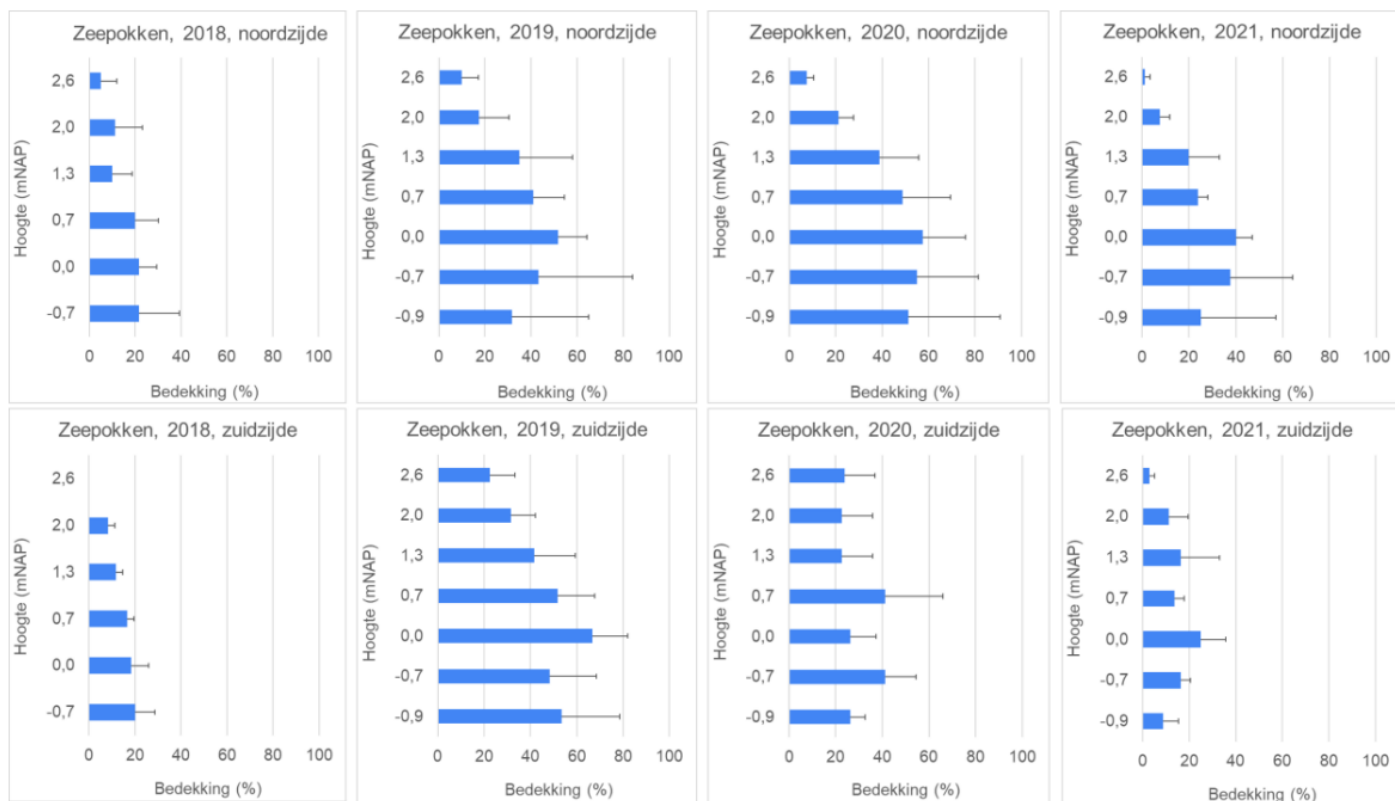
lagere delen aangetroffen. Tussen 2018 en 2021 lijkt er sprake te zijn van een toename van de oesterbedekking aan beide zijden van de strekdammen (Figuur 87).



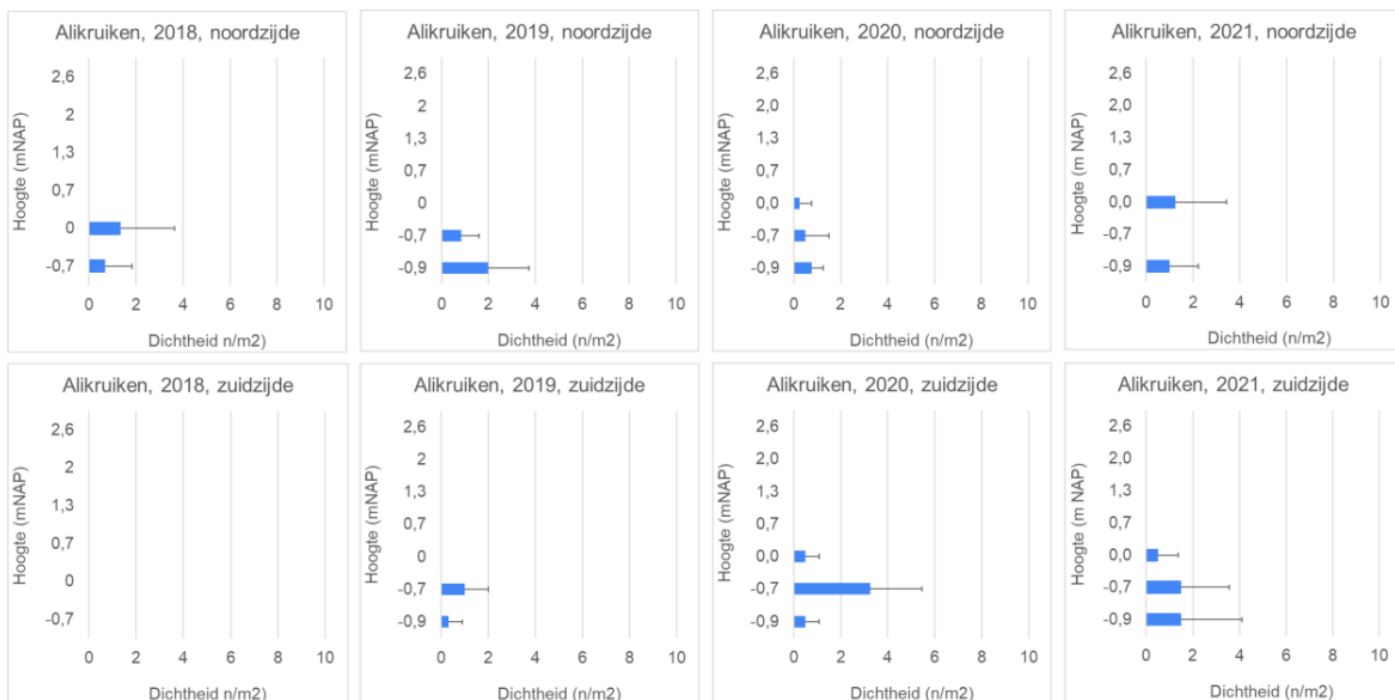
Figuur 87 Bedekkingspercentages van de Japanse oester op de noord- en zuidzijde van de HVP's van de zuidelijke en middelste dam en van de noordelijke strekdam bij Knuitershoek in het najaar van 2018, 2019, 2020 en 2021 (Van der Werf et al., 2022).

Figuur 88 geeft het bedekkingspercentage aan van zeepokken op de noordelijke strekdam bij Knuitershoek in het najaar van 2018 t/m 2021. Er was een toename van de bedekking van zeepokken te zien zowel aan de noord- als zuidzijde van de strekdammen in 2018 en 2019. In 2020, aan de zuidzijde van de dam, is er een lagere bedekking van zeepokken waargenomen ten opzichte van 2019, deze trend heeft zich doorgezet in 2021. De zeepokkenpopulatie werd gedomineerd door de gewone zeepok en de Nieuw-Zeelandse zeepok was slechts in lage getale aanwezig (Van der Werf et al., 2022).

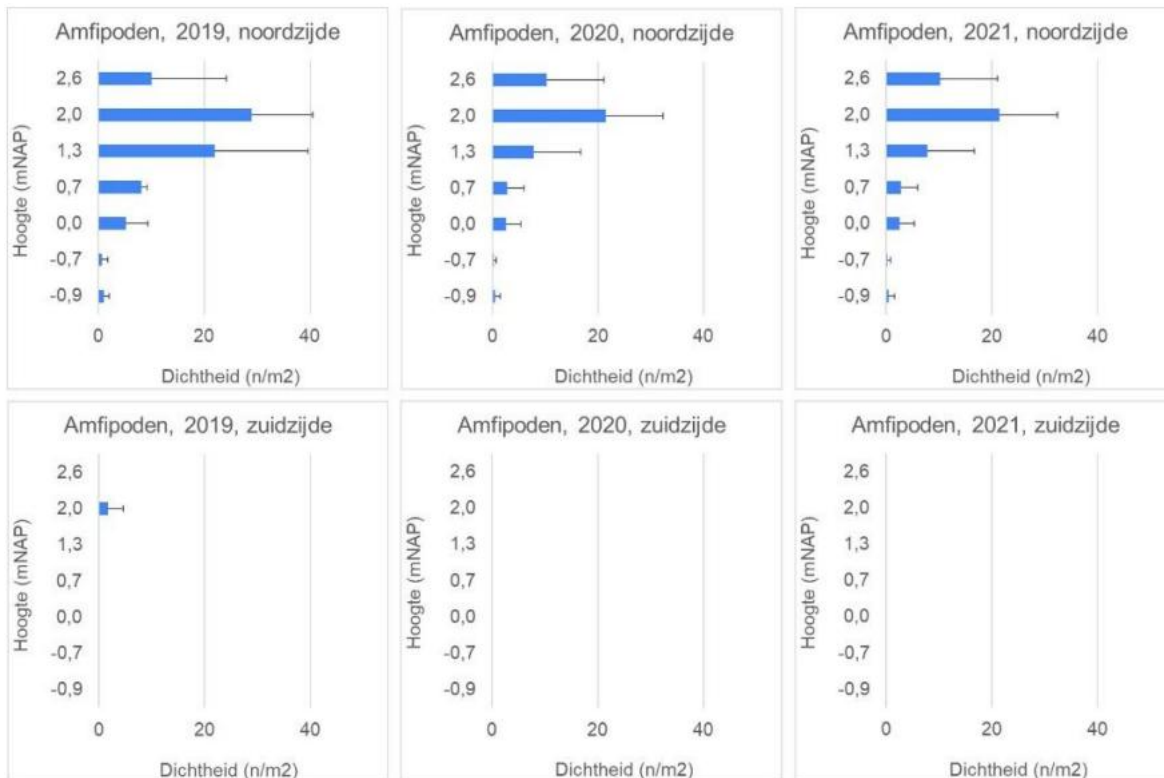
De alikruiken, te zien in Figuur 89, kwamen over de jaren in lage getale voor. In 2018 enkel aan de noordzijde. In 2020 kwam de alikruik voornamelijk aan de zuidzijde voor. De amfipoden, afwezig in het najaar van 2018, maakten een sterke groei in dichtheid in 2019 op de noordzijde van de dammen. Tevens waren in 2020 en 2021 amfipoden aanwezig op de hogere delen aan de noordzijde van de dam (Figuur 90).



Figuur 88 Bedekkingspercentages van zeepokken op de noord- en zuidzijde van de HVP's van de zuidelijke en middelste dam en op de noordelijke strekdam bij Knuitershoek in het najaar van 2018, 2019, 2020 en 2021, de foutbalken geven de standaarddeviatie weer tussen de verschillende strekdammen (n=3) (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 89 De dichtheid van alikruiken op de noord- en zuidzijde van de HVP's van de zuidelijke en middelste dam en op de noordelijke strekdam bij Knuitershoek in het najaar van 2018, 2019, 2020 en 2021, de foutbalken geven de standaarddeviatie weer tussen de verschillende strekdammen (n=3) (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 90 De dichtheid van amfipoden op de noord- en zuidzijde van de HVP's van de zuidelijke en middelste dam en op de noordelijke strekdam bij Knuitershoek in het najaar van 2019, 2020 en 2021. In 2018 werd deze diergroep niet waargenomen, de foutbalken geven de standaarddeviatie weer tussen de verschillende strekdammen ($n=3$) (Van der Werf et al., 2022).

4.3.3 Toetsing

Intactness index/Biomassa

Tot en met 2019 was het soortenaantal lager in het projectgebied, maar juist in 2021 en 2022 was het soortenaantal in het projectgebied groter dan in het referentiegebied. In zowel project- als nevengebied was de soortenrijkdom in de periode 2017-2020 hoger dan in 2016. Soortenrijkdom (gemiddeld aantal soorten per meetlocatie) is sinds de start van de metingen in het nevengebied altijd hoger geweest dan in het projectgebied.

Na aanleg van de strekdammen was de biomassa hoger in het nevengebied maar de laatste jaren was de biomassa in het projectgebied hoger. Dit komt met name door de aanwezigheid van de Japanse oester. Deze werd op maar 10% van de meetlocaties in het project gebied gevonden, maar had wel de hoogste biomassa in heel het projectgebied. In het nevengebied was de Japanse oester niet aangetroffen.

De dichtheid van individuen was sinds 2019 variabel waarbij jaren met hoge en lage dichtheden elkaar opvolgen in zowel het projectgebied als het nevengebied. Na een toename in dichtheid in 2019 is de dichtheid in 2020 weer afgenomen. In 2021 en 2022 was er een hogere variatie in dichtheid tussen de meetlocaties. Dit patroon is vergelijkbaar tussen het project- en nevengebied.

Sleutelsoorten

Kokkels zijn sinds een voorkomen van 60% van de meetlocaties in 2019 niet tot nauwelijks meer waargenomen in het projectgebied. Dit staat in sterk contrast met het nevengebied, waar sinds 2019 het aantal monsters waar kokkels in is aangetroffen stabiel is gebleven. Ondanks de ook lagere dichtheid (127 ± 176 in 2022 t.o.v. 581 ± 664 in 2019) was in 2022 de biomassa van kokkels wel hoger dan in 2019 (8.69 ± 12.08 in 2022 t.o.v. 4.26 ± 6.24 in 2019) in het nevengebied.

Mossels (*Mytilus edulis*) zijn alleen in 2020 (20%) en in 2021 (10%) in het projectgebied waargenomen in Knuitershoek.

Zowel Annelida als Mollusca zijn aangetroffen in Knuitershoek. In het projectgebied van Knuitershoek bestond de totale biomassa voornamelijk uit Annelida (met name de borstelworm *Heteromastus filiformis*) in tegenstelling tot het referentie gebied waar de biomassa voornamelijk uit Mollusca bestaat. Echter is de soortengemeenschap in het projectgebied de laatste jaren ook veranderd naar een gemeenschap met meer schelpdieren in plaats van wormen, met vaak ook een hogere biomassa. Op basis van de variaties in soortengemeenschap en dichtheden valt te stellen dat het gebied nog geen evenwicht heeft bereikt, maar dat kwaliteit van het intergetijdengebied als leefomgeving wel toeneemt.

Exoten

Uit de rapportage blijkt dat er exoten aangetroffen zijn in de Knuitershoek zoals *Streblospio benedicti*, *Mya arenaria*, *Magallana gigas*, *Hemigrapsus* sp en *Crassostrea gigas*. Deze exoten komen wijdverspreid voor in de Westerschelde en zijn te verwachten in een laagdynamisch litoraal gebied. Een opvallende nieuwkomer in de Nederlandse kustwateren (2019), is de tweekleppige *Mulinia lateralis*. Deze soort is tussen het kokkelbroed aangetroffen in 2018 en 2019.

4.4 Baalhoek

4.4.1 Zachtsubstraat

Het macrobenthos zal reageren op de fysische en morfologische karakteristieken in het gebied. Deze veranderingen worden gemonitord door in beide projectgebieden het macrobenthos in kaart te brengen. Dit gebeurt door het nemen van 3 samples per meetpunt met een steekbuis. De steekbuis is gepoold, 10 cm Ø, en wordt 10 – 35 cm in de bodem gestoken. Samples worden gezeefd over een 1 mm zeef (Wiesenborn et al. 2019).

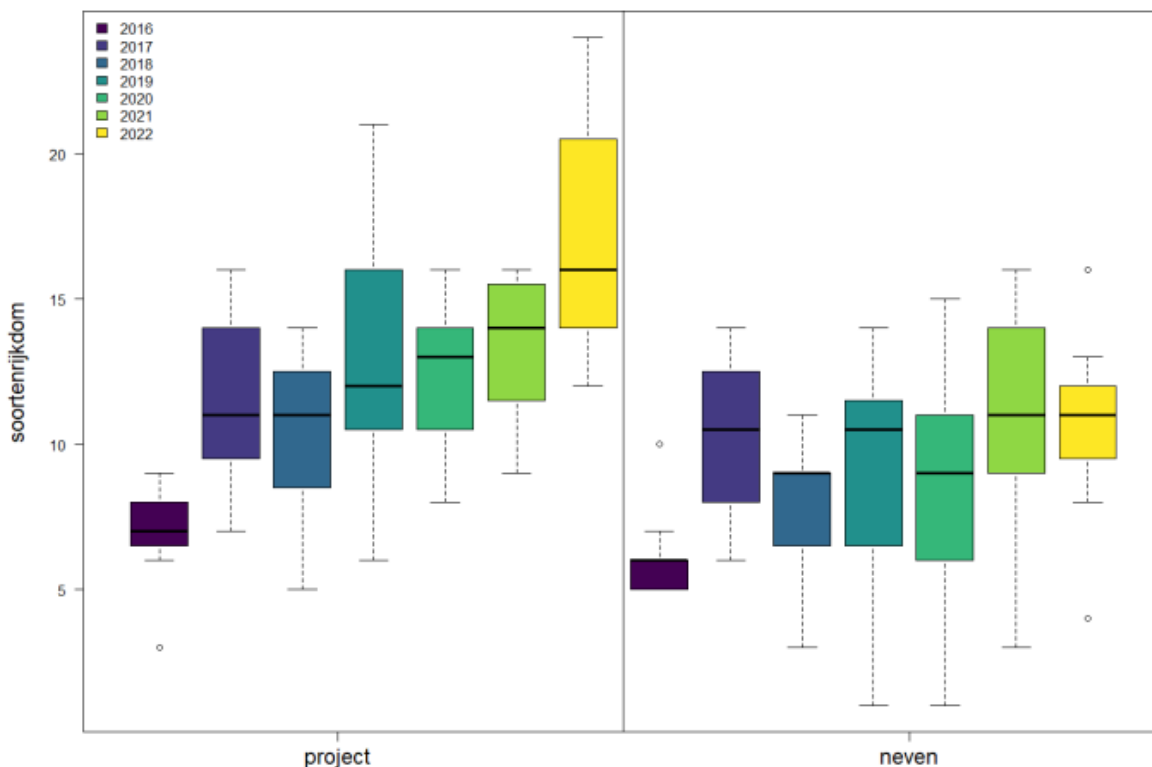
Door Wageningen Marine Research (WMR) zijn er macrofauna bemonsteringen uitgevoerd vóór de aanleg van de strekdammen bij Baalhoek, in 2016, en na de aanleg in de periode 2017 t/m 2020. Er is op 23 locaties bemonsterd (Figuur 91). De resultaten van de bemonsteringen van 2017 t/m 2022 zijn inmiddels bekend (Wiesenborn et al. 2019) en worden in dit rapport besproken. Voor 2025 en 2028 staan er nieuwe benthos-bemonsteringen gepland. Deze zullen plaatsvinden op dezelfde locaties als in de voorgaande jaren.

Naast de macrofauna bemonstering zijn er bij de stations ook monsters genomen voor het bepalen van bodemgewicht per bodem volume, organische stof (POC), korrelgrootte van het sediment en chlorofyl-a. Er is een eerste analyse uitgevoerd tussen abiotische parameters en het voorkomen van bodemdieren. De eerste conclusies hiervan zijn samengevat in paragraaf 2.4.3. Uitgebreide data en analyses over de koppeling van bodemsamenstelling en abiotische factoren in Baalhoek is nog niet gepubliceerd. In maart 2018 is gestart met het in kaart brengen van de oesterriffen in het gebied om het effect van opslibbing op dit habitat te kwantificeren (Wallis, 2018).



Figuur 91 Bemonsterpunten voor macrofauna, chlorofyl-a en sediment samenstelling op Baalhoek (Wiesenborn et al. 2019).

In Figuur 92 is de soortenrijkdom per jaar van het project- en nevengebied van Baalhoek weergegeven. In zowel het project- als het nevengebied is het aantal soorten na een initiële toename in 2017, stabiel gebleven met weinig jaarlijkse variatie. In 2022 is het aantal soorten in het projectgebied sterk verhoogd, van 29 in 2021 naar 40 in 2022 (Van der Werf et al., 2022). De meest voorkomende soorten in het projectgebied in 2022 waren de rode draadworm (*Heteromastus filiformis*) (100%), de zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*) (100%), de borstelworm (*Aphelochaeta*) (100%), de lijnpissebed (*Cyathura carinata*) (91%), de zandpijp (*Pygospio elegans*) (91%), de slijkgaper (*Scrobicularia plana*) (91%), en het wadslakje (*Pirinia ulvae*) (91%) (Tabel 7). In het nevengebied waren de meest voorkomende soorten de zandpijp (*Pygospio elegans*) (100%), de zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*), de platte slijkgaper (*Scrobicularia plana*), de rode draadworm (*Heteromastus filiformis*) (allemaal 92%) en de lijnpissebed (*Cyathura carinata*), (83%) (Tabel 7). Het gemiddeld aan soorten was significant hoger in het projectgebied dan in het nevengebied.



Figuur 92 Soortenrijkdom per jaar binnen het project- en nevengebied van Baalhoek (Van der Werf et al., 2022).

Tabel 7 Soortenrijkdom Baalhoek in het neven- en project gebied, 2016 t/m 2022 (Van der Werf et al., 2022).

Baalhoek	Voorkomen (%)													
	Nevengebied							Projectgebied						
Soort/Taxa	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Aphelocheata</i>		50	25	50	25	33	17	14	100	100	82	82	73	100
<i>Hediste diversicolor</i>	77	92	92	75	83	75	92	57	64	73	82	45	64	100
<i>Heteromastus filiformis</i>	100	92	83	100	83	92	92	71	100	82	100	100	100	100
<i>Cyathura carinata</i>	92	75	67	83	75	83	83	100	91	100	91	100	91	91
<i>Peringia ulvae</i>		8	25	33	17	75	67			18	9	9	45	91
<i>Pygospio elegans</i>	62	100	75	83	83	92	100	71	91	91	100	100	100	91
<i>Scrobicularia plana</i>		75	75	67	83	67	92		91	82	91	82	91	91
Nereidinae	15	67	83	75	58	67	67	14	73	73	36	36	55	82
<i>Potamocorbula amurensis</i>				8	7	42	17				64	55	82	82
<i>Hyperteone foliosa</i>			8	25	17	17	42		64		18	45		73
<i>Macoma balthica</i>	100	100	92	75	75	67	75	57	64	45	82	73	82	73
<i>Streblospio benedicti</i>		42		25	8	42	17		73	9	55	73	82	73
<i>Cerastoderma edule</i>		17	17	25	17	8	17		36	55	55	18	27	64
<i>Crangon crangon</i>	77	50	25	58	42	50	25		55	36	73	45	82	64
<i>Oligochaeta</i>		17	17		8	25	17					36	45	64
<i>Polydora cornuta</i>		33	8	25	42	8	8		45	45	45	82	55	64
<i>Grandidierella japonica</i>						17	17					36	27	55
<i>Alitta succinea</i>	8	8			8	25		43	27	27	27	27	36	45
<i>Mulinia lateralis</i>							25			18	55	45	18	36
<i>Ruditapes</i>										9	45	27	9	36
<i>Arenicola marina</i>		17		8	33	67	67	43	9		9	36	45	27
<i>Eteone longa</i>					8	25	25					9	9	18
<i>Mya arenaria</i>		8							36	9	27		27	18
<i>Amphibalanus improvisus</i>														9
Amphipoda														9
<i>Bathyporeia pilosa</i>	31	17	8	8		25		29			9			9
<i>Bathyporeia sarsi</i>												9		9
Chironomidae														9
<i>Corophium*</i>						8							18	9
<i>Corophium arenarium</i>		25	8	8	33	17	25		9					9
<i>Corophium volutator</i>	38	25	17	8		8	42	100	45	27	9		9	9
<i>Cumopsis goodsir</i>														9
<i>Eurydice pulchra</i>														9
<i>Haustorius arenarius</i>														9
Insecta			8											9
<i>Lekanesphaera rugicauda</i>					8	17								9
<i>Marenzelleria viridis</i>	8						8		18			9	9	9
Melita						8								9
Mollusca														9
Mytilicola**														9
Nemertea		25			8		17	9		9		9	9	9
Schistomysis														9
<i>Abra tenuis</i>							8							9
Actiniaria														9

Baalhoek	Voorkomen (%)													
	Nevengebied							Projectgebied						
Soort/Taxa	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>													9	
Aoridae						8								
<i>Austrominius modestus</i>														
Balanus											9			
<i>Balanus crenatus</i>											18			
Bivalvia				17					9					
Brachyura					8								18	
Capitella														
<i>Capitella capitata</i>														
<i>Carinus maenas</i>			8		8	8			9	9				
Cirripedia														
<i>Crepidula fornicata</i>														
Crustacea											9			
<i>Ensis</i>		8	8			8			9	27	18			
<i>Ensis leei</i>														
Eteone	8	67	25	42					36	18	9	9		
<i>Eteone flava</i>														
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>							8							
Gammarus														
<i>Gastrosaccus spinifer</i>														
<i>Glycera tridactyla</i>		8												
<i>Harmothoe impar</i>														
<i>Hemigrapsus</i>			17					14		18				
<i>Hemigrapsus takanoi</i>														
Hydrozoa											9	9		
<i>Jassa</i>														
<i>Jassa marmorata</i>				8								9		
<i>Kurtiella bidentata</i>														
<i>Lanice conchilega</i>														
Liocarcinus														
<i>Magallana gigas</i>														
Marenzelleria						8								
<i>Melita palmata</i>														
Microdeutopus											9			
Molgula														
<i>Monocorophium insidiosum</i>														
<i>Mytilus edulis</i>														
Neoamphitrite														
<i>Neoamphitritee figulus</i>														
<i>Nephtys cirrosa</i>														
<i>Nephtys hombergii</i>											9			
<i>Ophiothrix fragilis</i>												9		
Ophiuroidea														
Ostrea														
Ostreidae														
<i>Palaemon elegans</i>														
Palaemonidae														
<i>Phyllodoce mucosa</i>								14						
Polydora													9	
<i>Pomatoschistus minutus</i>										18				
<i>Psamathe fusca</i>											9			

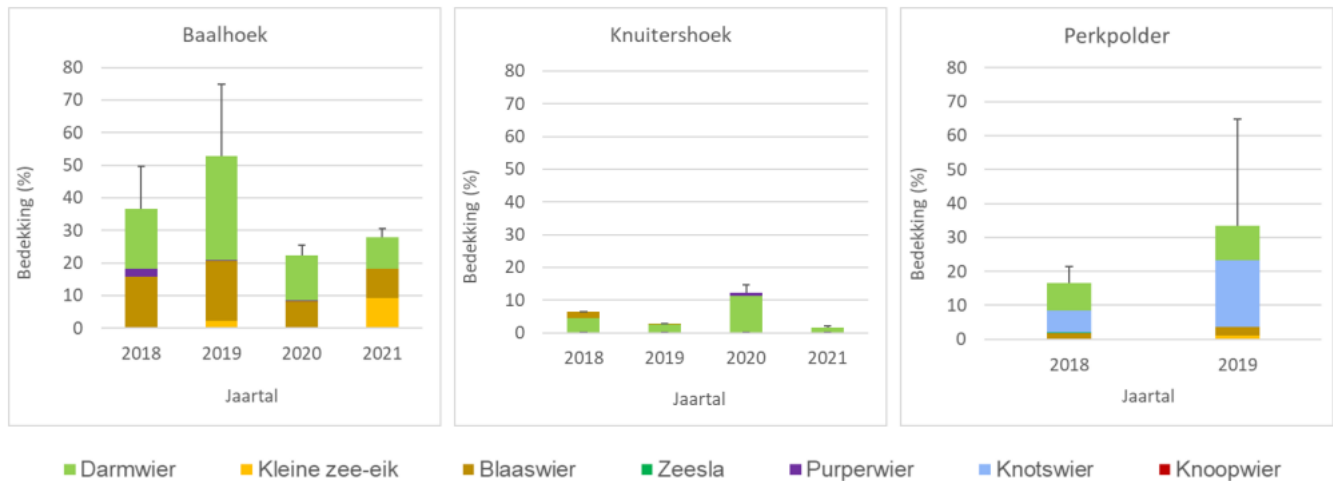
Baalhoek	Voorkomen (%)													
	Nevengebied							Projectgebied						
Soort/Taxa	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>														
<i>Saccoglossus</i>														
<i>Scoloplos armiger</i>														
<i>Serpula</i>														
<i>Spio martinensis</i>														
Spionidae				8										
Streblospio														
<i>Sycon ciliatum</i>														
Terebellidae														
Venerupis														
Totaal	12	24	22	23	24	30	26	14	24	24	31	29	29	40
	6.2	10.3	7.9	9.2	8.5	11	10.7	6.9	11.6	10	12.6	12.3	13.3	17.1
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
Soortenrijkdom	1.34	2.8	2.39	3.76	3.71	3.41	2.9	2.04	3.01	3.1	4.46	2.53	2.57	3.94

* Deze 'soort' behoort ofwel tot *Corophium arenarium* of tot *Corophium volutator* en is daarom niet meegenomen in het optellen van het aantal soorten

** *Mytilicola* is een parasiet die zich normaal gesproken in oesters en/of andere tweekleppigen bevindt. Hij is alleen gevonden bij Baalhoek in 2022 en is ook niet bij het aantal soorten geteld.

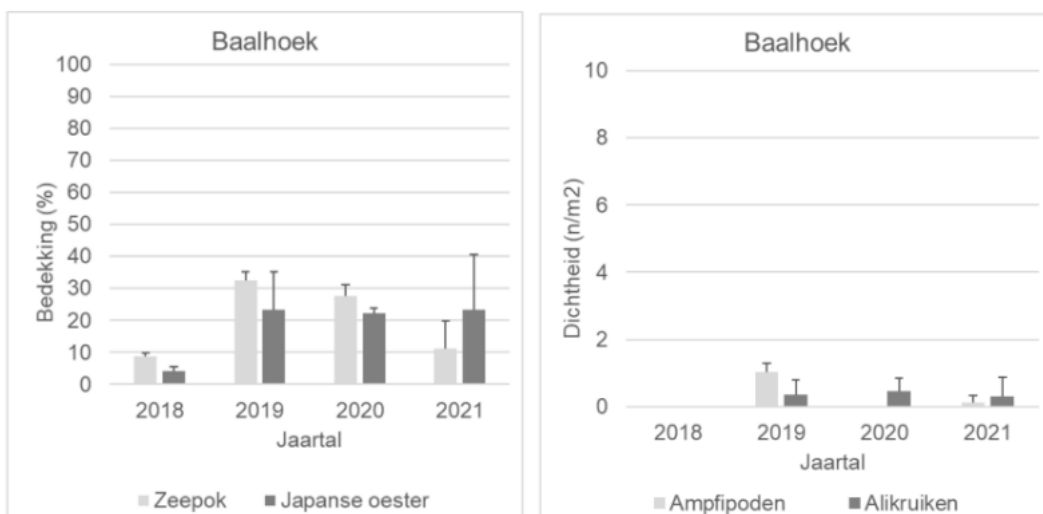
4.4.2 Hardsubstraat

Bij Baalhoek, waar de strekdammen in noord-zuidelijke richting zijn gelegen, was er geen groot verschil tussen de aangroei wieren op beide zijden van de strekdammen. De wierbedekking op de strekdammen in Baalhoek was een stuk hoger dan op de lage delen van de strekdammen in Knuitershoek en was maximaal gemiddeld meer dan 50% in 2019 (Figuur 93). Hierna is in 2020 de bedekkingsgraad afgenomen en is in 2021 op hetzelfde niveau gebleven. Anno 2021 bestond de bedekking voor vergelijkbare delen uit kleine zee-eik, blaaswier en darmwier.



Figuur 93 Bedekkingspercentages van de verschillende wiergroepen op de strekdammen bij Knuitershoek (lage delen), Baalhoek en Perkpolder.

Net als in Knuitershoek zijn in Baalhoek voor de harde substraten karakteristieke ongewervelde diergroepen waargenomen, zoals zeepokken, alikruiken en krabben en is in de periode tot 2020 een toename in deze diergroepen waargenomen. In Figuur 94 is de bedekkingsgraad van zeepok, Japanse oester, amfipoden en alikruiken in Baalhoek weergegeven voor de periode 2018 t/m 2021. Hier is te zien dat de bedekking Japanse oesters sinds een toename in 2019 stabiel was terwijl de bedekking van zeepokken na eenzelfde toename juist afnam. De bedekking alikruiken in Baalhoek was significant lager dan de bedekking van alikruiken in Knuitershoek (Van der Werf et al., 2022). Amfipoden zijn in 2019 en 2021 in beperkte mate aangetroffen.



Figuur 94 Bedekkingspercentages van zeepok, Japanse oester, amfipoden en alikruiken op de strekdammen bij Baalhoek in de jaren 2018 t/m 2021 (Van der Werf et al., 2022).

4.4.3 Toetsing

Intactness index/ Biomassa

In de gehele Baalhoek zijn het gemiddelde aantal taxa per meetstation stabiel gebleven in de periode 2017 tot en met 2021, waarbij het gemiddeld aan taxa per meetstation hoger was in het projectgebied. In het bijzonder is er in 2022 een sterke toename in het aantal taxa in het projectgebied gevonden. Tot en met 2020 ging dit ook gepaard met een stijging in biomassa in beide gebieden. De biomassa is in het projectgebied sindsdien hetzelfde gebleven maar afgenomen in het nevengebied. De dichtheid van individuen wijkt pas de laatste 2 jaar af van de dichtheid het jaar na aanleg.

Net als in Knuitershoek heeft er in Baalhoek een omslag plaats gevonden van een systeem met een hoge dichtheid aan wormen naar een systeem met meer schelpdieren. Op basis van de variaties in soortengemeenschap en dichtheden valt te stellen dat het gebied nog geen evenwicht heeft bereikt, maar dat kwaliteit van het intergetijdengebied als leefomgeving wel toeneemt.

Sleutelsoorten

Het aantal monsters waarin kokkels zijn aangetroffen zijn in het nevengebied stabiel gebleven (17% in 2022) ten opzichte van een stijging in het projectgebied (64% in 2022). De dichtheid van kokkels in het nevengebied lijkt na een daling sinds 2018 stabiel (7 +/- 17 in 2022) al is de biomassa wel verder gedaald (<0.01 +/- 0.01 in 2022). In het projectgebied is de dichtheid van kokkels na eenzelfde daling toegenomen (93 +/- 102 in 2022) net als de biomassa (0.48 +/- 0.76 in 2022). Mosselen zijn met de bemonsteringen niet aangetroffen.

Exoten

Uit de rapportage blijkt dat er exoten aangetroffen zijn in Baalhoek zoals *Streblospio benedicti*, *Mya arenaria*, *Magallana gigas*, *Hemigrapsus* sp en *Crassostrea gigas*. Deze exoten komen wijdverspreid voor in de Westerschelde en zijn te verwachten in een laagdynamisch litoraal gebied. Een opvallende nieuwkomer in de Nederlandse kustwateren (2019), is de tweekleppige *Mulinia lateralis*. Deze soort is tussen het kokkelbroed aantreffen op zowel in 2018 en 2019 met hoge dichtheden (361 ± 56 ind/m²). Ook de brakwatercorbula *Potamocorbula amurensis* is in Baalhoek aangetroffen. Waar er in 2018 één exemplaar van de soort werd aangetroffen, is de exoot in 2019 op meerdere locaties gevonden.

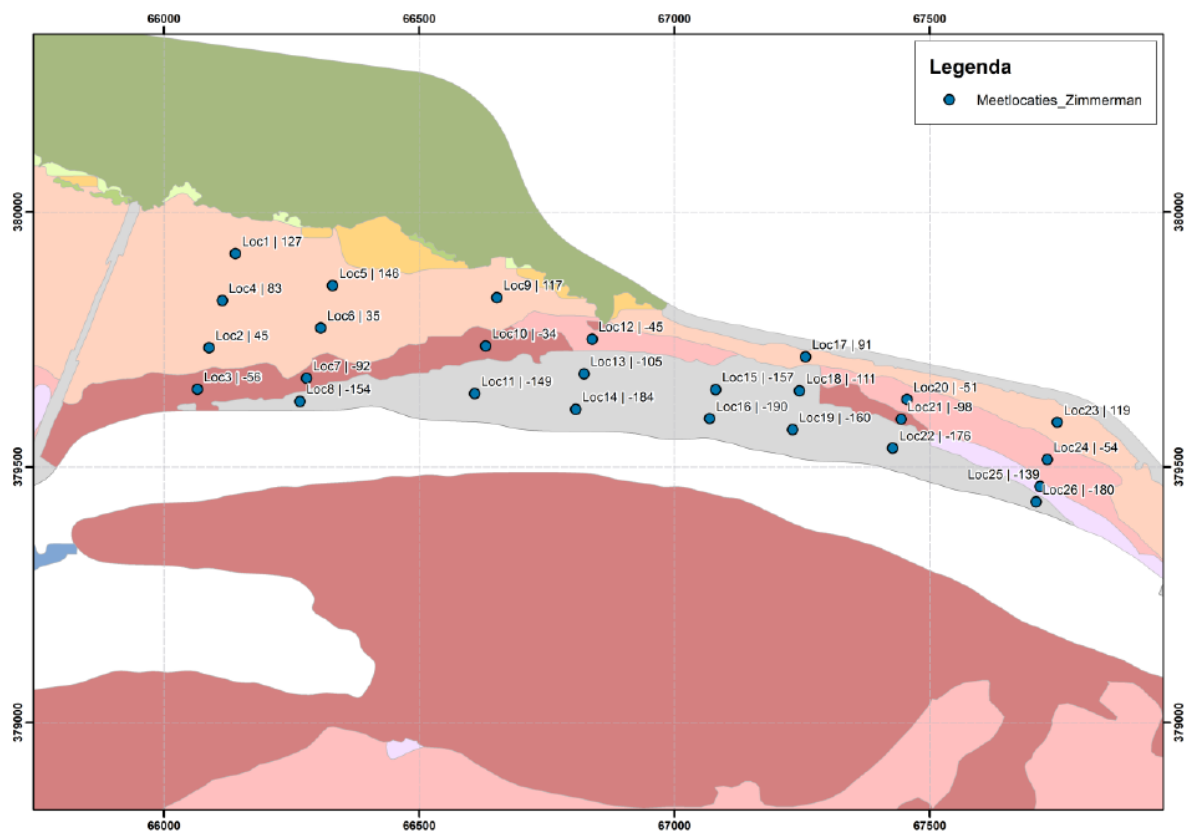
4.5 Zimmerman

4.5.1 Zachtsubstraat

Als T0 meting heeft Eurofins AquaSense in november 2017 het macrozoöbenthos in de Zimmermangeul bemonsterd en in kaart gebracht (Verduin & Engelberts, 2018). In totaal is er op 26 meetlocaties macrozoöbenthos bemonsterd, zie Figuur 95. Tabel 8 geeft het aantal bemonsterpunten per ecotoop binnen het projectgebied weer.

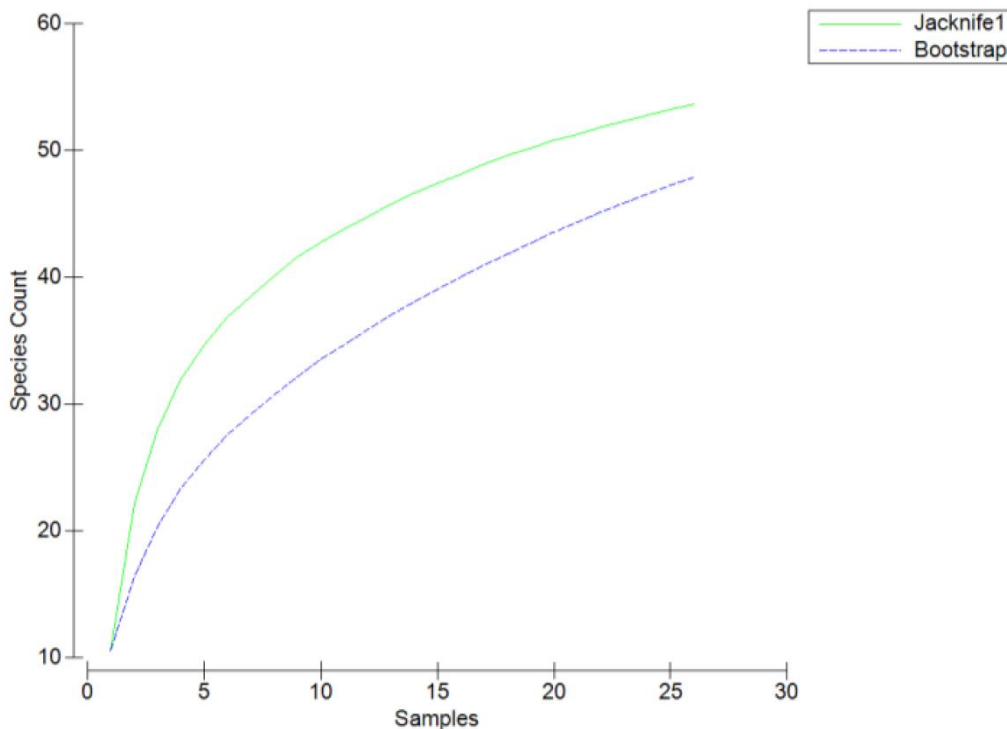
Tabel 8 Aantal bemonsterpunten per ecotoop, Zimmerman.

Ecotoop	Aantal monsters	Kleur in kaart
Laagdynamisch slibrijk middenlitoraal	8	Oranje
Laagdynamisch zandig midden en laaglitoraal	4	Roze
Hoogdynamisch litoraal	4	Rood
Hard substraat	10	Grijs



Figuur 95 Meetlocaties ten noorden van de Zimmermangeul.

In het projectgebied zijn in totaal 43 taxa gevonden op de 26 monster locaties. Figuur 96 geeft de species accumulation curve weer. Naar verwachting is 77-80% van de aanwezige soorten in kaart gebracht. De meest voorkomende soorten in de monsters waren draadwormen (*Heteromastus filiformis*), zandpijpjes (*Pygospio elegans*), lijnpissebedden (*Cyathura carinata*), veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*), zeeduizendpoten (Nereididae) en wadslakjes (*Peringia ulvae*). Al deze soorten zijn kenmerkend voor het intergetijdengebied van de Westerschelde.

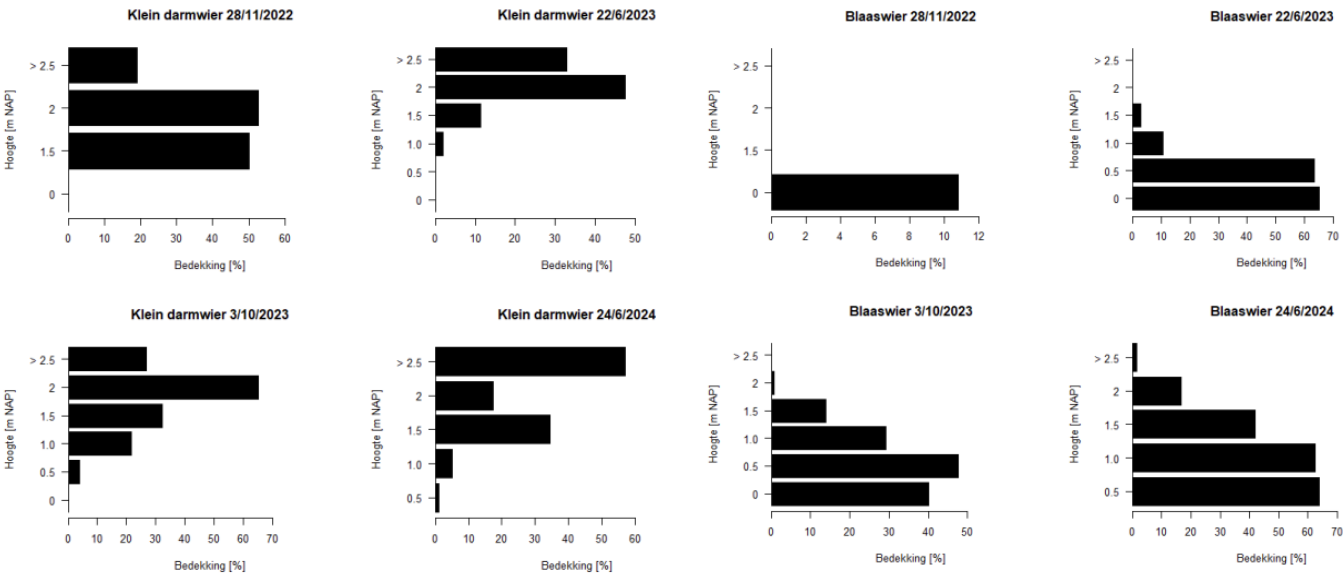


Figuur 96 Soorten accumulatie curve locatie, Zimmerman.

In 2022 en 2024 zijn er door WMR ook benthos bemonsteringen gedaan in Zimmerman, Ossensisse en Bath. De monsters uit 2022 zijn geanalyseerd en de eerste resultaten hiervan zijn gedeeld. Het labwerk voor de benthosmonsters uit 2024 wordt nog afgerond, waarna ook benthos data van 2022 en 2024 met elkaar vergeleken zullen worden. In 2026 worden opnieuw benthos bemonsteringen uitgevoerd.

4.5.2 Hardsubstraat

Op de strekdam bij Zimmerman vindt er jaarlijks twee keer monitoring plaats naar de biodiversiteit op hardsubstraat (Bouma et al., 2025). Uit de meetgegevens van 2022 t/m 2024 kan worden geconcludeerd dat op de strekdammen voornamelijk klein darmwier en blaaswier aanwezig was, met voor beide soorten een bedekkingsgraad van circa 50% tot 70% (Figuur 97). Klein darmwier was vooral aanwezig op de hogere delen van de strekdam, vanaf +1.5m of + 2m NAP. In de eerste twee metingen kwam blaaswier juist op de lagere delen van de strekdam voor maar in de recentere twee metingen is het wat hoger op de strekdam gevonden. Zeesla en purperwier zijn slechts in zeer beperkte mate aangetroffen (bedekkingsgraad maximaal circa 1%). Tijdens de eerste meting (in het najaar van 2022) zijn zeepokken op de strekdam aangetroffen met een bedekkingsgraad tot bijna 7%, maar in beide metingen in 2023 was de bedekkingsgraad maar circa 1% en in de zomer van 2024 zijn zeepokken helemaal niet aangetroffen. Japanse oesters zijn vooralsnog niet waargenomen op de strekdam. Vanwege de hoogteligging van de strekdam bij Zimmerman is het onwaarschijnlijk dat soorten zoals Japanse oester en zeepok zich in groten getale zullen vestigen.



Figuur 97 Bedekkingspercentage van de verschillende wiergroepen op de strekdammen bij Zimmerman (Bouma et al., 2025).

4.5.3 Toetsing

De data van de bemonstering in 2017 van Eurofins AquaSense zijn vergeleken met data van het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) van Rijkswaterstaat uit de periode 2013-2016 om een beeld te krijgen van de soorten samenstelling over een langere periode. Er is veel spreiding op de locatie in de soortensamenstelling wat waarschijnlijk wordt veroorzaakt door de wisselende substraattypen. Voor het ecotype hard substraat zijn geen goede referentielocaties te vinden.

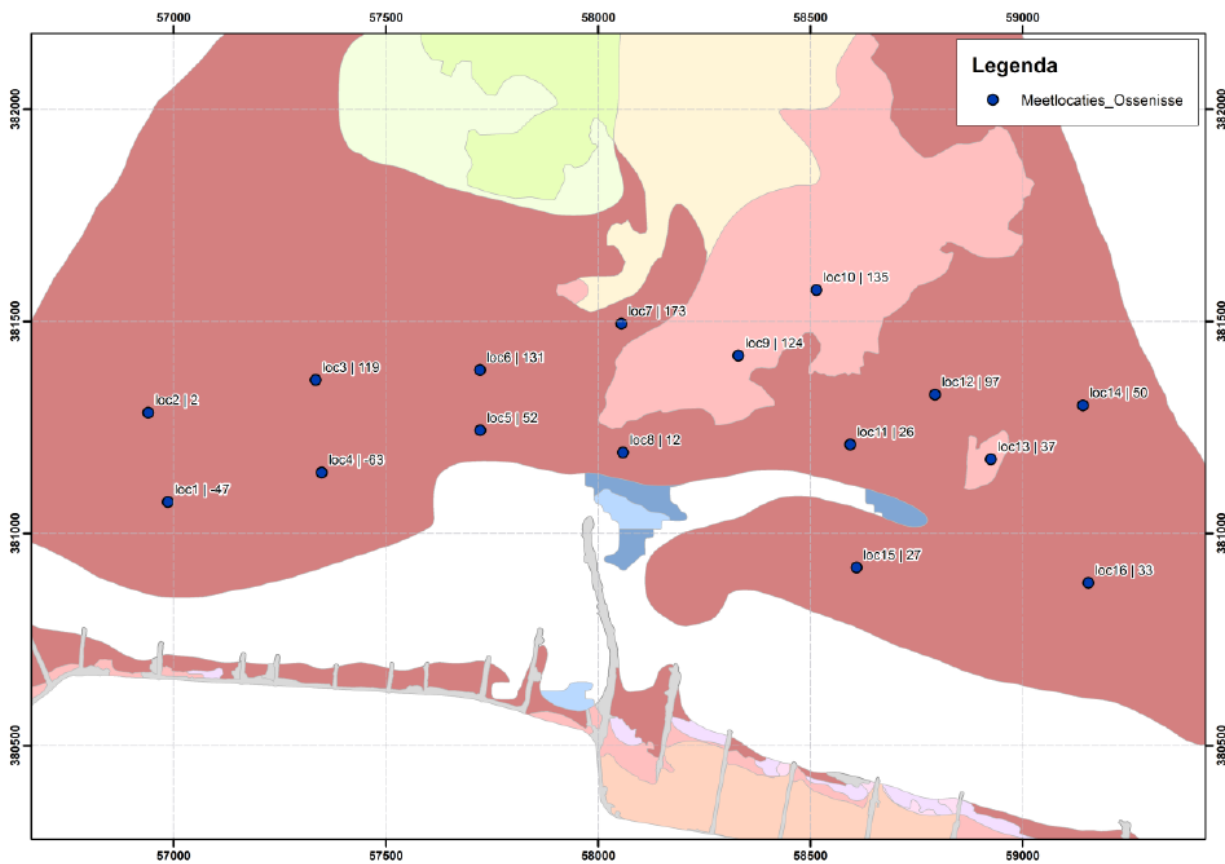
4.6 Ossenissee

4.6.1 Zachsubstraat

Als T0 meting heeft Eurofins AquaSense in november 2017 (Verduin & Engelberts, 2018) het macrozoöbenthos aan de zuidkant van de platen van Ossenissee bemonsterd en in kaart gebracht. In totaal is er op 16 meetlocaties macrozoöbenthos bemonsterd, zie Figuur 98. Tabel 9 geeft het aantal bemonsterpunten per ecotoop weer.

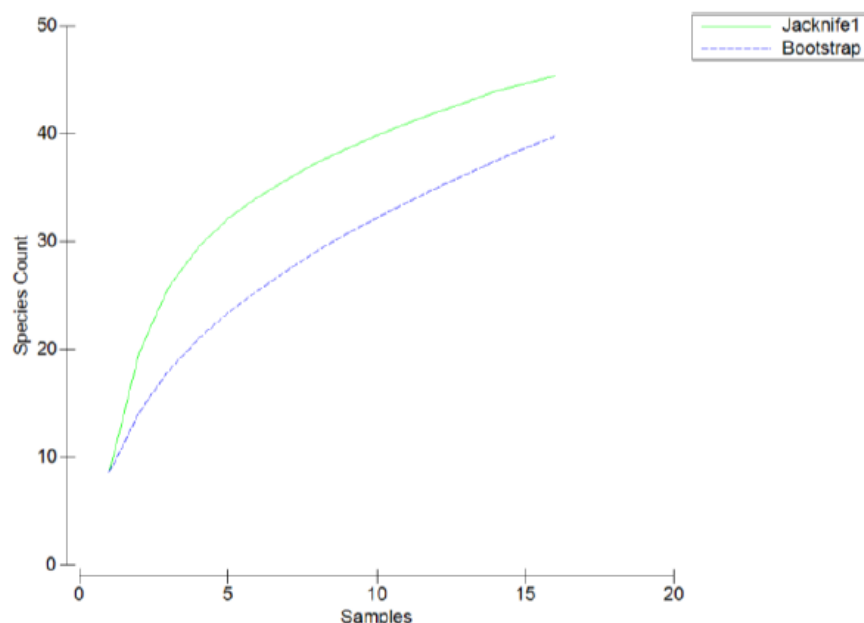
Tabel 9 Aantal bemonsterpunten per ecotoop, Ossenissee.

Ecotoop	Aantal monsters	Kleur in kaart
Laagdynamisch zandig midden en laaglitoraal	3	Roze
Hoogdynamisch litoraal	13	Rood



Figuur 98 Meetlocaties aan de zuidkant aan de platen van Ossenisse (Verduin & Engelberts, 2018)

In het projectgebied bij Ossenisse zijn in totaal 35 taxa gevonden op 16 locaties. Figuur 99 geeft de species accumulation curve weer. Naar verwachting is ongeveer 70 - 80% van de aanwezige soorten in kaart is gebracht. De meest voorkomende soorten in de monsters waren draadwormen (*Heteromastus filiformis*), zandpijpjes (*Pygospio elegans*), knikspierkreeftjes (*Bathyporeia pilosa*), lijnpissebedden (*Cyathura carinata*), nonnetjes (*Limecola balthica*), veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*). Ook deze soorten zijn kenmerkend voor het intergetijdengebied van de Westerschelde.



Figuur 99 Soorten accumulatie curve locatie, Osseplaat

In 2022 en 2024 zijn er door WMR ook benthos bemonsteringen gedaan in Zimmerman, Ossensisse en Bath. De monsters uit 2022 zijn geanalyseerd en de eerste resultaten hiervan zijn gedeeld. Het labwerk voor de benthos-monsters uit 2024 wordt nog afgerond, waarna ook benthos data van 2022 en 2024 met elkaar vergeleken zullen worden. In 2026 worden opnieuw benthos bemonsteringen uitgevoerd.

4.6.2 Toetsing

De data van de bemonstering in 2017 van Eurofins AquaSense zijn vergeleken met MWTL-data van Rijkswaterstaat uit de periode 2013-2016 om een beeld te krijgen van de soorten samenstelling over een langere periode. Hier is een sterke overeenkomst (similariteit) gevonden. De historische data komen dus overeen met de gevonden data in 2017.

4.7 Bath

4.7.1 Zachtsubstraat

In het najaar van 2019 heeft Wageningen Marine Research (WMR) een bemonstering van de bodemdieren uitgevoerd op 44 locaties verdeeld over 5 ecotopen, zie Tabel 10. De stations zijn bemonsterd door op korte onderlinge afstand (binnen 1 m²) driemaal een steekbuis met een diameter van 10 cm te steken (totale opp. 0.0236 m²) tot de beoogde steekdiepte van 35 cm. Hierna zijn de monsters gezeefd over een 1 mm zeef (Wallis et al., 2020). Naast de macrofauna bemonstering zijn er bij de stations ook monsters genomen voor het bepalen van het slibgehalte.

Tabel 10 Aantal bemonsteringspunten per ecotoop, Bath.

Ecotoop	Aantal monsters
Hardsubstraat (kale klei/veenbanken)	10
Hoogdynamisch litoraal	10
Laagdynamisch laaglitoraal	1
Laagdynamisch middenlitoraal	18

Laagdynamisch hooglitoraal

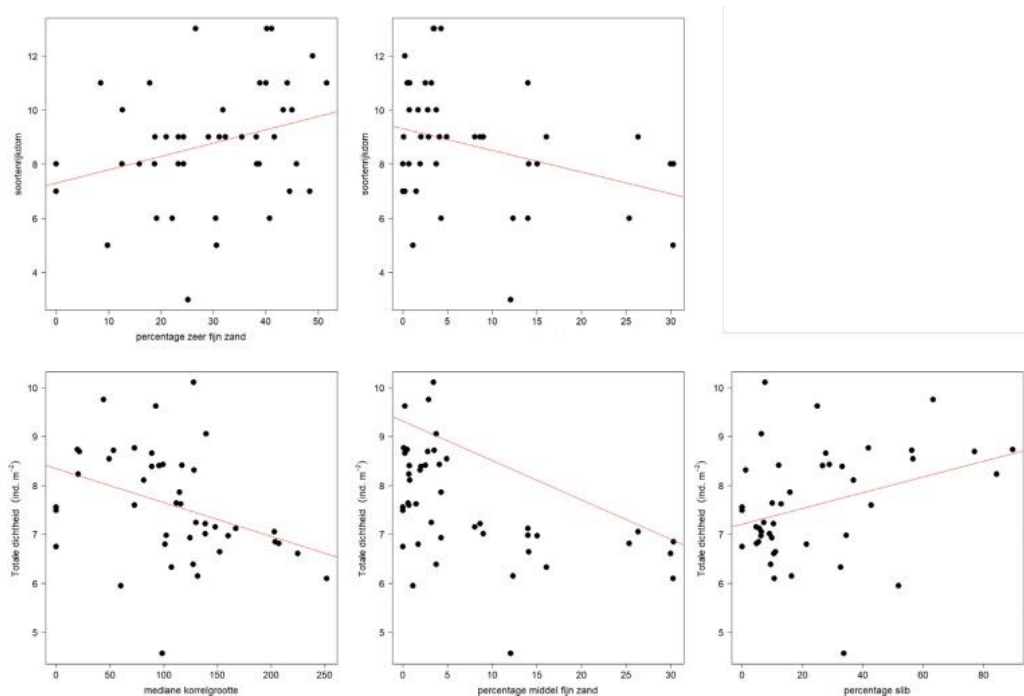
5

In het najaar van 2019 zijn er in totaal 36 verschillende taxa aan bodemdieren gevonden, zie Tabel 11. Voor alle taxa is bijgehouden in hoeveel procent ze van de 44 bemonsteringspunten voorkwamen. De meest voorkomende soort die op het slik bij Bath werd aangetroffen was de rode draadworm (*Heteromastus filiformis*) (in 95% van de stations aangetroffen), gevolgd door de zandpijp (*Pygospio elegans*) (75%), de lijnpissebed (*Cyathura carinata*) (68%), de zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*) (66%), en de brakwaterkorfschelp (*Potamocorbula amurensis*) (57%). Verder is ook de dichtheid, en biomassa per m² berekend.

Tabel 2 Voorkomen (% van de 44 stations waar een soort is aangetroffen), dichtheden (aantal individuen per m²) en biomassa's (gasvrij drooggewicht per m²) per aangetroffen taxa op de slikken van Bath (Wallis et al. 2020).

Soort/Taxa	Voorkomen (%)	Dichtheid ind.m ⁻²	Biomassa in g m ⁻²
<i>Heteromastus filiformis</i>	95	613 ± 130	0.91 ± 0.16
<i>Pygospio elegans</i>	75	699 ± 406	0.04 ± 0.02
<i>Cyathura carinata</i>	68	398 ± 109	0.11 ± 0.03
<i>Hediste diversicolor</i>	66	425 ± 131	1.47 ± 0.45
<i>Potamocorbula amurensis</i>	57	77 ± 16	1.04 ± 0.31
<i>Nereididae</i>	55	159 ± 37	0.03 ± 0.01
<i>Corophium voluator</i>	50	775 ± 358	0.20 ± 0.09
<i>Limecola balthica</i>	50	144 ± 64	0.83 ± 0.22
<i>Scrobicularia plana</i>	45	82 ± 24	4.88 ± 1.79
<i>Alitta succinea</i>	39	70 ± 23	0.17 ± 0.06
<i>Polydora cornuta</i>	23	90 ± 41	0.01 ± 0.00
<i>Marenzelleria neglecta</i>	18	16 ± 7	0.10 ± 0.03
<i>Cerastoderma edule</i>	16	14 ± 6	0.10 ± 0.07
<i>Eteone</i>	16	8 ± 3	0.00 ± 0.00
<i>Hypereteone foliosa</i>	11	9 ± 4	0.00 ± 0.00
<i>Oligochaeta</i>	11	5 ± 2	0.00 ± 0.00
<i>Streblospio benedicti</i>	11	8 ± 3	0.00 ± 0.00
<i>Mulinia lateralis</i>	9	5 ± 2	0.02 ± 0.01
<i>Mya arenaria</i>	97	7 ± 4	0.00 ± 0.00
<i>Crangon crangon</i>	7	6 ± 4	0.01 ± 0.01
<i>Nemertea</i>	7	3 ± 2	0.00 ± 0.00
<i>Peringia ulvae</i>	7	17 ± 10	0.00 ± 0.00
<i>Bivalvia</i>	5	2 ± 1	0.00 ± 0.00
<i>Cirratulidae</i>	5	2 ± 1	0.00 ± 0.00
<i>Microdeutopus</i>	5	3 ± 2	0.00 ± 0.00
<i>Aphelochaeta</i>	2	1 ± 1	0.00 ± 0.00
<i>Arenicola marina</i>	2	1 ± 1	0.15 ± 0.15
<i>Bathyporeia pilosa</i>	2	1 ± 1	0.00 ± 0.00
<i>Capitella</i>	2	2 ± 2	0.00 ± 0.00
<i>Carcinus maenas</i>	2	1 ± 1	0.01 ± 0.01
<i>Caridae</i>	2	1 ± 1	0.00 ± 0.00
<i>Ensis</i>	2	2 ± 2	0.01 ± 0.01
<i>Idotea emarginata</i>	2	1 ± 1	0.00 ± 0.00
<i>Melita palmata</i>	2	1 ± 1	0.00 ± 0.00
<i>Nephtys</i>	2	0 ± 0	0.00 ± 0.00
<i>Petricolaria pholadiformis</i>	2	5 ± 5	0.00 ± 0.00
Totaal	36	3652 ± 722	10.08 ± 2.04

Figuur 100 laat de significante relaties zien tussen soortenrijkdom en sedimentsamenstelling en dichtheid en sedimentsamenstelling. Biomassa had geen significante relatie met sedimentsamenstelling. Er is ook gekeken naar de relatie tussen soortenrijkdom, dichtheid, biomassa en ecotopen. Hieruit kwam dat alleen biomassa significant verschillend was tussen de ecotopen met een significant ($p = 0.01$) hogere biomassa in het laagdynamisch middenlitoraal ecotoop ten opzichte van het hoogdynamische litoraal ecotoop, maar niet ten opzichte van de overige ecotopen.

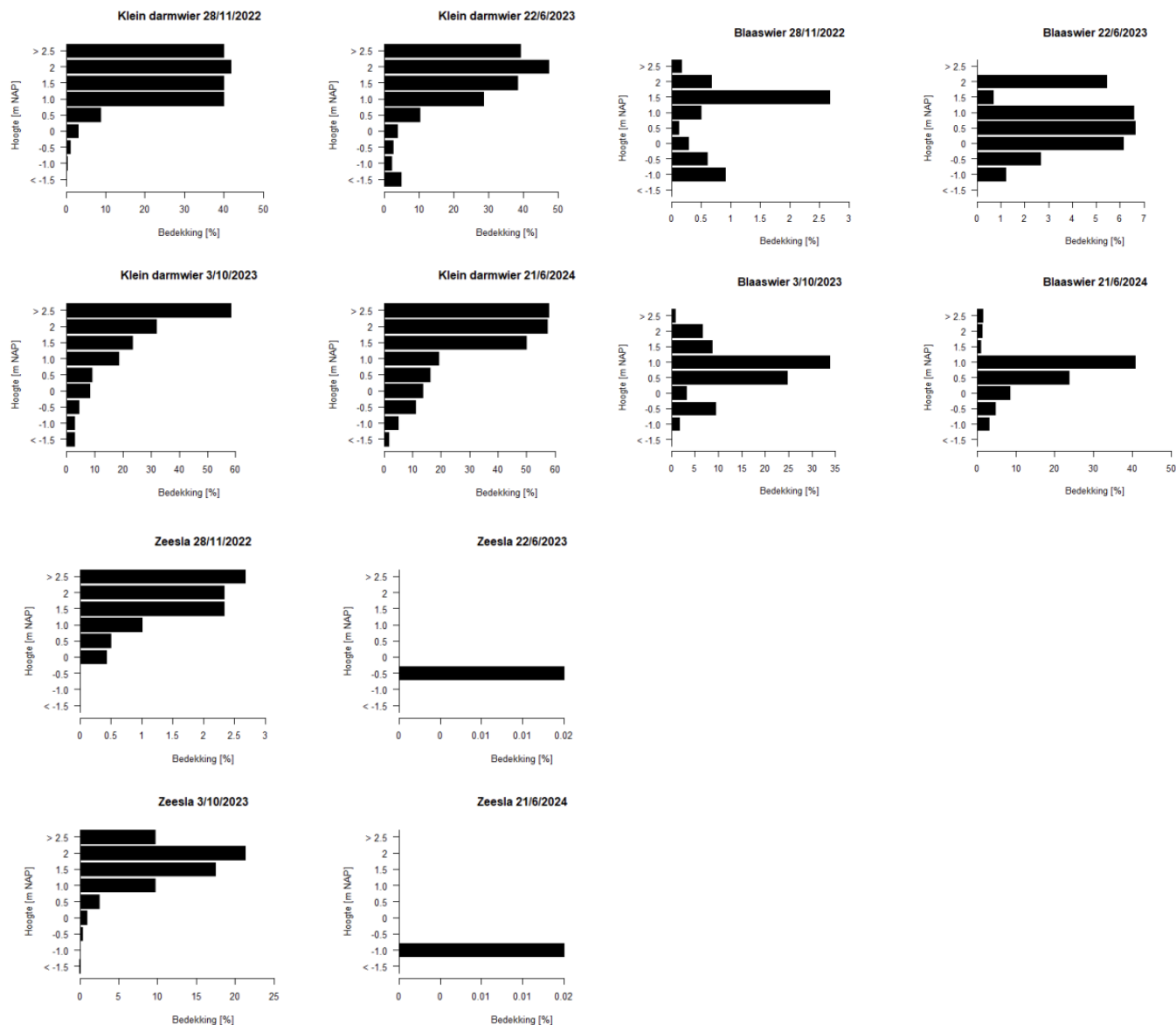


Figuur 100 Significante relaties tussen soortenrijkdom en totale dichtheid (individuen m⁻²) en sedimentsamenstelling.

In 2022 en 2024 zijn er door WMR ook benthos bemonsteringen gedaan in Zimmerman, Ossensisse en Bath. De monsters uit 2022 zijn geanalyseerd en de eerste resultaten hiervan zijn gedeeld. Het labwerk voor de benthosmonsters uit 2024 wordt nog afgerond, waarna ook benthos data van 2022 en 2024 met elkaar vergeleken zullen worden. In 2026 worden opnieuw benthos bemonsteringen uitgevoerd.

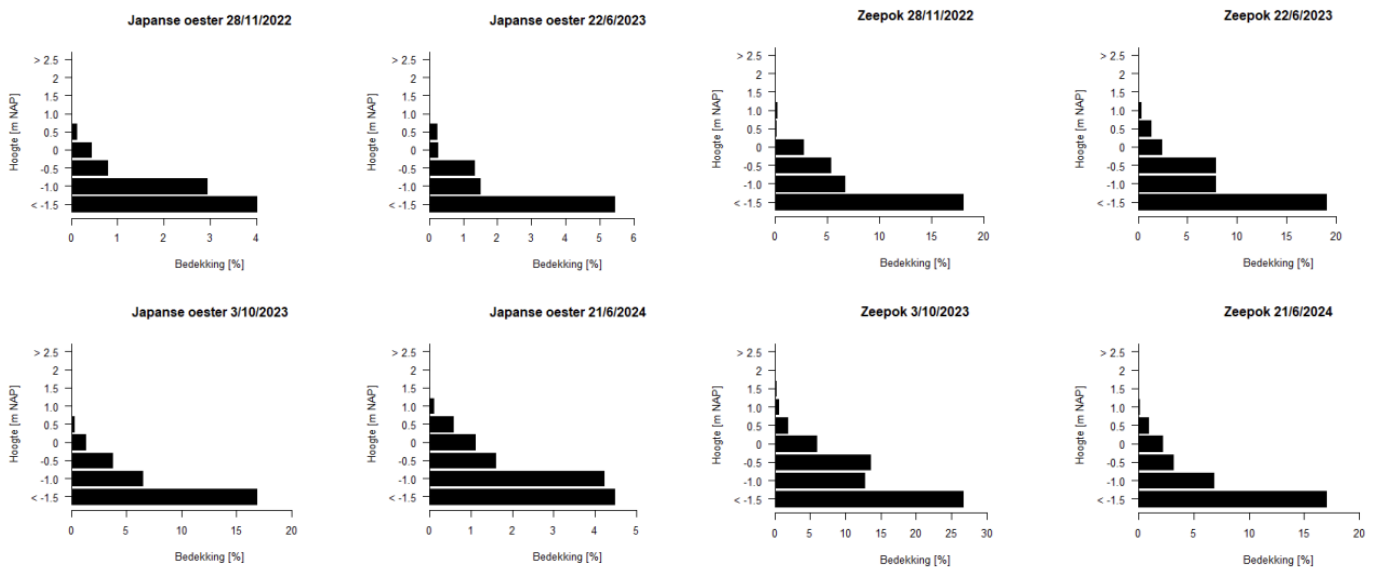
4.7.2 Hardsubstraat

Op de strekdammen in Bath vindt er jaarlijks twee keer monitoring plaats naar de biodiversiteit op hardsubstraat. Uit de meetgegevens van 2022 t/m 2024 kan worden geconcludeerd dat op de strekdammen een viertal wiersoorten aanwezig waren: darmwier, zeesla, blaaswier en purperwier. Klein darmwier was de meest dominante soort, met een bedekkingsgraad van maximaal 50% tot 60% van 2022 tot de zomer van 2024 (Figuur 101). Blaaswier en purperwier werden in lagere hoeveelheden aangetroffen, alhoewel blaaswier van 2023 naar 2024 flink is toegenomen (tot 40% bedekkingsgraad). Ook de bedekkingsgraad van zeesla nam toe van 2022 naar 2023 en was hoger in het najaar dan in de zomer. Klein darmwier en zeesla kwamen voornamelijk voor op de hogere delen van de strekdammen, vanaf +1m of +1.5m NAP, terwijl blaaswier zich vooral op het midden en lagere delen van de strekdammen bevond. Purperwier is in 2022 in zeer geringe mate aangetroffen en was toegenomen in het najaar van 2023, maar is in de zomer van 2024 niet meer waargenomen.



Figuur 101 Bedekkingspercentage van de verschillende wiergroepen op de strekdammen bij Bath (Bouma et al., 2025).

Tijdens de metingen zijn ook Japanse oesters en zeepokken waargenomen (Figuur 102). Beide soorten zijn van 2022 tot 2024 in vergelijkbare hoeveelheden waargenomen en bevinden zich voornamelijk op de lagere delen van de strekdam (<0,5 m NAP). Alleen in het najaar van 2023 was de bedekkingsgraad van Japanse oesters aanzienlijk groter.



Figuur 102 Bedekkingspercentages van de verschillende macrofauna op de strekdammen bij Bath.

4.7.3 Toetsing

Intactness index/ Biomassa

De soortenrijkdom van de bodemdiergemeenschap bij Bath was hoger in vergelijking tot de gemiddelde soortenrijkdom in het gebied rondom Bath tussen 2010-2014. Totale dichtheden van de macrobenthos per ecotoop ligt bij Bath lager dan in het omliggende gebied. De dichtheid voor hoogdynamisch litoraal lijkt gelijk tussen de 2 bemonsteringsperiodes.

De biomassa voor het hoogdynamisch litoraal - en laagdynamisch hooglitoraal ecotoop tussen de gebieden lijken vergelijkbaar. De biomassa in het laagdynamisch middenlitoraal was in Bath een stuk hoger dan in het omliggende gebied.

De soortenrijkdom heeft een significante positieve relatie met het percentage heel fijn sediment. Als dit percentage in de toekomst toeneemt door de strekdammen, zou de soortenrijkdom in het gebied kunnen toenemen.

Sleutelsoorten

In 16% van de monsters zijn kokkels aangetroffen. Er zijn geen mosselen aangetroffen in het gebied. Wat betreft de verhoudingen tussen Annelida en Mollusca, dragen Annelida het meeste bij aan de totale biomassa.

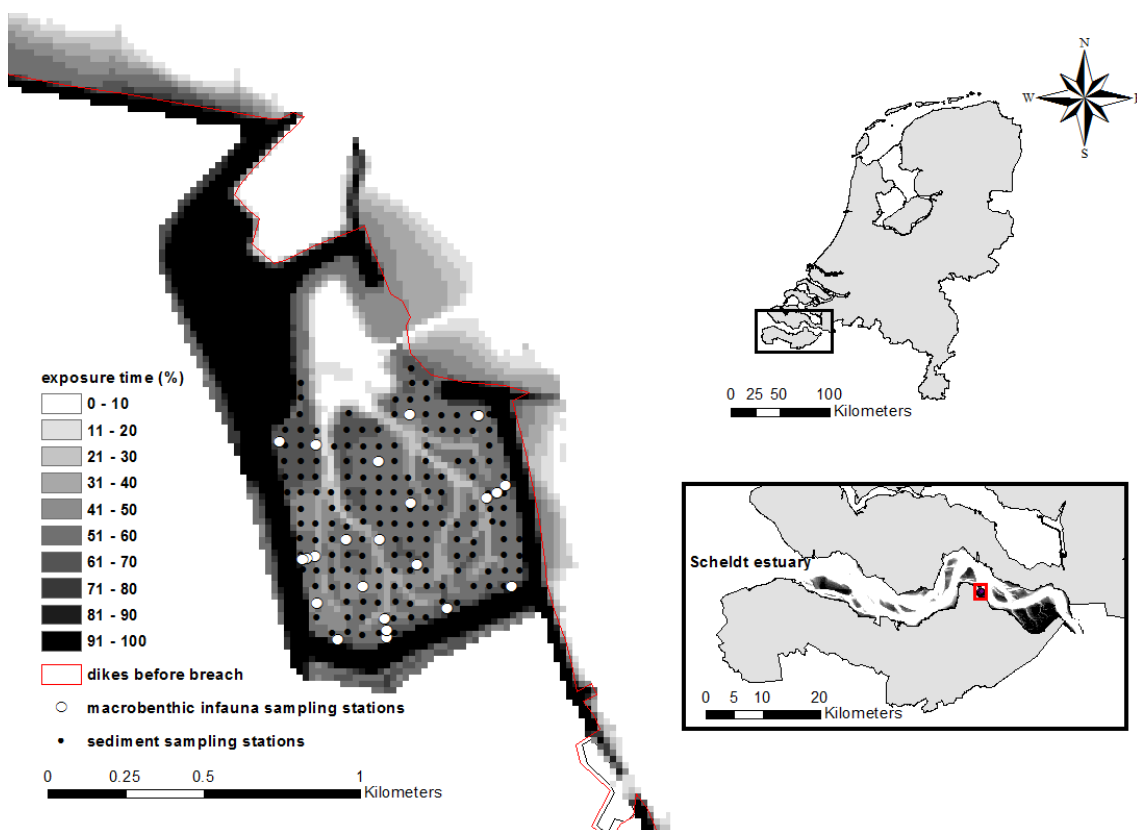
Exoten

Tijdens de T0-monitoring zijn er drie exoten gevonden: de brakwaterkorfschelp *Potamocorbula amurensis*, de Amerikaanse strandschelp *Mulinia lateralis*, en de Oostzeegroenworm *Marenzelleria neglecta*. Deze kwamen met name voor in het gebied tussen de toekomstige strekdammen. *P. amurensis* werd ook aangetroffen in de klei- en veenbanken en op schelpenbanken.

4.8 Perkpolder

4.8.1 Zachtsubstraat

In de Perkpolder wordt er op 24 punten macrobenthos gemonitord. De monitoring tot 2018 is gerapporteerd in (Van de Lageweg et al. 2019). De ligging van de bemonsteringspunten is weergegeven in Figuur 103.

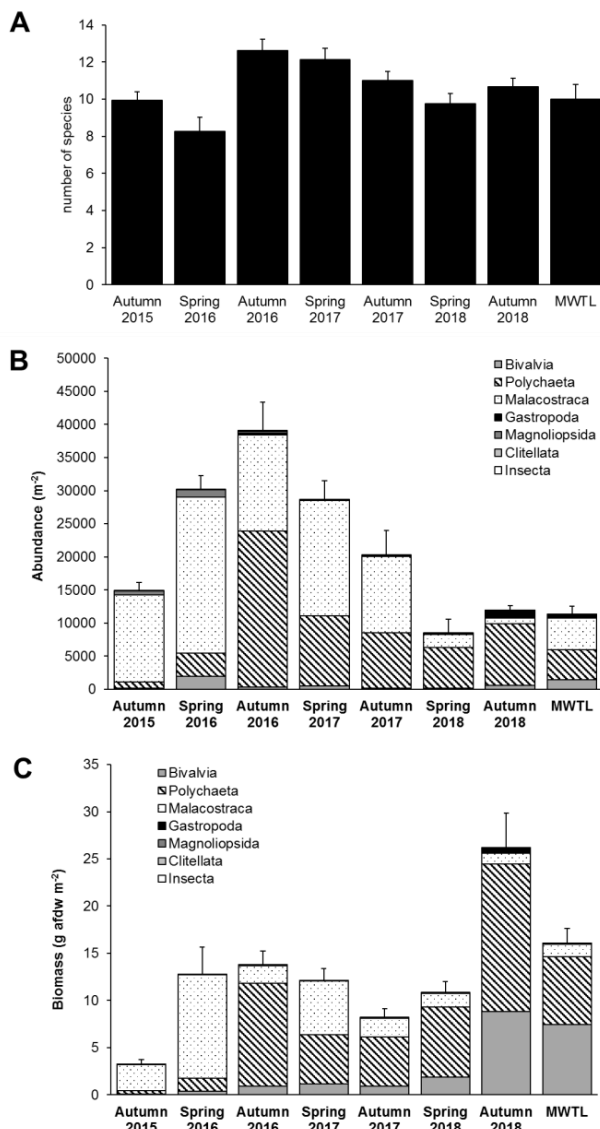


Figuur 103 Ligging benthos bemonsteringspunten Perkpolder (Boersema et al. 2016).

Er zijn 61.299 individuen behorende tot 39 verschillende taxa verzameld in 126 monsters, welke genomen zijn binnen het beheerde herschikkingsgebied tussen 2015 en 2018. Tabel 12 laat de soorten en hun dichtheid zien. Figuur 104 laat het gemiddelde in soorten rijkdom, totale aanwezigheid en biomassa zien voor 2015 tot 2018. Er vindt een ontwikkeling plaats naar een stabiele getijdenbekken. Er wordt verwacht dat er een stabiele soortengemeenschap wordt bereikt in een kwestie van jaren (i.p.v. decennia).

Tabel 12 Dichtheid (individue per m2, gemiddelde + se) van de geobserveerde soorten in de Perkpolder (2015-2018) en van een nabij gelegen natuurlijk getijdenbekken (MWTL-data 2010-2014).

Species/Taxon	Autumn 2015	Spring 2016	Autumn 2016	Spring 2017	Autumn 2017	Spring 2018	Autumn 2018	MWTL 2010-2014
<i>Corophium volutator</i>	13083 ± 2113	23418 ± 4770	14358 ± 1680	17157 ± 3625	10862 ± 2099	1555 ± 561	688 ± 582	4817 ± 1092
<i>Polydora cornuta</i>	622 ± 137	153 ± 71	652 ± 227	233 ± 52	127 ± 46	51 ± 16	138 ± 20	127 ± 31
<i>Nemertea</i>	97 ± 14	209 ± 59	58 ± 11	124 ± 29	113 ± 35	57 ± 14	53 ± 7	127 ± 21
<i>Oligochaeta</i>	670 ± 290	1342 ± 848	707 ± 384	64 ± 12			170 ± 0	1592 ± 1294
<i>Limecola balthica</i>	160 ± 33	2809 ± 879	347 ± 50	509 ± 156	138 ± 27	141 ± 28	160 ± 30	1313 ± 237
<i>Pygospio elegans</i>	157 ± 46	3271 ± 625	1761 ± 394	4886 ± 1016	1684 ± 470	1388 ± 359	1734 ± 547	2459 ± 657
<i>Eteone spp</i>	120 ± 14	85 ± 20	127 ± 20	153 ± 25	167 ± 35	156 ± 24	66 ± 10	120 ± 16
<i>Alitta succinea</i>	159 ± 54	102 ± 28	140 ± 28	314 ± 52	190 ± 36	192 ± 37	64 ± 20	64 ± 0
<i>Aphelochaeta</i>	69 ± 16	78 ± 13	103 ± 21	90 ± 23	102 ± 20	76 ± 21	141 ± 49	2094 ± 1690
<i>Crangon crangon</i>	58 ± 16	204 ± 105	42 ± 0	282 ± 146	119 ± 66	188 ± 56	53 ± 11	169 ± 47
<i>Heteromastus filiformis</i>	58 ± 21	17 ± 17	20438 ± 2541	4581 ± 496	6093 ± 502	4342 ± 514	6337 ± 757	1685 ± 211
<i>Streblospio benedicti</i>	79 ± 19	42 ± 0	127 ± 22	99 ± 24	42 ± 0	42 ± 0	42 ± 0	159 ± 43
<i>Ptergia ulvae</i>	42 ± 0		373 ± 129	85 ± 42	715 ± 392	270 ± 91	1336 ± 284	510 ± 111
<i>Chironomidae</i>	59 ± 10		149 ± 106	127 ± 0				
<i>Cyathura carinata</i>	127 ± 36	102 ± 49	235 ± 58	178 ± 41	662 ± 155	612 ± 95	726 ± 100	566 ± 73
<i>Nudibranchia</i>	42 ± 0		42 ± 0					96 ± 32
<i>Hediste diversicolor</i>	0 ± 0	42 ± 0	219 ± 56	229 ± 51	191 ± 44	237 ± 46	1203 ± 234	510 ± 89
<i>Insecta</i>	106 ± 64	42 ± 0	495 ± 299			71 ± 14	106 ± 21	64 ± 0
<i>Scrobicularia plana</i>	85 ± 0	42 ± 0	0 ± 0	64 ± 21	127 ± 43	127 ± 31	520 ± 87	191 ± 37
<i>Bivalvia</i>		64 ± 21			42 ± 0			78 ± 8
<i>Gammarus</i>		42 ± 0		42 ± 0	42 ± 0			
<i>Polychaeta</i>		0 ± 0	849 ± 0					
<i>Pseudopolydora pulchra</i>		85 ± 0						
<i>Arenicola</i>			106 ± 64	85 ± 42			0 ± 0	64 ± 0
<i>Alitta virens</i>			42 ± 0					
<i>Donax vittatus</i>			85 ± 0					
<i>Isopoda</i>			42 ± 0					64 ± 0
<i>Mya arenaria</i>			212 ± 0			42 ± 0	42 ± 0	106 ± 21
<i>Bathyporeia pilosa</i>				42 ± 0		85 ± 0		2615 ± 652
<i>Platyhelminthes</i>				42 ± 0				
<i>Carcinus maenas</i>					42 ± 0		71 ± 9	64 ± 0
<i>Cerastoderma edule</i>					64 ± 21	42 ± 0	64 ± 21	182 ± 88
<i>Ensis</i>					85 ± 0			64 ± 0
<i>Gastropoda</i>						42 ± 0		
<i>Hemigrapsus</i>							59 ± 17	
<i>Abra tenuis</i>							127 ± 49	64 ± 0
<i>Tapes</i>							42 ± 0	
<i>Corophium</i>								1583 ± 749
<i>Corophium arenarium</i>								393 ± 94
<i>Tellinoidea</i>								661 ± 168
<i>Arenicola marina</i>								120 ± 22
<i>Capitella spp</i>								85 ± 13
<i>Decapoda</i>								76 ± 13
<i>Assimineae grayana</i>								446 ± 243
<i>Marenzelleria</i>								96 ± 18
<i>Cardiidae</i>								64 ± 0
<i>Corophiidae</i>								4883 ± 4058
<i>Eurydice pulchra</i>								85 ± 21
<i>Parahaustorius holmesii</i>								85 ± 21
<i>Abra tenuis</i>								64 ± 0
<i>Monopseudocuma gilsoni</i>								64 ± 0
<i>Abra alba</i>								64 ± 0
<i>Bylgides sarsi</i>								64 ± 0
<i>Capitellidae</i>								3567 ± 0
<i>Crangonidae</i>								64 ± 0
<i>Enchytraeidae</i>								318 ± 0
<i>Harmothoe glabra</i>								64 ± 0
<i>Scolecopsis bonnieri</i>								255 ± 0
<i>Semellidae</i>								64 ± 0
Average abundance	14984 ± 2189	30291 ± 4325	39088 ± 2937	28661 ± 3682	20398 ± 2112	8438 ± 778	11860 ± 1317	11270 ± 1247



Figuur 104 Variatie in de gemiddelde (se) soortenrijkheid (A), totale aanwezigheid (B) en biomassa (C) met geproportioneerde beeld van de taxa in de Perkpolder (2015-2018) en MWTL (2010-2014).

4.8.2 Toetsing

Biomassa

Duidelijk is dat er zich diverse soorten in Perkpolder hebben gevestigd wat de biomassa aan macrobenthos in de Westerschelde heeft doen toenemen. In de herfst van 2018 is de biomassa flink gestegen, meer dan het referentiegebied MWTL.

Sleutelsoorten

Er zijn kokkels aangetroffen in het gebied. Deze zijn voor het eerst aangetroffen in herfst 2017 en zijn in 2018 ook aangetroffen. Er zijn geen mosselen aangetroffen in het gebied. Er hebben zich meer soorten Annelida gevestigd dan Mollusca, met ook een hogere dichtheid. De verhouding betreft dat wormsoorten het meeste bijdragen aan de totale biomassa, maar het aandeel schelpdieren is wel flink gestegen.

Exoten

Uit Tabel 11 blijken de volgende exoten aangetroffen te zijn, *Streblospio benedicti*, *Hemigrapsus* sp, *Mya arenaria* en *Alitta virens*. Het is niet uit te sluiten of er meerdere exoten nog zijn aangetroffen.

4.9 Zwin

4.9.1 Zachsubstraat

De Marine Biology Research Group van de Universiteit Gent heeft tussen april 2019 en juni 2020 op maandelijkse basis de macrobenthos bemonsterd. Bij deze monitoring is sediment en macrobenthos > 1 mm verzameld. Er is op 3 locaties (zanderig, modderig en modderig-hoog) in het 'oude' gedeelte van de Zwin gemonitord en op drie locaties (zanderig, modderig en modderig-hoog) in het uitgebreide gedeelte van de Zwin (Figuur 105) (Cosyns et al., 2022).

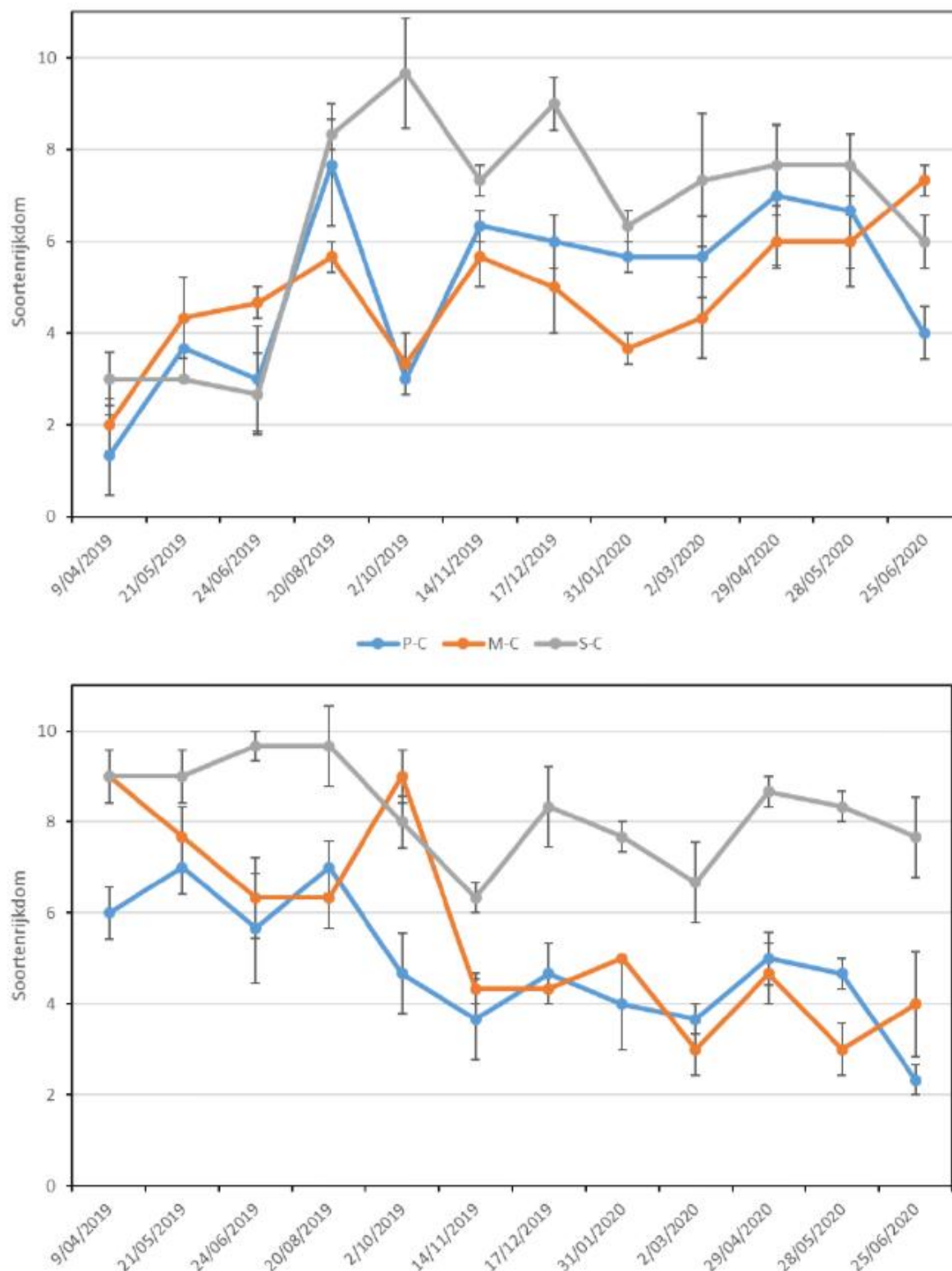
De evolutie van de gemiddelde soortenrijkdom van de macrobenthos gemeenschap in de slikbodem in de Zwinuitbreiding en oude vlakte is weergegeven in Figuur 106. In de Zwinuitbreiding was er tijdens de zomerperiode een sterke toename in soortenaantal te zien op de locaties 'S' en 'P'. Locatie 'M' werd tijdens deze periode juist gekoloniseerd door de zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*) en de vestiging van juvenielen van tweekleppige weekdieren zoals het nonnetje (*Macoma balthica*). De hoogste soortenrijkdom is gemeten in het najaar van 2019 op locatie 'S'. Op de oude vlakte was de locatie 'S-C' het meest soortenrijk. De andere locaties waren slibrijk en hadden een grote afname in soortenrijkdom in de late zomer en herfst. Een groot aantal larven van tweekleppige weekdieren en krabben verdwenen in deze periode. Een vergelijking van de soortensamenstelling van de oude en nieuwe vlakte laat zien dat de zeldzame soorten *Jassa* sp., *Malacocerus* sp. en het bulldozerkreeftje (*Urothoe brevicornis*) wel op de oude vlakte zijn waargenomen, maar niet in de Zwinuitbreiding (Tabel 13). Soorten die juist alleen op de nieuwe vlakte zijn waargenomen zijn kokkel *Cerastoderma* sp., het wadslakje *Peringia* sp. en de strandgaper.



Figuur 105 Monsternamelocaties van biologische (macrobenthos) en abiotische (mediane korrelgrootte, slijfracatie en fractie organisch materiaal) sediment eigenschappen in de oude vlakte (locaties P-C, M-C, S-C) en nieuwe vlakte van Zwinuitbreiding (Locaties P, M, S) (Cosyns et al., 2022).

Tabel 13 Gemiddelde en maximale dichtheid van macrobenthos taxa en soorten in de slikbodem in de oude en nieuwe vlakte van het Zwin (Cosyns et al., 2022).

	Nieuwe vlakte			Oude vlakte		
	Gem(m ²)	SE	Ma5. (m ²)	Gem (m ²)	SE	Ma5. (m ²)
Amphipoda						
Amphipoda sp.1	0,0	0,0	0	3,9	6,8	140,4
Amphipoda sp.2	1,0	1,7	35,1	0,0	0,0	0
Jassa sp.	0,0	0,0	0	6,8	11,8	245,7
Urothoe brevicornis	0,0	0,0	0	1,0	1,7	35,1
Bivalvia						
Abra tenuis	12,7	6,5	105,3	75,1	61,6	1193,4
Cerastoderma sp.	5,9	4,5	70,2	0,0	0,0	0
Macoma balthica	52,7	42,5	772,2	39,0	31,2	596,7
Mya arenaria	1,0	1,7	35,1	0,0	0,0	0
Scrobicularia plana	24,4	17,9	351	60,5	16,9	210,6
Decapoda						
Megalopa larvae	196,0	201,1	3755,7	73,1	43,2	631,8
Gastropoda						
Peringia sp.	6,8	8,7	175,5	0,0	0,0	0
Insecta						
Chironomidae larvae	15,6	9,5	140,4	195,0	73,3	912,6
Nematoda	3,9	3,2	35,1	26,3	16,1	245,7
Nemertea	4,9	4,3	70,2	19,5	15,6	245,7
Oligochaeta	94,6	52,6	842,4	3561,7	1372,5	21270,6
Polychaeta						
Aphelochaeta marioni	93,6	42,6	526,5	1709,2	1023,3	15408,9
Capitella capitata	21,5	22,2	456,3	5,9	4,5	70,2
Eteone longa	453,4	135,4	2106	167,7	61,6	772,2
Hediste diversicolor	1855,4	517,9	5967	1969,5	459,1	7546,5
Heteromastus filiformis	1052,0	439,0	6914,7	2039,7	710,4	8915,5
Malacoceros sp.	0,0	0,0	0	14,6	9,8	140,4
Phyllodoce sp.	2,0	3,4	70,2	0,0	0,0	0
Polydora cornuta	1068,6	712,1	12916,8	50,7	46,3	807,3
Pygospio elegans	429,0	338,0	6318	372,5	245,8	4598,1
Spionidae sp.	3,9	3,2	35,1	11,7	10,8	210,6
Streblospio benedicti	893,1	308,0	4598,1	34,1	18,0	245,7
Terbellidae sp. juv.	1,0	1,7	35,1	5,9	8,6	175,5

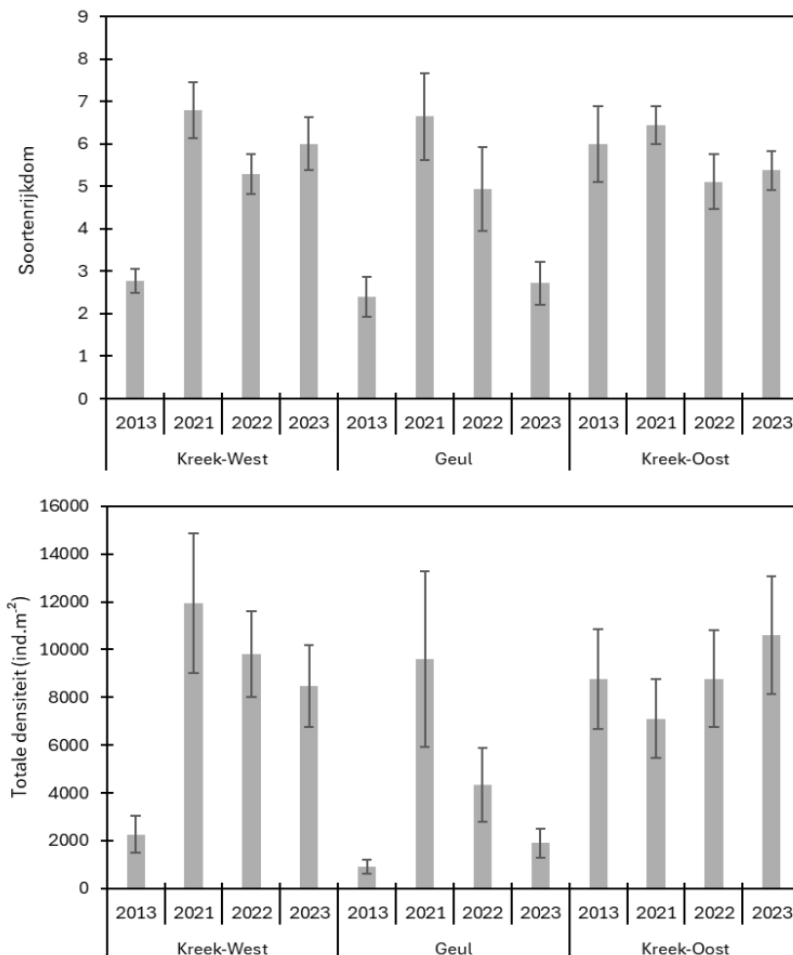


Figuur 106 Evolutie van de gemiddelde soortenrijkdom van de macrobenthos gemeenschap in de slikbodem in de Zwinuitbreiding (P, M, S) en oude vlakte (P-C, M-C, S-C) tussen 9 april 2019 en 25 juni 2020 (Cosyns et al., 2022).

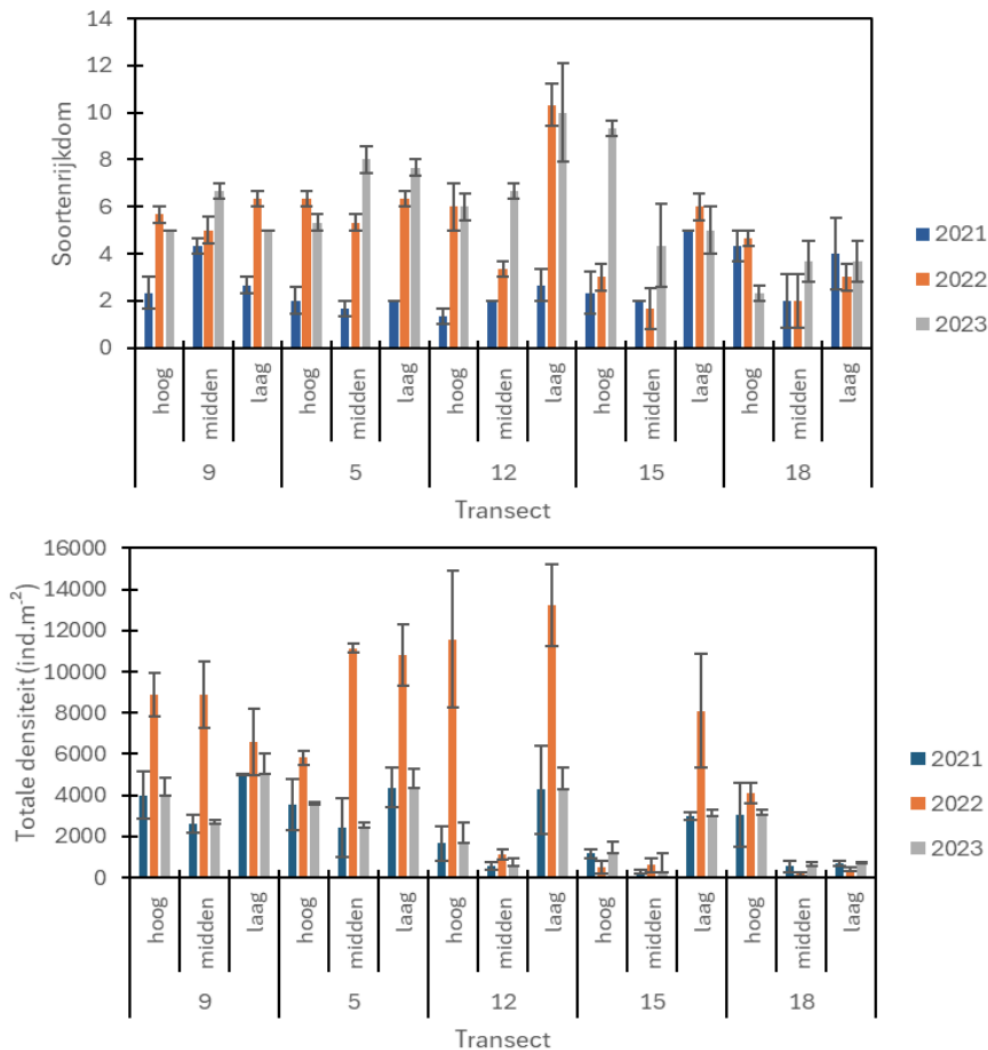
In 2013, 2021, 2022 en 2023 is het macrobenthos in het Zwingebied (zowel de Oude vlakte als de Nieuwe vlakte) ook bemonsterd. Hiervoor zijn met een steekbuis tijdens laagwater stalen genomen tot op een diepte van 40 cm. Voor de locaties van de monsters, zie paragraaf 3.10, Figuur 52 en Figuur 53. Op de Oude vlakte is in de westelijke kreek een afname van hydrodynamiek en is van 2013 naar 2021 een trend naar een soortenrijkere macrobenthos gemeenschap

te zien (Figuur 107). Ook neemt in deze periode de totale densiteit toe. De gemeenschap werd gedomineerd door de borstelworm *Alphelochaeta marioni*, een typische slibsoort. In de geul nam van 2013 naar 2021 het soorten aantal en totale densiteit ook toe, maar hier vertoonde de gemeenschap een typisch successie patroon na een verdieping en verbreding van de geul. Eerst waren er hoge dichtheden van de borstelworm *Pygospio elegans* en rode draadworm *Heteromastus filiformis* in 2021, gevolgd door blijvende dominantie van rode draadworm en afname van *Pygospio elegans* ten koste van de zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*) in 2022 en 2023. Ook de Kreek-Oost evolueerde naar een gemeenschap die gedomineerd werd door rode draadworm, terwijl het aandeel oligochaeten toenam na 2021 ten koste van typische slibsoorten. In Kreek-Oost bleef het soorten aantal en de totale densiteit wel onveranderd gedurende de studieperiode. In het Oude Zwin zijn bij bemonsteringen naar mollusken tussen 2012 en 2020 ook 21 soorten aquatische mollusken aangetroffen.

In de Nieuwe vlakte evolueerde de macrobenthos gemeenschap volgens de verwachtingen: een transitie van een door opportunistische soorten gedomineerde gemeenschap in het eerste jaar na de dijkopening naar een soortenrijkere gemeenschap (Figuur 108). Hier zijn eerst populaties zeeduizendpoot en rode draadworm gevestigd. Sinds 2021 en 2022 droegen daarnaast langlevende belangrijke prooi soorten voor wadvogels, zoals kokkel, platte slijkgaper en tere dunschaal, in belangrijke mate bij aan de hoge macrobenthos biomassa in de slibrijke sedimenten (transecten 5, 9 en 12). In de slibarme transecten (15 en 18) waren de evoluties in soorten aantal veel beperkter.



Figuur 107 Evolutie van de gemiddelde soortenrijkdom en totale dichtheid van het macrobenthos in de geul en zijkreken van de Oude Zwinvlakte in 2013, 2021, 2022 en 2023 (Cosyns et al., 2024).



Figuur 108 Evolutie van de gemiddelde soortenrijkdom en totale dichtheid van het macrobenthos in de slikbodem op de 3 locaties langs de 5 transecten in de Zwinuitbreiding in 2021, 2022 en 2023 (Cosyns et al., 2024).

4.9.2 Toetsing

Biomassa

Op de Oude Zwinvlakte is na de ingrepen in 2016 de totale dichtheid toegenomen in de geul en de westelijke kreek, waarna deze tussen 2021 en 2023 gestabiliseerd is. In de kreek ten oosten van de geul is de totale dichtheid vrijwel gelijk gebleven. In de Zwinuitbreiding was er na de ingreep in 2019 een piek in totale dichtheid te zien in 2022, waarna deze weer terugzakte naar het niveau van 2021. Wel name de soortenrijkdom in de slibrijke transecten in de Zwinuitbreiding toe van 2021 tot 2023.

Sleutelsoorten

De macrobenthos gemeenschap in de Oude Zwinvlakte wordt gedomineerd door Annelida. Wel zijn er ook 21 soorten aquatische mollusken aangetroffen van 2012 tot 2020. De verhouding in biomassa is niet bekend. In de Zwinuitbreiding zijn er sinds 2021 kokkels aangetroffen die in belangrijke mate bijdragen aan de hoge macrobenthos biomassa in de slibrijke sedimenten.

Exoten

Van de soorten in beschreven in Tabel 13 is de *Polydora cornuta* een exoot in Nederland. *Streblospio benedicti* is eveneens een exoot.

5 Vissen

5.1 Trends Westerschelde

Voor de metingen van vis-aantallen in de Westerschelde zijn twee vangstmethoden gebruikt en separaat geanalyseerd. De vangstmethoden zijn de boomkor en ankerkuil. Met de boomkor waren haring (*Clupea harengus*) en brakwatergrondel (*Pomatoschistus microps*) zijn de enige soorten die een stijging vertonen over de hele Westerschelde ten opzichte van de voorgaande T-periode. Fint (*Alosa fallax*), spiering (*Osmerus eperlanus*), bot (*Platichthys flesus*), schol (*Pleuronectes platessa*) en dikkopje (*Pomatoschistus minutus*) zijn de enige soorten die een daling vertonen over de hele Westerschelde ten opzichte van de voorgaande T-rapportage. Resultierend van het onderzoek met de ankerkuil, de glasgrondel (*Aphia minuta*), haring (*Clupea harengus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), spiering (*Osmerus eperlanus*), bot (*Platichthys flesus*), schol (*Pleuronectes platessa*), brakwatergrondel (*Pomatoschistus microps*) en dikkopje (*Pomatoschistus minutus*) zijn de enige soorten die een daling vertonen over de hele Westerschelde ten opzichte van de voorgaande T-periode, er was geen sprake van stijging bij een soort.

5.2 Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder

Aangezien de ontwikkelingen in de Hertogin Hedwigepolder kortgeleden van start zijn gegaan zijn er nog geen gegevens beschikbaar betreffende visstand ontwikkeling. In de modelstudie van (Belzen et al., 2018) is vis geen onderwerp van analyse en prognoses.

5.3 Knuitershoek en Baalhoek

Bij deze buitendijkse maatregelen heeft bewust geen vismonitoring plaats gevonden, aangezien dat niet aansluit op de doelstellingen van dit project. Desondanks kan het project positieve gevolgen hebben voor vis. Wanneer het deel van de strekdammen wat onderwater ligt enige variëteit en onregelmatigheid vertoont, zoals holtes, kunnen vissen dit gebruiken als schuilplaats en kraamkamers. Deze schuilplaatsen en kraamkamers zijn beschermd van menselijke invloeden zoals visserij, baggerwerkzaamheden en bouw. Ook is er bescherming tegen predatoren. De structuren, mits goed ingericht, zullen op hun beurt niet alleen bescherming bieden aan jonge vis, maar ook aan tal van andere organismen. Hiermee zal het ecosysteem een natuurlijke 'boost' ontvangen. Zoals in Beck et al., (2001) en Dahlgren et al. (2006) wordt aangegeven, is een dergelijke structuur meer dan alleen een plaats met (jonge) vis: het is een "habitat wat bijdraagt aan een groter dan gemiddeld aantal individuen aan de volwassen populatie van een soort op een bepaald oppervlak, in vergelijking met andere habitats gebruikt door jonge vis" (Dahlgren et al., 2006). Daarnaast biedt het laagdynamische gebied betere kansen voor macrobenthos, en daarmee meer voedsel voor vissen die op het macrobenthos foerageren.

5.4 Zimmerman

Er heeft geen vismonitoring plaats gevonden bij Zimmerman aangezien het projectgebied geen specifiek belang heeft voor vissen. Het gebied kan bij hoogwater wel worden gebruikt als foerageer- of doortrekgebied.

5.5 Ossenisse

Er heeft geen vismonitoring plaatsgevonden bij Ossenisse aangezien het projectgebied geen specifiek belang heeft voor vissen. Het gebied kan bij hoogwater wel worden gebruikt als foerageer- of doortrekgebied.

5.6 Bath

Er heeft geen vismonitoring plaatsgevonden bij Bath aangezien het projectgebied geen specifiek belang heeft voor vissen. Het gebied kan bij hoogwater wel worden gebruikt als foerageer- of doortrekgebied.

5.7 Perkpolder

Ook bij Perkpolder vindt geen vismonitoring plaats, aangezien dat niet aansluit bij de doelstellingen van het project. Het ontstane gebied kan echter wel foerageergebied voor vissen opleveren. Omdat in het nieuwe gebied laagdynamisch areaal ontstaat biedt dit foerageercapaciteit voor met name platvissen en andere vissen die hun voedsel van de bodem halen.

5.8 Zwin

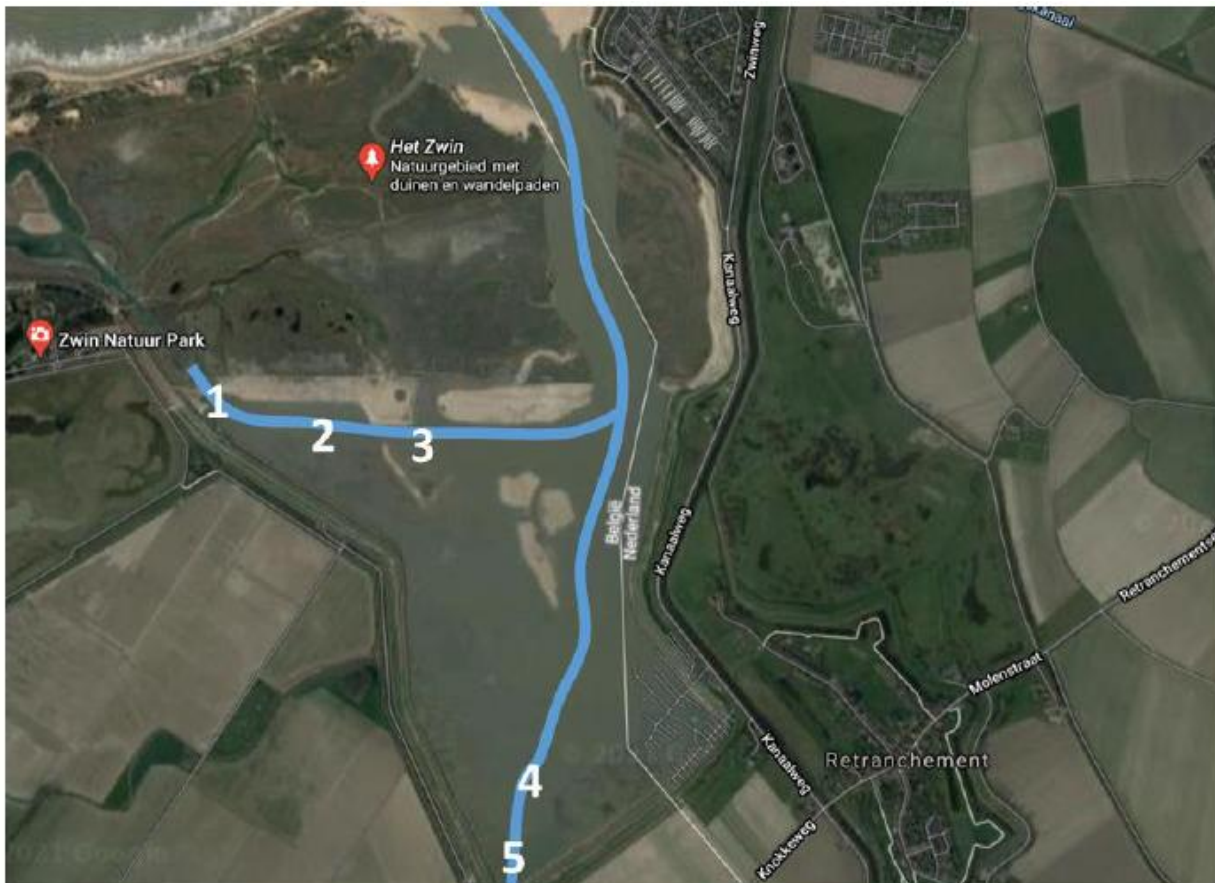
Op de Oude vlakte zijn in mei of juni en oktober 2013, 2022 en 2023 monsters genomen om de samenstelling van de nektongemeenschap te bepalen. De monsters zijn genomen in Kreek-West en Kreek-Oost door middel van fuiken (bij laagwater) en blocknetten (bij hoogwater). De brakwatergrondel was in alle jaren een abundante soort en was duidelijk abundanter in het najaar dan het voorjaar. Andere vissoorten zoals kleine zandspiering, koorbaarvis en haring werden sporadisch ook in hoge aantallen in de zijkreken van de oude vlakte aangetroffen. Zeebaars, harder en bot kwamen voor het opvullen van de westelijke doorbraakgeul vaak in hoge aantallen in Kreek-West voor, maar kwamen daar in 2022 en 2023 slechts nog sporadisch en in lage aantallen voor.

Tabel 14: Nektongemeenschap monsters genomen in vanaf 2010 tot en met 2023. Bij Kreek-West en Kreek-Oost.

		Kreek-West								Kreek-Oost			
		2010	2010	2013	2013	2022	2022	2023	2023	2022	2022	2023	2023
		9 juni	20 oktober	6 juni	17 oktober	25 mei	24 oktober	6 juni	11 oktober	24 mei	21 oktober	31 mei	12 oktober
>15 mm (deelstaal)													
<i>Ammodytes toianus</i>	Kleine zandspiering	0	2	0	0	0	0	0	0				
<i>Angulia angulia</i>	Paling	0	0	0	0	0	0	1	0				
<i>Carcinus maenas</i>	Strandkrab	161	87	10	4	1	12	0	7				
<i>Clupea harengus</i>	Haring	0	0	0	48	0	0	0	0				
<i>Crangon crangon</i>	Grijze garnaal	4	86	4	0	0	0	0	0				
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	0	19	0	0	0	6	3	1				
<i>Mugilidae sp.</i>	Harder	2	2	0	0	0	0	1	0				
<i>Pleuronectes flesus</i>	Bot	6	23	1	0	0	0	0	0				
<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol	2	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Pomatoschistus microps</i>	Brakwatergrondel	0	8	0	0	0	0	0	0				
>5mm(volledige vangst)													
<i>Ammodytes tobianus</i>	Kleine zandspiering	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0
<i>Atherina presbyter</i>	Koorbaarvis	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	21
<i>Carcinus maenas</i>	Strandkrab	12	17	15	10	12	3	15	1	2	2	16	0
<i>Clupea harengus</i>	Haring	0	1	0	165	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crangon crangon</i>	Grijze garnaal	5	20	54	29	16	16	0	0	5	0	58	8
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	0	29	0	3	0	2	0	2	0	0	0	2
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Driedoornige stekelbaars	0	0	0	3	0	0	00	0	0	0	0	0
<i>Hediste diversicolor</i>	Zeeduizendpoot	8	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Mugilidae sp.</i>	Harder	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Osmerus eperianus</i>	Spiering	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Palaemonetes varians</i>	Brakwatersteugarnaal	0	0	0	1	7	46	2	45	0	0	0	4
<i>Pleuronectes flesus</i>	Bot	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus microps</i>	Brakwatergrondel	0	67	0	177	17	79	4	79	0	211	3	2839
<i>Praunus flexuosus</i>	Geknikte aasgarnaal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0

Eind juni en begin juli 2021 zijn er in de Zwinuitbreiding 5 fuiken geplaatst voor de monitoring van het habitatgebruik van de vissen (Cosyns et al., 2022). De fuiken zijn geplaatst in de twee hoofdgeulen van het Zwin, zie Figuur 109. Na 48 uur zijn de fuiken opgehaald en de soorten geteld en gedetermineerd. Op locatie 4 is de fuik na 24 uur weggehaald doordat het gebied moeilijk toegankelijk werd door de grote hoeveelheid slib. In de fuiken zijn in totaal zeven vissoorten gevangen waarvan één zoetwatersoort, de blauwband (*Pseudorasbora parva*). Drie katadrome vissoorten zijn er gedetermineerd: de bot (*Platichthys flesus*), dunlipharder (*Liza ramada*) en paling (*Anguilla anguilla*). En drie mariene soorten waren er gevangen in de fuiken: goudharder (*Liza aurata*), sprot (*Sprattus sprattus*) en zeebaars (*Dicentrarchus labrax*). Tevens zijn er op locatie 1 ook een honderdtal strandkrabben gevangen (*Carcinus maenas*). De soorten die het meest voorkwamen in de netten, waren de dunlipharder en zeebaars, gevolgd door paling en goudharder. De vangst van de zeebaars, paling, dunlipharder en bot betrof voornamelijk adulte vissen.

De vangst betrof zowel juveniele als adulte katadrome en mariene soorten, aantonend dat de zwinuitbreiding zowel als foerageergebied en kraamkamer door de soorten werd benut. Het voorkomen van de bot, die jaagt op ongewervelden, wijst erop dat er een goede basis is van de voedselketen en een goed aantal diverse bodemdiersoorten (Cosyns et al., 2022). Het verschil in de vangstaantallen op de tweede dag was substantieel lager vergelijken met dag 1. Er kan gespeculeerd worden dat de vissen na de eerste dag de netten wellicht associeerden met gevaar en deze vermeden hebben.



Figuur 109 Vislocaties in de hoofdstromen (blauw) van de Zwinuitbreiding (Cosyns et al., 2022).

Tabel 15 Vangstaantallen van de vissen op de 5 fuiklocaties in het Zwin uit Cosyns et al. (2022) en additionele.

Datum	Locatie	Paling	Zeebaars	Dunlipharder	Goudharder	Bot	Sprot	Blauwband
30/06/ 2021	1	8	0	0	0	1	0	0
	2	3	ca. 5	ca. 50	0	2	1	0
	3	0	ca.10	1	ca. 20	1	0	0
	4	2	ca. 20	ca. 20	0	0	1	0

	5	10	ca. 30	5	0	1	0	3
	Totaal	23	ca. 65	ca. 76	ca. 20	5	2	3
1/07/2021	1	0	0	0	0	1	0	0
	2	0	0	0	0	1	0	0
	3	1	1	1	ca.10	3	3	0
	4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	5	4	6	4	0	1	0	2
	Totaal	5	7	5	ca.10	6	3	2

In juni en oktober 2023 werd het nekton in de nieuwe vlakte opnieuw bemonsterd door middel van fuiken op locaties 1 (bij de voetgangersbrug) en 5 (bij het pompgemaal) uit Figuur 109. In totaal werden er 6 soorten gevangen (Tabel 16), die met uitzondering van schol allemaal zowel ter hoogte van de pomp als de voetgangersbrug en zowel in juni als oktober werden aangetroffen. Dunlippharders, zeebaarsen en paling kwamen in hogere aantallen voor in juni. Harder, zeebaars en paling leken een voorkeur te hebben voor de geul ter hoogte van de pomp. Mogelijk kwam dit doordat zij werden aangetrokken tot het effluent van het gemaal dat voedsel met zich meebrengt uit de polder. Het kan ook zijn dat katadrome vissoorten, zoals de paling, aangetrokken werden tot het relatief zoetere water ter hoogte van het gemaal.

Tabel 16: aantal individuen per gevangen nekton soort in de nieuwe vlakte in juni en oktober 2023.

Soort(NL)	species		pomp		voetgangersbrug	
			06/06/2023	18/10/2023	06/06/2023	18/10/2023
		visduur	16u30	17u	18u	18u30
Paling	<i>Anguilla anguilla</i>		6	0	1	1
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>		6	1	1419	32
Dunlippharder	<i>Liza ramada</i>		15	0	2	0
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>		39	7	3	13
Bot	<i>Platichthys flesus</i>		0	1	1	0
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>		0	1	0	0

5.8.1 Toetsing

Het toetsen aan de parameters Intactness-Index, sleutelsoorten en exoten, kan nog niet volledig worden uitgevoerd.

6 Vogels

6.1 Trends Westerschelde

6.1.1 Telmethodiek

6.1.1.1 Hoogwatervluchtplaatsen

In de Westerschelde worden maandelijks met hoogwater de watervogels geteld. De meeste vogels bevinden zich dan op hoogwatervluchtplaatsen, waar ze relatief gemakkelijk geteld kunnen worden. Voor de Westerschelde zijn gegevens beschikbaar uit de periode juli 1987 – juni 2021. Tot maart 2013 werd maandelijks de gehele Westerschelde geteld. Vanaf deze maand is de opzet van de tellingen gewijzigd: in de maanden mei, augustus, november, december, januari en februari wordt de gehele Westerschelde geteld, terwijl in de overige maanden alleen de belangrijkste gebieden in de vorm van steekproeven worden geteld. Voor de jaarlijkse overzichten van de aantallen vogels in de Westerschelde worden de telgegevens gecorrigeerd door Sovon Vogelonderzoek Nederland voor niet getelde (delen van) gebieden.

6.1.1.2 Broedvogels

In de Westerschelde worden in het kader van de MWTL-metingen (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) van kustbroedvogels in de Westerschelde jaarlijks de aantallen broedparen bepaald. Zeven hiervan zijn sleutelsoorten: bontbekplevier, dwergstern, grote stern, kluut, strandplevier, visdief en zwartkopmeeuw. Bij de MWTL-metingen wordt een iets ruimere begrenzing aangehouden dan de begrenzing van het Natura 2000-gebied.

6.1.2 Broedvogels

In het Deltagebied broeden verschillende soorten kustbroedvogels in nationaal en internationaal belangrijke aantallen (Strucker et al. 2016). De Hooge Platen in de Westerschelde vormen een belangrijk broedgebied voor grote stern, visdief, dwergstern en zwartkopmeeuw. Kustbroedvogels zijn zeer afhankelijk van dynamische gebieden, waar regelmatig nieuwe broedlocaties ontstaan. Wanneer er geen nieuwe locaties ontstaan, neemt de broedgelegenheid geleidelijk verder af. Dit geldt op korte termijn voor bontbekplevier, kluut, strandplevier en visdief, maar op iets langere termijn ook voor grote stern en dwergstern. De twee andere broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde zijn bruine kiekendief en blauwborst.

Tabel 17 laat zien dat in grote lijnen de aantallen van de meeste soorten kustbroedvogels zich beneden hun instandhoudingsdoel bevinden. Dit geldt zowel voor het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe als voor de ruimere begrenzing. Binnen het Natura 2000-gebied bereikt alleen de zwartkopmeeuw in de meeste jaren zijn instandhoudingsdoel. Voor de bruine kiekendief wordt het instandhoudingsdoel in alle jaren gehaald. Hetzelfde geldt ook voor de zwartkopmeeuw met uitzondering van 2021. Voor de blauwborst is dit onduidelijk omdat er tellingen ontbreken. Voor de bontbekplevier, dwergstern, grote stern, kluut, strandplevier en de visdief wordt het instandhoudingsdoel niet gehaald (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2023a).

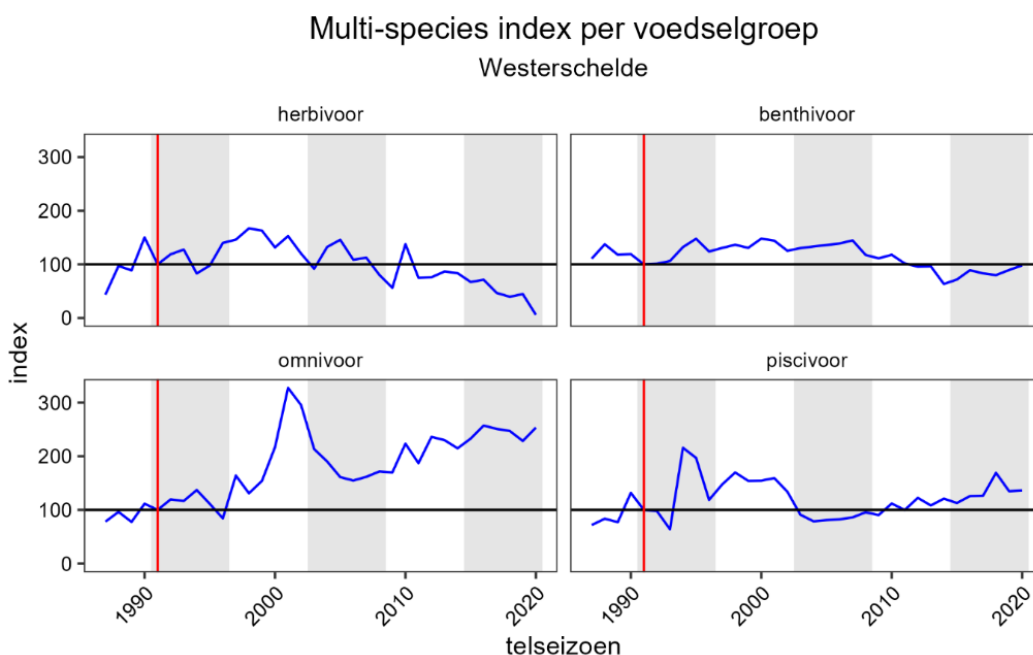
Tabel 3 Vergelijking van de aantallen broedvogelsoorten binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe met de instandhoudingsdoelen/minimum doelaantallen genoemd in het Beheerplan. Getallen tussen haakjes betreffen onvolledige tellingen. Groen = positieve evaluatie en rood = negatieve evaluatie. De aantallen zijn ontleend aan www.sovon.nl (Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS, provincies) (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2023).

Soort	IHD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Beoordeling
Blauwborst	450	?	[340]	?	?	?	?	
Bontbekplevier	28	14	19	8	9	5	7	
Bruine kiekendief	20	[23]	[28]	[23]	[26]	[26]	[24]	
Dwergstern	226	181	108	0	24	5	75	
Grote stern	3.866	2.472	2.045	2.151	2.650	3.450	110	
Kluut	203	198	200	104	194	92	98	
Strandplevier	23	19	14	9	24	19	12	
Visdief	1,410	854	652	680	408	555	636	
Zwartkopmeeuw	419	516	1.305	902	1.402	647	269	

6.1.3 Niet-broedvogels

Voor 31 soorten niet-broedvogels is een instandhoudingsdoel geformuleerd. In T2021 (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2023) is geëvalueerd in hoeverre dit doel in de (toen) laatste zes telseizoenen is gehaald. In de laatste zes telseizoenen voldeden 14 van de 31 soorten aan het criterium dat in drie van de zes seizoenen het instandhoudingsdoel gehaald moet worden (Tabel 18). Dit zijn bergeend, drieteenstrandloper, kanoet, kleine zilverreiger, kluut, krakeend, lepelaar, scholekster, slechtvalk, slobbeend, wintertaling, wulp, zeearend en zilverplevier. De overige 17 soorten halen het instandhoudingsdoel niet.

Voor de Westerschelde zijn vier voedselgroepen onderscheiden: herbivoren, bodemfauna-eters, omnivoren en viseters. Deze groepen laten een verschillend patroon zien (Figuur 110): een afname bij de herbivoren en benthivoren, en een toename bij de omnivoren en viseters. Bij de benthivoren trad na 2015 enig herstel op (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2023b).



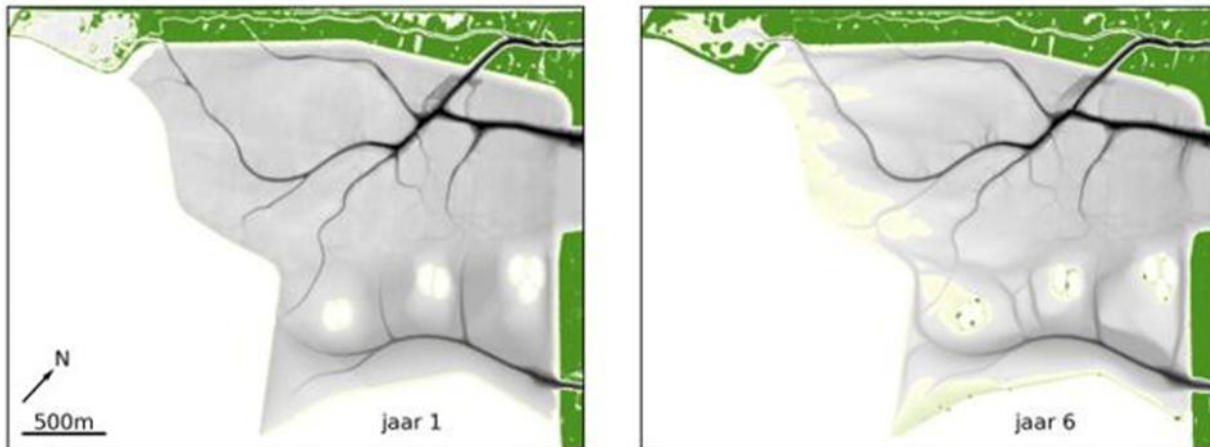
Figuur 110 De MSI berekend per voedselgroep op basis van de indexwaarde van niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2023b).

Tabel 18 Overzicht van het seizoengemiddelde van niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel (IHD) voor de Westerschelde in de periode 2015/16 -2020/21. Er is sprake van een positieve beoordeling indien het seizoengemiddelde van een soort in drie van de zes seizoenen boven het IHD zit. Rood = negatieve beoordeling, groen = positieve beoordeling. De aantallen zijn ontleend aan www.sovon.nl (Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS, provincies) (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2023b).

Soort	IHD	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	Beoordeling
Bergeend	4.500	7.573	7.733	8.456	11.708	9.115	6.862	
Bontbekplevier	430	255	429	357	276	352	353	
Bonte strandloper	15.100	6.630	10.584	12.564	11.829	10.586	16.772	
Drieteenstrandloper	1.00	619	1.164	1.415	1.271	976	1.350	
Fuut	100	52	52	41	77	52	52	
Goudplevier	1.600	180	207	144	114	111	197	
Grauwe gans	16.600	5.862	7.766	5.732	5.924	5.758	6.141	
Groenpootruiter	90	41	64	40	28	70	95	
Kanoet	600	257	1.476	896	1.163	888	1.154	
Kievit	4.100	2.649	1.358	1.421	1.034	1.527	1.083	
Kleine zilverreiger	40	79	85	57	46	45	66	
Kluut	540	393	586	543	626	451	393	
Kolgans	380	392	274	224	117	166	94	
Krakeend	40	63	69	92	68	103	145	
Lepelaar	30	170	162	208	219	165	208	
Middelste zaagbek	30	6	10	9	12	12	11	
Pijlstaart	1.400	811	796	1.062	1.419	588	673	
Rosse grutto	1.200	555	508	787	627	462	796	
Scholekster	7.500	6.445	6.503	6.904	7.587	9.964	8.818	
Slechtvalk	8	12	16	13	14	16	12	
Slobeend	70	180	156	145	85	158	143	
Smient	16.600	6.622	8.897	5.552	4.535	4.343	6.924	
Steenloper	230	132	212	242	187	222	241	
Strandplevier	80	8	4	5	4	12	8	
Tureluur	1.100	513	795	764	710	839	825	
Wilde eend	11.700	5.517	6.863	5.314	6.658	4.618	4.579	
Wintertaling	1.100	1.086	1.744	1.142	1.209	850	1.016	
Wulp	2.500	3.130	3.665	3.741	3.778	3.523	3.437	
Zeearend	2	3	2	1	2	1	2	
Zilverplevier	1.500	1.542	1.485	1.565	1.351	1.483	1.574	
Zwarte ruiter	270	85	58	38	46	58	70	

6.2 Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder

Aangezien de ontwikkelingen in de Hertogin Hedwigepolder kortgeleden van start zijn gegaan zijn er nog geen gegevens beschikbaar betreffende de ontwikkelingen rondom de vogelstanden in de omgeving. De modelstudie van van Belzen et al. (2018) heeft betrekking op morfologie, waterbeweging en vegetatieontwikkeling en de ontwikkelingen van vogels zijn hierin niet meegenomen. Wel blijkt uit de modelstudie dat vegetatie ontwikkeling op de vogeleilanden in de Prosperpolder naar verwachting al in de eerste 6 jaar na opening plaats zal vinden (Figuur 111).



Figuur 111 Vegetatieontwikkeling (groene stippen) op de aangelegde vogeleilanden (witte vlakken in het zuidelijke deel van de polder) in de eerste 6 jaar na opening.

6.3 Knuitershoek

6.3.1 Methode

Slikken vormen bij laag water een belangrijk foerageergebied voor veel soorten watervogels, waaronder steltlopers zoals kluut, scholekster, bonte strandloper, en de bergeend. Het gebruik van de projectgebieden door vogels zal in belangrijke mate afhangen van de ontwikkeling van het bodemleven. Daarnaast zijn andere factoren van belang, zoals de droogvalduur en de nabijheid van andere foerageergebieden. Verstoring kan een negatieve impact hebben op het gebruik van het gebied door vogels en moet mee in beschouwing genomen worden (Bouma et al. 2016).

Voor de monitoring zullen de vogels vier keer per jaar bij laag water geteld worden in het hele gebied. De laagwatertellingen moeten inzicht geven in de foerageerfunctie van het gebied. Er wordt twee keer geteld in de periode augustus, en twee keer in de winterperiode (december t/m maart). De twee gebieden worden op dezelfde dag geteld, en alle soorten worden geteld en in kaart gebracht waar ze in het gebied voorkomen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen foeragerende en niet-foeragerende vogels. Daarnaast zal bij hoogwater gekeken worden in hoeverre de strekdammen de functie als hoogwatervluchtplaats vervullen (Bouma et al. 2016).

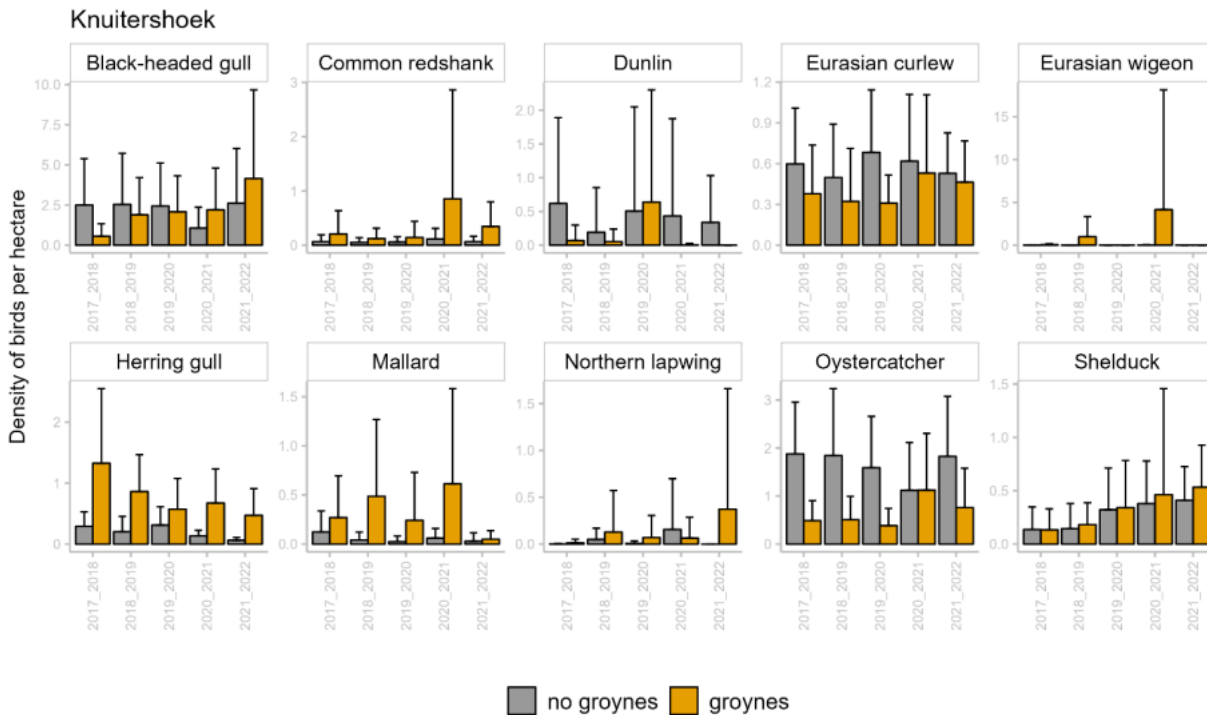
De vogel werkgroep de "Steltkluut" voert sinds augustus 2017 maandelijks een hoog- en een laagwater telling uit. Tijdens de hoogwatertelling wordt onderscheidt gemaakt tussen de dijk en de aangelegde hoogwatervluchtplaatsen. Verstoringsbronnen tijdens de telling worden apart genoteerd (Wallis, 2018). De telgebieden zijn te vinden in Figuur 112.



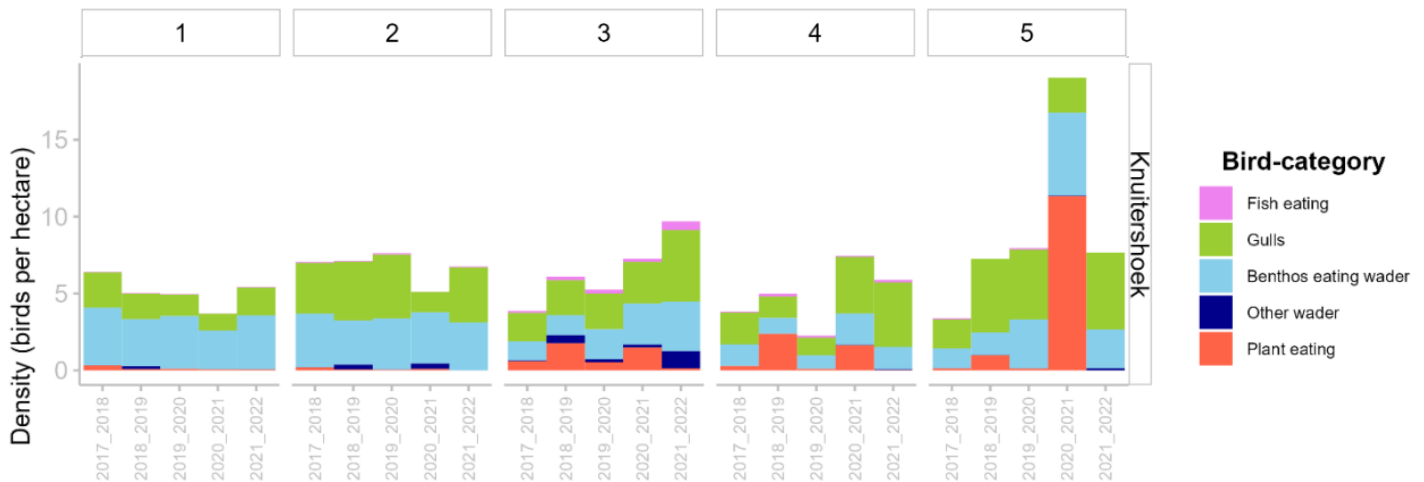
Figuur 112 Overzicht van de vogeltelvakken bij Knuitershoek, de zwarte lijnen geven de strekdammen weer (ingericht als HVP) (Wiesenborn et al. 2018).

6.3.2 Resultaten

Sinds de vogeltellingen in 2018 zijn de 10 meest voorkomende vogels nagenoeg hetzelfde gebleven, alleen de rosse grutto heeft plaats gemaakt voor de kievit in de periode 2018 t/m 2022. In de periode 2018 t/m 2022 is de Knuitershoek met name bezocht door kokmeeuwen, scholeksters, zilvermeeuwen, wulpen, bonte strandlopers, wilde eenden, tureluurs, bergeenden, kieviten en smienten (Van der Werf et al., 2022). Figuur 113 laat het aantal vogels per hectare zien van de tien meest getelde soorten. Tot 2018 maakten in Knuitershoek meer vogels gebruik van het nevengebied dan van het projectgebied, maar de afgelopen 3 jaar is er een lichte toename in het aantal vogels in het projectgebied gezien tot het niveau waar het aantal vogels in het project- en het nevengebied rond hetzelfde niveau zat (Van der Werf et al., 2022). Een mogelijke verklaring voor de toename in vogelaantallen in het projectgebied kan zijn dat er een toename is waargenomen in het aantal bentische organismen. De hoge dichtheid van bentos-etende vogels is hier een goede indicatie voor (Figuur 114). Een dergelijke correlatie tussen deze soortgroepen is echter nog niet uitgevoerd.



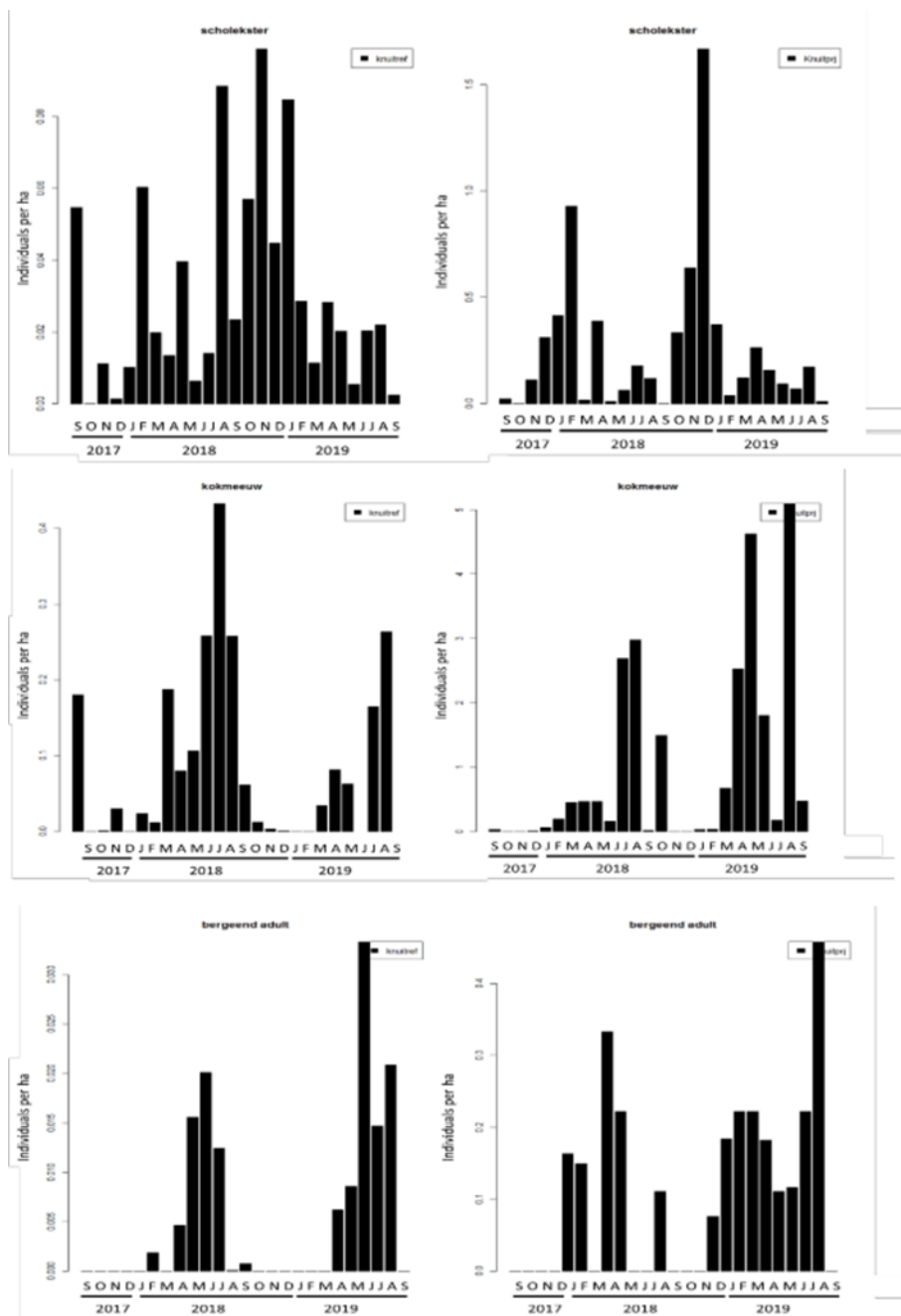
Figuur 113 Aantal vogels per hectare in Knuitershoek van de tien meest getelde soorten (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 114 Dichtheid in vogels per hectare van verschillende categorieën vogels (Van der Werf et al., 2022). Sectie 1 en 2 zijn de controle locaties, waar geen invloed is van de strekdammen. Sectie 3, 4 en 5 zijn de locaties met strekdammen. Sectie 5 is de locatie met een HVP.

De HVP's worden gebruikt, voornamelijk door bonte strandlopers, scholeksters en drieteenstrandlopers. De hoogste aantallen bonte strandlopers zijn geobserveerd in de winter, met een maximum van 4500 dieren (Wiesenborn et al. 2018).

Figuur 115 Laat de maandelijkse tellingen in 2017 t/m 2019 van foeragerende vogels in het neven- en projectgebied zien. In deze grafieken is duidelijk seizoen fluctuatie van de vogels zichtbaar. In de Knuitershoek was de kokmeeuw voornamelijk in het voorjaar aanwezig in het projectgebied terwijl scholeksters juist in de wintermaanden gebruik maakten van het gebied. Er was ook verschil in seizoen fluctuatie tussen het neven en projectgebied. Zo maakten bergeenden duidelijk gebruik van het nevengebied in het voorjaar en zomer, terwijl ze sinds november 2018 elke maand geobserveerd zijn in het projectgebied (Wiesenborn et al. 2018).



Figuur 115 Het voorkomen van foeragerende scholeksters, kokmeeuw en bergeend in het nevengebied (links) en het project gebied (rechts) van de Knuitershoek tussen september 2017 en september 2019 (Wiesenborn et al. 2018).

6.3.3 Toetsing

Aantal soorten

In Knuitershoek lijkt het aantal vogels ten opzichte van het nevengebied (referentie) niet te zijn toegenomen (Tabel 19).

Tabel 19 Toename van sleutelsoorten in Knuitershoek

Sleutelsoort	Knuitershoek
Scholekster	Geen toename t.o.v. referentie
Wulp	Geen toename t.o.v. referentie
Bonte strandloper	Geen toename t.o.v. referentie
Tureluur	Toename t.o.v. referentie
Bergeend	Toename t.o.v. referentie
Rosse grutto	Onbekend
Smient	Niet aangetroffen in 2022
Wilde eend	Toename t.o.v. referentie
Bontbekplevier	Onbekend

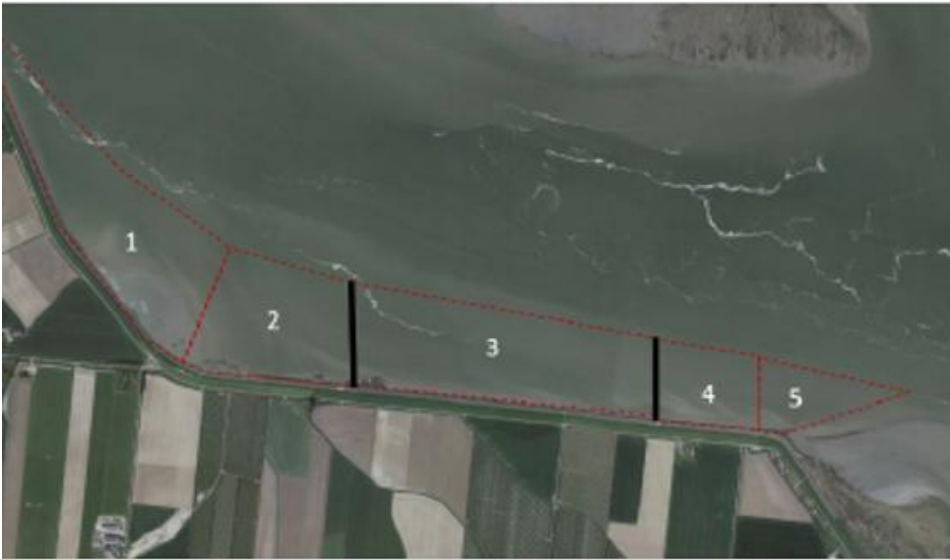
6.4 Baalhoek

6.4.1 Methode

Slikken vormen bij laag water een belangrijk foerageergebied voor veel soorten watervogels, waaronder steltlopers zoals kluut, scholekster, bonte strandloper, en de bergeend. Het gebruik van de projectgebieden door vogels zal in belangrijke mate afhangen van de ontwikkeling van het bodemleven. Daarnaast zijn andere factoren van belang, zoals de droogvalduur en de nabijheid van andere foerageergebieden. Verstoring kan een negatieve impact hebben op het gebruik van het gebied door vogels en moet mee in beschouwing genomen worden (Bouma et al. 2016).

Voor de monitoring zullen de vogels vier keer per jaar bij laag water geteld worden in het hele gebied. De laagwatertellingen moeten inzicht geven in de foerageerfunctie van het gebied. Er wordt twee keer geteld in de periode augustus, en twee keer in de winterperiode (december t/m maart). De twee gebieden worden op dezelfde dag geteld, en alle soorten worden geteld en in kaart gebracht waar ze in het gebied voorkomen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen foeragerende en niet-foeragerende vogels. Daarnaast zal bij hoogwater gekeken worden in hoeverre de strekdammen de functie als hoogwatervluchtplaats vervullen (Bouma et al. 2016).

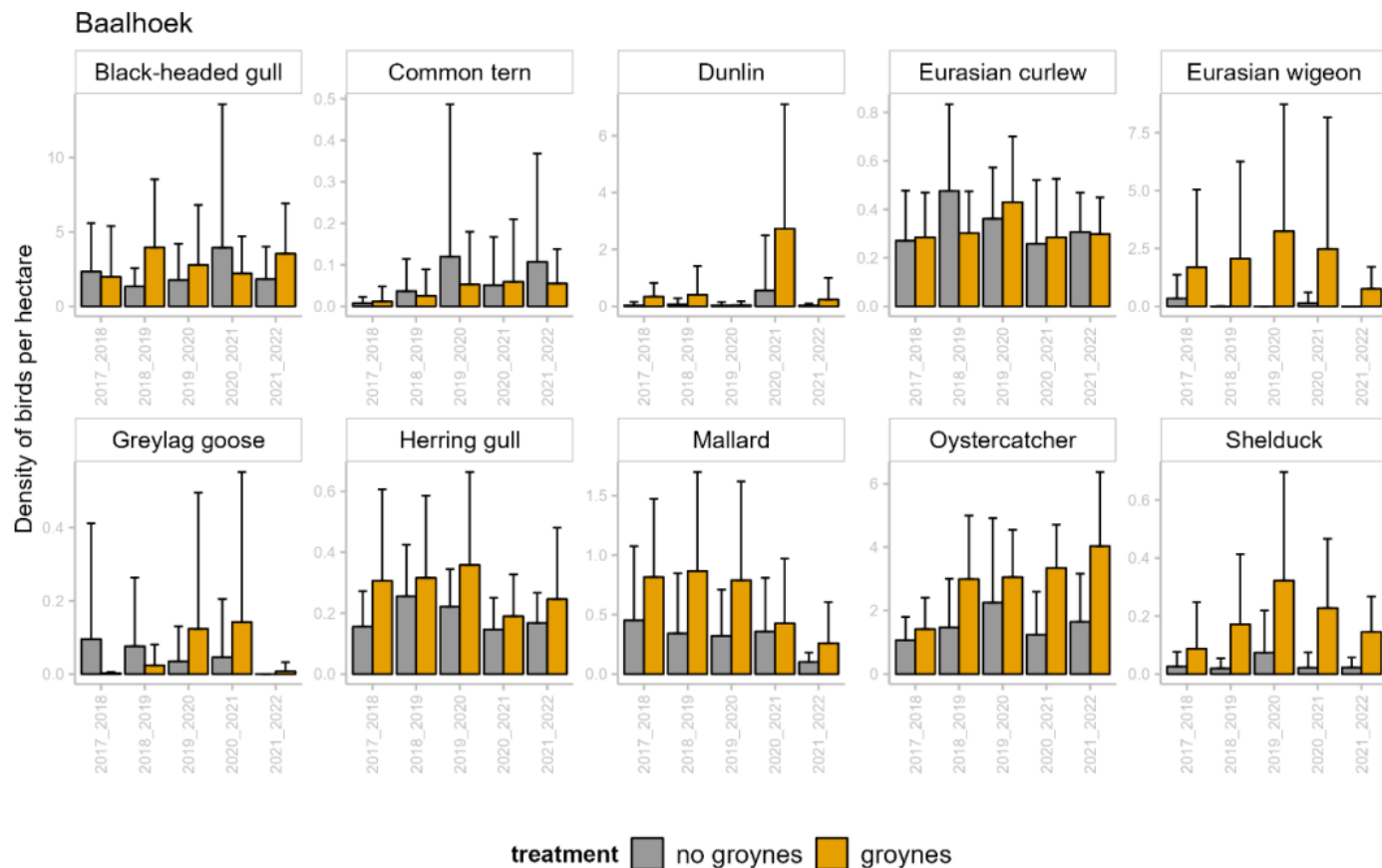
De vogel werkgroep de “Steltkluut” voert sinds augustus 2017 maandelijks een hoog- en een laagwater telling uit. Tijdens de hoogwatertelling wordt onderscheid gemaakt tussen de dijk en de aangelegde hoogwatervluchtplaatsen. Verstoringsbronnen tijdens de telling worden apart genoteerd (Wallès, 2018). Alle telgebieden zijn te vinden in Figuur 116.



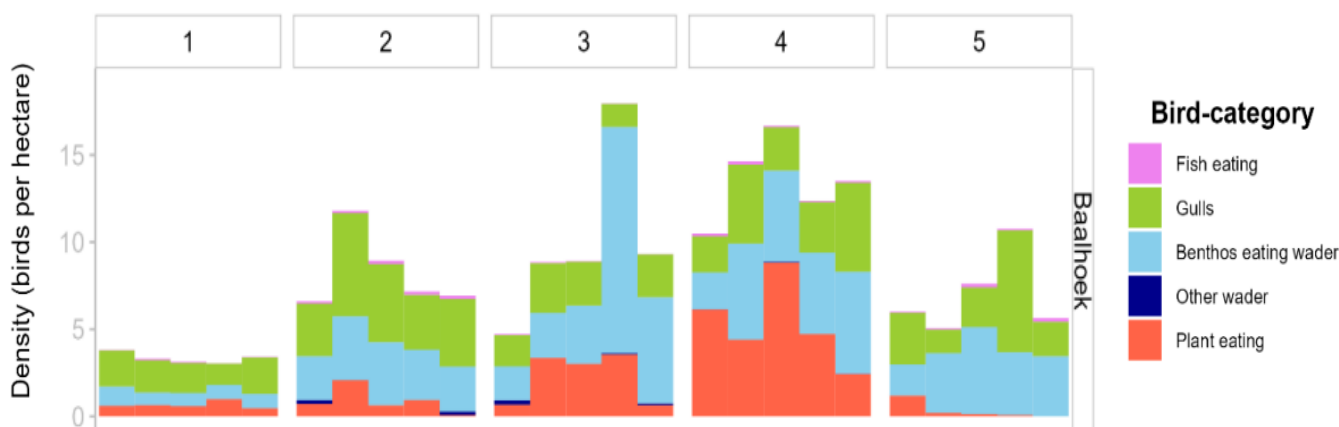
Figuur 116 Overzicht van de vogeltelvakken, de zwarte lijnen geven de strekdammen weer (Wiesenborn et al. 2018).

6.4.2 Resultaten

De tien meest getelde soorten in de periode 2018 tot en met 2022 waren: kokmeeuw, scholekster, zilvermeeuw, wulp, bonte strandloper, bergeend, smient, grauwe gans, visdief en wilde eend. (Van der Werf et al., 2022). Opvallend is dat de bontbekplevier tussen 2018-2022 niet bij de tien meest getelde soorten behoorde, terwijl dit voor 2018 wel het geval was. Figuur 117 laat het aantal vogels per hectare zien van de tien meeste getelde soorten. In Baalhoek was het aantal individuen per hectare hoger binnen het projectgebied ten opzichte van het nevengebied. Verstoring is hier mogelijk een oorzaak voor verschil in geobserveerde vogel aantallen (Van der Werf et al., 2022). Het aantal getelde vogels is sinds 2018 toegenomen, wat mogelijk te wijden valt aan het toenemende aantal bentische organismen. De hoge dichtheid van bentos-etende vogels is hier een goede indicatie voor (Figuur 118). Een dergelijke correlatie tussen deze soortgroepen is echter nog niet uitgevoerd.

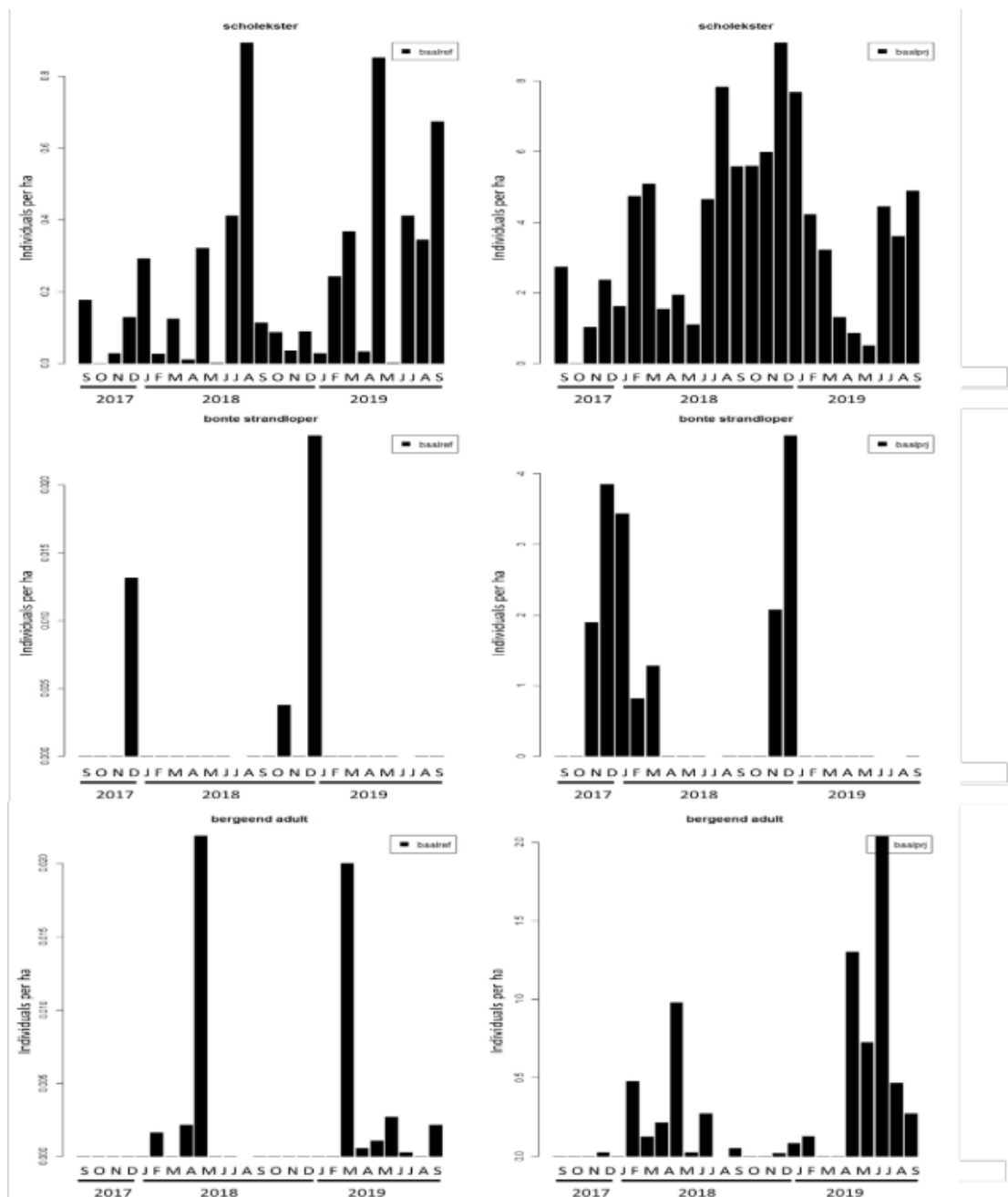


Figuur 117 Aantal vogels per hectare in Baalhoek van de tien meest getelde soorten (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 118 Dichtheid in vogels per hectare van verschillende categorieën vogels (Van der Werf et al., 2022).

Figuur 119 Laat de maandelijkse tellingen in 2017 t/m 2019 van foeragerende vogels in het neven- en projectgebied zien. In deze grafieken is duidelijk seizoenen fluctuatie van de vogels zichtbaar. In de Baalhoek waren bonte strandlopers voornamelijk in de winter aanwezig en in hogere aantallen in het projectgebied terwijl bergeenden juist in het voorjaar gebruiken maakten van het gebied. Scholeksters maakten jaar rond gebruik van het gebied (Van der Werf et al., 2022).



Figuur 119 Het voorkomen van foeragerende scholeksters, bonte strandlopers en bergeenden in het nevengebiet (links) en het project gebied (rechts) tussen september 2017 en september 2019.

6.4.3 Toetsing

Aantal soorten

In Baalhoek lijkt het aantal vogels ten opzichte van het nevengebied (referentie) te zijn toegenomen (Tabel 20).

Tabel 20 Toename van sleutelsoorten in Baalhoek

Sleutelsoort	Baalhoek
Scholekster	Toename t.o.v. referentie
Wulp	Geen toename t.o.v. referentie
Bonte strandloper	Geen toename t.o.v. referentie
Tureluur	Onbekend
Bergeend	Toename t.o.v. referentie
Rosse grutto	Onbekend
Smient	Toename t.o.v. referentie
Wilde eend	Geen toename t.o.v. referentie
Bontbekplevier	Onbekend

Exoten

Bij Baalhoek zijn Canadese ganzen aangetroffen. De Canadese gans komt van nature voor in Noord-Amerika. Canadese ganzen werden vanaf de jaren 1920 in Europa ingevoerd als jacht- en parkvogel. De Canadese gans is een jachtwildsoort.

6.5 Zimmerman

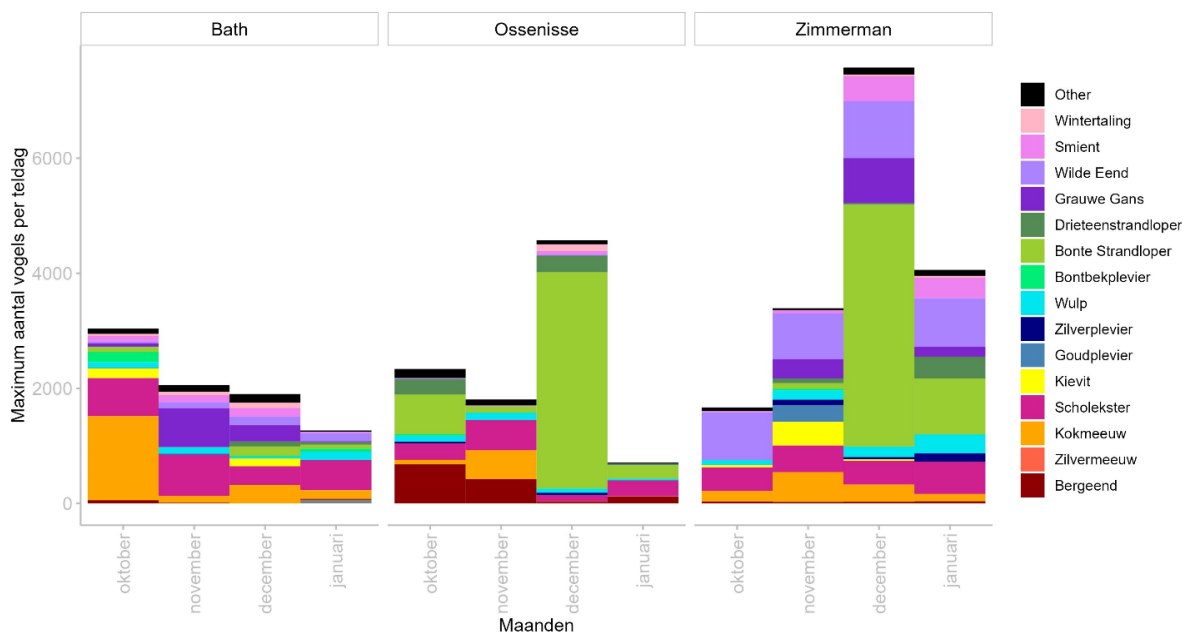
6.5.1 Methode

Het Zimmerman projectgebied is gelegen aan de hoogdynamische sublitorale geul. Laagwatervogeltellingen zijn uitgevoerd in de periode van oktober 2022 tot januari 2023. De vogels zijn tussen 6-0 uur voor laagwater driemaal per telling geteld gedurende 4 teldagen in de winter 2022-2023. De tellingen zijn uitgevoerd in de maanden oktober, november, december en januari. De tellingen uitgevoerd vanuit een auto (Provincie Zeeland, 2023).

Van oktober 2024 tot februari 2025 zijn opnieuw vogeltellingen uitgevoerd en in de winter van 2026-2027 staan de volgende vogeltellingen gepland. De vogeltellingen uit 2022 en 2024 moeten nog met elkaar en met de T0 situatie vergeleken worden. Deze analyse staat gepland voor de tweede helft van 2025.

6.5.2 Resultaten

Bij Zimmerman was een piek in aantallen vogels in december, dat met name werd veroorzaakt door bonte strandlopers. Ook zijn relatief grote aantallen wilde eenden geteld (Figuur 120). Wat betreft het ruimtelijk gebruik van steltlopers, bergeend en meeuwen, zaten de vogels gedurende de eerste telperiode (6-4 uur voor laagwater) dichter bij de kant in hogere dichtheden en verspreidden zij met terugtrekkend water over een groter deel van het gebied. De verspreiding tussen de tweede (4-2 uur voor laagwater) en derde (2-0 uur voor laagwater) telperiode leek niet erg van elkaar te verschillen (Provincie Zeeland, 2023).



Figuur 8 Maximaal aantal vogels per teldag per soort voor de gebieden Bath, Ossensisse en Zimmerman. De meest voorkomende soorten zijn getoond per soort, andere soorten die geteld zijn, zijn gebundeld in de categorie 'other'.

6.5.3 Toetsing

Het Zimmermanproject is recent afgerond en er is nog niet voldoende informatie beschikbaar om een goede vergelijking te maken tussen in de monitoringsresultaten van de afgelopen drie jaar. Hiervoor is meer data nodig om het effect van de strekdammen te vergelijken met de T0 situatie.

6.6 Ossenisse

6.6.1 Methode

De vogels zijn tussen 6-0 uur voor laagwater driemaal per telling geteld gedurende 4 teldagen in de winter 2022-2023. Deze tellingen zijn uitgevoerd in het najaar/winter, omdat er gedurende deze periode de grootste aantallen vogels verwacht worden in het gebied. De tellingen zijn uitgevoerd in de maanden oktober, november, december en januari. Voor de tellingen is er gebruik gemaakt van een boot (Provincie Zeeland, 2023).

Van oktober 2024 tot februari 2025 zijn opnieuw vogeltellingen uitgevoerd en in de winter van 2026-2027 staan de volgende vogeltellingen gepland. De vogeltellingen uit 2022 en 2024 moeten nog met elkaar en met de T0 situatie vergeleken worden. Deze analyse staat gepland voor de tweede helft van 2025.

6.6.2 Resultaten

Bij Ossenisse was een piek in aantallen vogels in december, dat met name werd veroorzaakt door bonte strandlopers. Bij Ossenisse waren er verder relatief grote aantallen bergeenden in oktober en november (Figuur 120). Wat betreft het ruimtelijk gebruik van steltlopers, bergeend en meeuwen viel op dat de verspreiding bij Ossenisse over de drie telmomenten grotendeels gelijk bleef (Provincie Zeeland, 2023).

6.6.3 Toetsing

Er is nog niet voldoende informatie beschikbaar om een goede vergelijking te maken tussen in de monitoringsresultaten van de afgelopen drie jaar. Hiervoor is meer data nodig om het effect van de strekdammen te vergelijken met de T0 situatie.

6.7 Bath

6.7.1 Methode

Laagwatervogeltellingen zijn uitgevoerd in de periode van oktober 2022 tot januari 2023. De vogels zijn tussen 6-0 uur voor laagwater driemaal per telling geteld bij gedurende 4 teldagen in de winter 2022-2023. De tellingen zijn uitgevoerd in de maanden oktober, november, december en januari. De tellingen uitgevoerd vanuit een auto (Provincie Zeeland, 2023).

Van oktober 2024 tot februari 2025 zijn opnieuw vogeltellingen uitgevoerd en in de winter van 2026-2027 staan de volgende vogeltellingen gepland. De vogeltellingen uit 2022 en 2024 moeten nog met elkaar en met de T0 situatie vergeleken worden. Deze analyse staat gepland voor de tweede helft van 2025.

6.7.2 Resultaten

Bij Bath zijn de meeste vogels geteld in oktober, wat met name werd veroorzaakt door een grote groep kokmeeuwen. Bonte strandlopers kwamen nauwelijks voor bij Bath (Figuur 120). Bij Bath zaten de vogels gedurende de eerste telperiode (6-4 uur voor laagwater) dicht bij de kant in hogere dichtheden en verspreidden zij met terugtrekkend water over een groter deel van het gebied. De verspreiding tussen de tweede (4-2 uur voor laagwater) en derde (2-0 uur voor laagwater) telperiode leek niet erg van elkaar te verschillen (Provincie Zeeland, 2023).

6.7.3 Toetsing

Er is nog niet voldoende informatie beschikbaar om een goede vergelijking te maken tussen in de monitoringsresultaten van de afgelopen drie jaar. Hiervoor is meer data nodig om het effect van de strekdammen te vergelijken met de T0 situatie.

6.8 Perkpolder

Bij Perkpolder zijn laag- en hoogwatertellingen uitgevoerd. De exacte methode hoe dit is gedaan, is niet bekend. De resultaten en de toetsing hiervan zijn hieronder beschreven.

6.8.1 Resultaten

Tijdens laagwater werden 16 soorten steltlopers en 18 andere soorten watervogels geregistreerd die foeragerend gedrag vertoonden. In totaal werden er meer dan 1000 kokmeeuw, bergeend en wilde eend geregistreerd die gedurende een jaar in het gebied foerageerden.

Er zijn verscheidene vogelsoorten aangetroffen in het gebied bij laagwater tijdens de telling in 2016 (zie lijst hieronder) en de telling 2017-2018. Deze vogelsoorten in de telling van september 2017 – september 2018 zijn in Tabel 21 hieronder weergegeven, waarbij de aantallen zijn neergezet en het percentage aan foeragerende vogelsoorten.

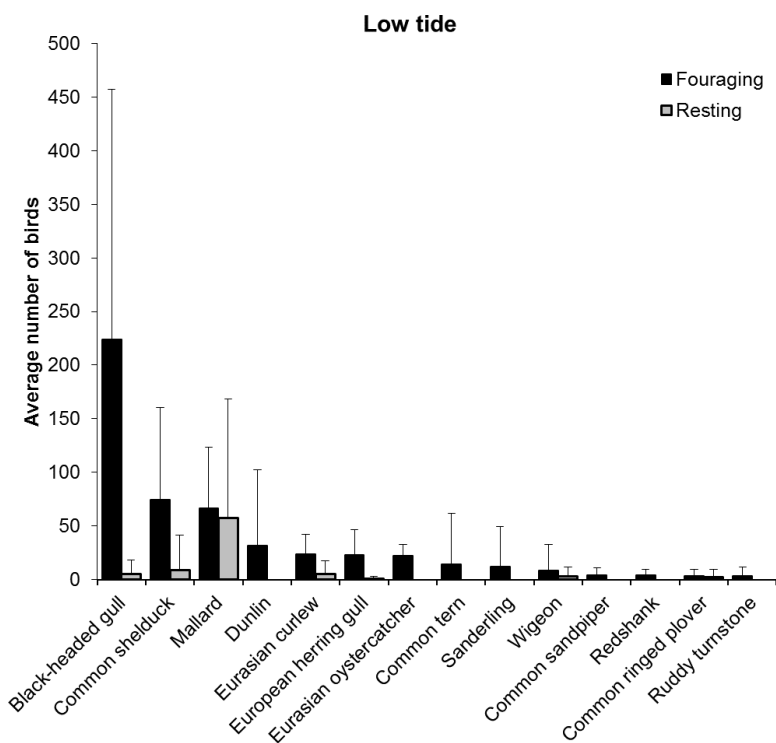
Vogels werden geteld in maart 2016. De volgende soorten werden aangetroffen:

- Bergeend
- Wilde eend
- Smient
- Wulp
- Scholekster
- Tureluur
- Zilverreiger
- Kokmeeuw
- Zilverreiger
- Fuut
- Aalscholver

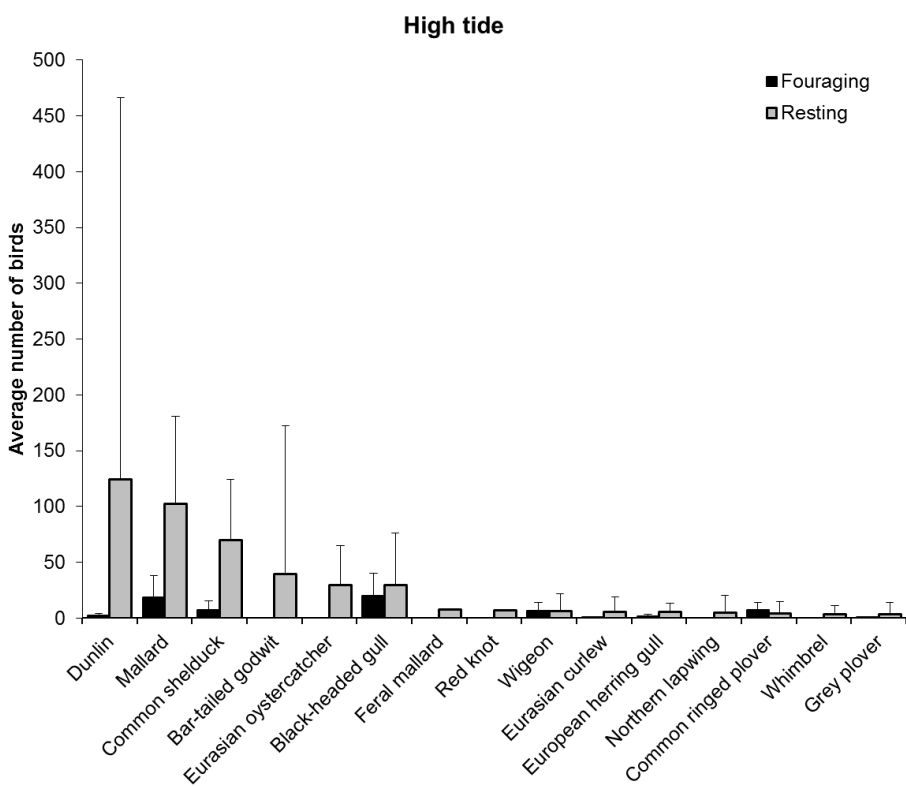
Tabel 21 aantal waargenomen vogels tijdens laagwater en het percentage vogelsoorten die foeragerend gedrag lieten zien tussen september 2017 en september 2018.

	n	%	n	%	n	%	n	%	
<i>Black-headed gull</i>	345	87	573	100	902	98	154	100	1974
<i>Mallard</i>	94	100	136	100	835	21	234	100	1299
<i>Common shelduck adult</i>	209	100	134	100	589	80	82	100	1014
<i>Eurasian curlew</i>	71	18	25	100	76	100	104	88	276
<i>European herring gull</i>	34	100	38	100	115	97	12	100	199
<i>Eurasian oystercatcher</i>	55	100	37	100	23	100	73	100	188
<i>Common tern</i>	154	100	6	100	0		0		160
<i>Dunlin</i>	60	100	0		68	100	0		128
<i>Wigeon</i>	0		0		3	100	114	91	117
<i>Redshank</i>	9	100	2	100	22	100	8	100	41
<i>Common shelduck juvenile</i>	0		37	100	0		0		37
<i>Common sandpiper</i>	0		0		37	100	0		37
<i>Ruddy turnstone</i>	34	100	0		0		0		34
<i>Sanderling</i>	0		0		22	100	5	100	27
<i>Common ringed plover</i>	0		0		4	100	18	100	22
<i>Great cormorant</i>	7	71	2	0	9	56	3	100	21
<i>Grey plover</i>	15	100	0		3	100	2	100	20
<i>Bar-tailed godwit</i>	18	100	0		1	0	0		19
<i>Common greenshank</i>	8	100	4	100	4	0	0		16
<i>Greylag goose</i>	0		0		14	0	0		14
<i>Lapwing</i>	0		9	100	0		0		9
<i>Little egret</i>	0		0		4	100	5	100	9
<i>Feral Mallard</i>					8	0			8
<i>Eurasian teal</i>	6	0	0		2	100	0		8
<i>Great crested grebe</i>	2	100	2	100	0		1	100	5
<i>Eurasian spoonbill</i>	2	100	3	100	0		0		5
<i>Whimbrel</i>	2	100	1	100	0		0		3
<i>Great black-backed gull</i>	0		0		2	100	0		2
<i>Eurasian Pied avocet</i>	2	100	0		0		0		2
<i>Mediterranean gull</i>	2	100	0		0		0		2
<i>Grey heron</i>	0		0		1	100	0		1
<i>Red-breasted merganser</i>	1	100	0		0		0		1
<i>Spotted redshank</i>	0		0		1	0	0		1

Ook is er met hoogwater onderzoek verricht. Aantallen vogelsoorten tijdens laag- en hoogwater zijn hieronder weergegeven in Figuur 121 en Figuur 122. Er zijn minder vogelsoorten aanwezig tijdens hoogwater dan tijdens laagwater.



Figuur 121 Gemiddeld aantal rustende en foeragerende vogels tijdens laagwater, tussen september 2017 en september 2018.



Figuur 122 Gemiddeld aantal rustende en foeragerende vogels tijdens hoogwater, tussen september 2017 en september 2018.

6.8.2 Toetsing

Het aantal vogelsoorten is toegenomen in vergelijking met 2016. Die draagt bij aan het instandhoudingsdoel voor de Westerschelde.

6.9 Waterdunen

6.9.1 Methode

Stichting Het Zeeuwse Landschap heeft een monitoringsplicht voor de Waterdunen, dit geldt voor eens in de 6 jaar. Echter worden er jaarlijks tellingen gedaan van de kustbroedvogels in het gebied in samenwerking met Deltamilieu Projecten. Deze inventarisaties worden uitgevoerd in samenwerking met verschillende partijen. En worden opgenomen in de ‘Kustbroedvogels in het deltagebied’ rapporten van Deltamilieu Projecten.

6.9.2 Toetsing

Voor de toetsing (Tabel 22) is als referentie waarde de aantallen uit ‘Kustbroedvogels in het deltagebied 2019’ genomen (Lilipaly et al., 2020). Dit is vergeleken met de aantallen uit de laatste rapport ‘Kustbroedvogels in het deltagebied 2024’ (Lilipaly & Sluijter, 2025).

Tabel 22 Toetsing Kustbroedvogels in de Waterdunen op basis van de rapporten van Deltamilieu Projecten ‘Kustbroedvogels in het deltagebied 2019’ (Lilipaly et al., 2020) en ‘Kustbroedvogels in het deltagebied 2024’ (Lilipaly & Sluijter, 2025).

Sleutelsoort	Waterdunen
Kluut	Toename t.o.v. referentie
Bontbekplevier	Geen toename t.o.v. referentie
Dwergstern	Toename t.o.v. referentie
Grote stern	Toename t.o.v. referentie
Kleine mantelmeeuw	Toename t.o.v. referentie
Kleine plevier	Geen toename t.o.v. referentie
Kokmeeuw	Toename t.o.v. referentie
Strandplevier	Geen toename t.o.v. referentie
Visdief	Toename t.o.v. referentie
Zilvermeeuw	Toename t.o.v. referentie
Zwartkopmeeuw	Toename t.o.v. referentie

6.10 Zwin

6.10.1 Methode

In 2014 zijn de broedeilanden geïnventariseerd op broedvogels (Cosyns et al., 2015). Deze monitoring richtte zich vooral op de aangelegde broedeilanden. In het noordoostelijke deel werden broedende bontbekplevieren aangetroffen, twee paartjes. Dit is opvallend omdat de soort hier sinds 1999 niet meer broedend is aangetroffen. De paartjes broedden op de in 2013 afgegraven schorren. Ook werden daar broedende tureluurs aangetroffen (Cosyns et al., 2015).

In het Zwin vindt momenteel een doorlopende broedvogelmonitoring plaats waarbij inventarisaties worden uitgevoerd in de periode van 2018-2034. Deze inventarisaties worden uitgevoerd door vrijwilligers in samenwerking met Mergus vogelwerkgroep Noord West-Vlaanderen. De meeste inventarisaties worden uitgevoerd op de dijk rondom de uitbreiding. De monitoring levert de volgende producten:

- Soortenlijst van broedvogels voor het gebied
- Precieze aantallen voor de bijzondere broedvogels en aanwezigheden van overige soorten
- Waar gegevens voor handen zijn, zal een territoriumkaart worden aangemaakt
- De bijzondere soorten worden tevens uitgebreid besproken in relatie tot hun biotoop en het gewenste beheer ervan.

Bij de monitoring wordt ook gebruik gemaakt van dronetellingen.

6.10.2 Resultaten

De Zwinuitbreiding is slechts in beperkte mate geschikt als potentieel broedgebied. Het grootste deel van het gebied is een zeer dynamische slik- en schorrengebied, dat frequent overspoeld wordt door het getij en waar zich daarom geen broedende vogels kunnen vestigen. In de uitbreiding zelf komen alleen de speciaal aangelegde broedeilanden in aanmerking als broedplaatsen, en dan nog alleen voor het handvol soorten dat een dergelijke open en vegetatieloos milieu uitkiest om te broeden (Cosyns et al., 2024).

Uit de monitoring van 2018-2019 blijkt dat er een duidelijke toename in broedparen is geweest bij de kleine zilverreiger, de zwartkopmeeuw en de kleine mantelmeeuw. Ook lijkt er een toename te zijn bij de blauwborst en de kleine plevier. Over het algemeen lijkt 2019 een beter jaar te zijn geweest dan 2018.

In Tabel 23 wordt er een overzicht gegeven van de broedparen van een selectie bijzondere broedvogelsoorten in de Zwinuitbreiding in de periode 2019-2021 (Cosyns et al., 2022). Hierin wordt een onderscheid gemaakt tussen typische kustbroedvogels, die op de slikken en schorren in de uitbreiding voorkomen, en 'overige broedvogels', die voorkomen op de brede dijk rond de Zwinuitbreiding.

Kustbroedvogels

Bergeend

Er was een duidelijke toename in 2021 van het aantal bergeend broedparen. Hiervan werden er minstens 7 met kuiken gezien. Voornamelijk opvallend in 2020 en 2021 ten opzichte van 2019, was het feit dat vogels met hun kuikens exclusief naar de uitbreiding van het Zwin trokken, wat een teken is van de grote voedselrijkdom in het gebied. In 2021 werden minstens 66 jonge bergeenden grootgebracht. In 2022 steeg het aantal broedparen naar 20 en ook dit jaar kwamen minstens 7 families met kuikens in de uitbreiding terecht. Er werden minstens 48 jonge bergeenden grootgebracht (6,8 tot adult uitgegroeide jongen per koppel) (Cosyns et al., 2022). In 2023 bereikten minstens 11 families met kuikens de uitbreiding en die brachten in totaal minstens 109 jonge bergeenden groot (9,9 uitgevlogen jongen per koppel) (Cosyns et al., 2024). Dit is het hoogste cijfer sinds het ontstaan van de uitbreiding. Losse waarnemingen lijken erop te wijzen dat de sterfte onder kuikens vermoedelijk laag is, waarschijnlijk doordat de Zwinuitbreiding heel voedselrijk is en de kuikens relatief weinig last lijken te hebben van predatie.

Dwergstern

Uit de monitoring blijkt dat er een duidelijke afname is geweest van het aantal broedparen van de dwergstern. In 2019, het eerste jaar waarin de uitbreiding was aangelegd, kwamen meteen 16 paar dwergsterns tot broeden (op een totaal van 24 in het hele Zwin). Daarna is het aantal broedparen in de Zwinuitbreiding sterk afgenomen, met maximaal 1 broedpaar. Waarschijnlijk heeft de predatiedruk van de vos een grote invloed op deze soort, aangezien de eilanden bij laag tij makkelijk bereikbaar zijn voor vossen (*Verslag begeleidingscommissie Zwin*, 2022). Opvallend is dat in het hele Zwin het aantal broedparen van dwergstern sterk varieert: in 2022 zaten er in totaal 66 broedparen (op de noordwestelijke eilanden in de Oude Zwinvlakte), terwijl het in 2023 bij het ene paar in de Zwinuitbreiding bleef.

Van de overige soorten kustbroedvogels zijn er weinig broedparen in de Zwinuitbreiding waargenomen in de afgelopen 5 jaar. Net als bij de dwergstern is de verwachting dat broedparen worden afgeschrikt door de vossen. De kluut kwam meer voor op de oude broedeilanden in de Oude Zwinvlakte, waar de eilanden tijdens het broedseizoen beschermd worden door een kunstmatig hooggehouden waterpeil en een omheining. Wel trokken de paren met hun kuikens in grote mate naar de Zwinuitbreiding, omdat daar meer voedselrijk slib beschikbaar is. Van soorten als de

scholekster, bontbekplevier, kleine plevier en strandplevier zijn er in de meeste jaren wel enkele broedparen geweest die een poging tot broeden in de Zwinuitbreiding hebben gedaan, maar meestal zonder succes.

De doelstellingen voor de meeste kustbroedvogels worden gehaald, maar deze vereisen wel permanente zorg. Populaties kustbroedvogels zijn zwaar getroffen door vogelgriep en door de bereikbaarheid van de broedeilanden voor vossen (Verslag begeleidingscommissie Zwin, 2022).

Overige broedvogels

Op de nieuwe zeedijk rond de Zwinuitbreiding kwamen een aantal soorten tot broeden, met name op plaatsen waar vegetatie of lage struiken zich kunnen ontwikkelen. Soorten zoals de grasmus, graspieper, kneu, putter, roodborsttapuit en sprinkhaanzanger waren beperkt in het gebied, maar laten toch stabiele of lichte stijging in aantallen zien in de afgelopen vijf jaar.

*Tabel 23 Overzicht van het aantal territoria/broedparen van een selectie van bijzondere broedvogelsoorten in de Zwinuitbreiding in de periode 2019-2021. Soorten waarvan de naam cursief staan, kwamen alleen voor op de dijk rond de Zwinuitbreiding en niet in het slikken- en schorrengebied dat de uitbreiding vormt. Blauw gemarkeerd zijn typische kustbroedvogels. * = vermoedelijke ondertellingen (Cosyns et al., 2022).*

Soort	2019	2020	2021	2022	2023
Bergeend	3*	6*	13	20	?
Blauwborst	0	1	2	2	2
Bontbekplevier	1	0	1	1	0
Bosrietzanger	0	2	4	2	2
Brandgans	0	0	1	0	0
Dwergstern	16	0	1	1	1
Grasmus	?	2*	12	9	11
Graspieper	0	1	2	0	2
Kleine karekiet	0	1	3	3	4
Kleine plevier	4	2	2	2	1
Kluut	2	1	2	0	1
Kneu	7	2	4	1	3
Kwartel	0	0	0	0	1
Patrijs	0	0	0	0	1
Putter	?	3	1	5	3
Rietzanger	0	1	5	3	2
Roodborsttapuit	?	3	3	4	3
Scholekster	1	2	2	1	1
Sprinkhaanzanger	0	1	1	2	1
Strandplevier	1	0	0	0	0

Niet-broedvogels

Sinds het ontstaan in 2019 heeft de Zwinuitbreiding zich ontwikkeld tot een zeer belangrijk rust- en foerageergebied voor veel soorten watervogels. Na het broedseizoen herbergt het gebied ruim 100 lepelaars en tot tientallen kleine zilverreigers. Ook komen er grote aantallen meeuwen en sterns tot rust. Tijdens het winterhalfjaar fungeert het gebied als slaapplek voor een paar duizend ganzen en meeuwen en enkele honderden wulpen. Voor bijna alle soorten, waaronder doortrekkende overwinterende eenden en steltlopers, geldt dat de aantallen sinds de totstandkoming van de Zwinuitbreiding sterk zijn gestegen, nadat ze eerder in het Zwin een langdurige afname hadden gekend (Cosyns et al., 2024)

6.10.3 Toetsing

In de Zwinuitbreiding bestaat het grootste deel van het gebied uit slik en schor wat grotendeels dagelijks onder water komt te staan. Een tekort aan hoogwatervluchtplaatsen verklaart het beperkte aantal broedvogelsoorten in de Zwinuitbreiding. Ook is het broedsucces bij de meeste soorten ondermaats. Wel maken veel broedparen die in de Oude Zwinvlakte broeden, zoals de kluut en bergeend, gebruik van de Zwinuitbreiding om te foerageren met hun kuikens. De voedselrijke slikken in de Zwinuitbreiding zijn duidelijk een beter opgroeigebied voor de kuikens van deze soorten dan de Oude Zwinvlakte. Daarnaast is de Zwinuitbreiding een zeer belangrijk rust- en foerageergebied voor niet broedende watervogels.

7 Discussie, aanbevelingen en tussentijdse conclusies

Per project is in de volgende paragrafen een korte samenvatting gegeven over de trends in de verschillende factoren, waarbij tussen haakjes ook is aangegeven of dit een positieve of negatieve trend. Hierbij geeft een 0 geen verandering aan, +/- een beperkte toename, + een toename, - een afname en 0/- een beperkte afname. Deze conclusies worden vervolgens samengevat in paragraaf 0.

7.1 Hertogin Hedwigepolder en Prosperpolder

De gerapporteerde morfologische ontwikkelingen laten op basis van stromingsmetingen zien dat er veel instroom van water het gebied in is door de afgegraven schor. De stromingspieken in de geul, veroorzaakt door de eb- en vloedstromen, leiden tot erosie voorin de polder. Achter in de polder is er juist weinig stroming, waardoor er in dit deel van het gebied veel aanslibbing plaatsvindt. Ook in de rest van de Prosperpolder, Hedwigepolder en Sieperdaschor vindt er overwegend sedimentatie plaats (+). De eerste resultaten van de vegetatieontwikkelingen laten zien dat de braakliggende grond plaatsmaakt voor pioniervegetatie behalve voor Prosperpolder waar een verhoging in de bedekking van nopjeswieren zijn waargenomen. De Prosperpolder en Hertogin Hedwigepolder kunnen op dit moment worden gecategoriseerd als slikken en de Sieperdaschor als hoge/pionier kwelder (+). In de Prosperpolder is benthos onderzocht en zijn er meer soorten waargenomen. Korrelgrootte analyses laten zien dat grover substraat een hogere biodiversiteit heeft en een lagere hoeveelheid dominante soorten (+/-). Voorspellingen rondom de ontwikkeling van vogelstanden zijn niet gedaan. Het is van essentieel belang dit onderdeel ook te monitoren in de eerste jaren na opening.

7.2 Knuitershoek en Baalhoek

De monitoring van de sedimentsamentelling laat een toegenomen slibgehalte zien op beide locaties in vergelijking met het nevengebied zien. Hoewel de trends in de mediane korrelgrootte en de fracties medium en fijn zand minder duidelijk zijn in Knuitershoek dan in Baalhoek, is er nog steeds sprake van een toename van het slibgehalte door de jaren heen, vooral in het projectgebied (+). Dit gaat samen met de afname van stroomsnelheid die gemeten is in de projectgebieden ten gevolge van de aangelegde strekdammen. Door de afname in stroomsnelheden tussen de strekdammen, is de sedimentatie hier versterkt en de hoogte van de bodem toegenomen. Dit uit zich in een oppervlakte toename van het slibrijk laagdynamisch laaglittoraal. Deze ontwikkelingen komen overeen met de gewenste en voorspelde ontwikkelingen van habitat (+). De toename van het areaal met laagdynamische condities begint zich te vertalen naar een positief effect op macrobenthos. De biomassa, dichtheden en soortenrijkdom verschillen steeds minder tussen de project- en nevengebieden en in sommige gevallen is de bodemdiersamenstelling hoger in het projectgebied. Qua benthische sleutelsoorten staat het er wisselend tot slecht voor. Alleen in Baalhoek is er de laatste jaren een positieve trend in het aantal kokkels (+/-). Terwijl deze nagenoeg afwezig zijn in het projectgebied in Knuitershoek (0/-). Vissen worden niet gemonitord. In het projectgebied zijn van diverse vogels grotere aantallen in het projectgebied aangetroffen dan in het nevengebied. Voor Baalhoek (+) was dit duidelijker dan voor Knuitershoek (0).

Er is nog geen koppeling gemaakt tussen de bodemdiersamenstelling en de voorkomende benthos-etende vogelsoorten. In een vervolgonderzoek zou een correlatietoets op deze soortgroepen inzicht kunnen in de onderlinge afhankelijkheid. De ontwikkeling van de habitats, door de toegenomen luwte en de sedimentatie in het gebied komt overeen met de doelstelling van NPW.

7.3 Zimmerman

De monitoringsplannen van de T0 situatie zijn verwerkt in dit rapport. De eerste (voorlopige) resultaten van sediment karakteristieken laat weinig verschil zien tussen de project en referentie gebieden. Ook zijn er geen significante verschillen in korrelgrootte en slibgehalte tussen 2022 en 2024 (0). Voor benthos zijn er in 2022 en 2024 bemonsteringen in het gebied gedaan. De resultaten van 2024 moeten nog verwerkt worden en daarna vergeleken met de resultaten van 2022. In 2026 worden er opnieuw bemonsteringen uitgevoerd. Vissen worden niet gemonitord. Vogels zijn voor laagwater driemaal per telling geteld gedurende 4 teldagen in de winter van 2022-2023 en 2024-2025. De resultaten van deze tellingen moeten nog met elkaar en met de T0 situatie vergeleken worden om inzichten in de trends in het gebied te geven. In de winter van 2026-2027 staan de volgende vogeltellingen gepland.

7.4 Ossensisse

De monitoringsplannen van de T0-situatie zijn verwerkt in dit rapport. De eerste (voorlopige) resultaten van sediment karakteristieken laat weinig verschil zien tussen de project en referentie gebieden. Wel is er in het projectgebied een kleine toename in slibgehalte geweest tussen 2022 en 2024 (+). Voor benthos zijn er in 2022 en 2024 bemonsteringen in het gebied gedaan. De resultaten van 2024 moeten nog verwerkt worden en daarna vergeleken met de resultaten van 2022. In 2026 worden er opnieuw bemonsteringen uitgevoerd. Vissen worden niet gemonitord. Vogels zijn voor laagwater driemaal per telling geteld gedurende 4 teldagen in de winter van 2022-2023 en 2024-2025. De resultaten van deze tellingen moeten nog met elkaar en met de T0 situatie vergeleken worden om inzichten in de trends in het gebied te geven. In de winter van 2026-2027 staan de volgende vogeltellingen gepland.

7.5 Bath

De monitoringsplannen van de T0-situatie zijn verwerkt in dit rapport. De eerste (voorlopige) resultaten van sediment karakteristieken laat weinig verschil zien tussen de project en referentie gebieden. Tussen 2022 en 2024 is de korrelgrootte in het referentiegebied wel toegenomen en het slibgehalte juist afgenomen. In het projectgebied waren er geen significante verschillen tussen 2022 en 2024 (0). Door de aanleg van de strekdammen is op diverse locaties tussen de strekdammen de stroomsnelheid afgenomen, maar de stroomrichting is niet beïnvloed door de ingreep (+/-). Voor het effect van de ingreep op de sedimentdynamiek en hoogteligging van het gebied wordt monitoring uitgevoerd, maar deze data is nog niet geanalyseerd. Voor benthos zijn er in 2022 en 2024 bemonsteringen in het gebied gedaan. De resultaten van 2024 moeten nog verwerkt worden en daarna vergeleken met de resultaten van 2022. In 2026 worden er opnieuw bemonsteringen uitgevoerd. Vissen worden niet gemonitord. Vogels zijn voor laagwater driemaal per telling geteld gedurende 4 teldagen in de winter van 2022-2023 en 2024-2025. De resultaten van deze tellingen moeten nog met elkaar en met de T0 situatie vergeleken worden om inzichten in de trends in het gebied te geven. In de winter van 2026-2027 staan de volgende vogeltellingen gepland.

7.6 Perkpolder

De monitoring van de morfologie en de sediment huishouding laat een toegenomen sedimentatie zien (+). Deze ontwikkelingen komen overeen met de gewenste en voorspelde ontwikkelingen van de habitat (+). In het nieuwe gebied heeft zich macrobenthos gevestigd. Vergelijking van de macrobenthos data van 2015- 2018 laat zien dat er een ontwikkeling plaats vindt naar een stabiele soortgemeenschap en dat deze waarschijnlijk wordt bereikt in een kwestie van jaren in plaats van de verwachte decennia. De biomassa van de benthos is vooral in het najaar van 2018 flink gestegen. Alhoewel de biomassa van wormen nog steeds groter is dan die van schelpdieren is het aandeel schelpdieren wel gegroeid ten opzichte van wormen. Dit is een positieve ontwikkeling voor de Perkpolder (+). Sinds 2017 zijn er kokkels in het gebied aangetroffen, mosselen zijn echter nog niet waargenomen in de Perkpolder. Er zijn exoten aangetroffen in het gebied namelijk *Streblospio benedicti*, *Hemigrapsus* sp, *Mya arenaria* en *Alitta virens*. Vissen worden niet gemonitord in het gebied. Bij de vogelwaarnemingen zijn diverse vogels in het gebied waargenomen. Het aantal vogelsoorten is toegenomen in vergelijking met 2016 (+). Qua vogels zijn er geen exoten waargenomen. De uitbreiding van de arealen van de verschillende habitats, de sedimentatie, de groei in macrobenthos en vogels in het gebied komt overeen met de doelstelling van NPW.

7.7 Waterdunen

In september 2019 is de getijdenduiker in bedrijf gesteld. En sinds 2020 wordt het gebied twee keer per dag voorzien van zout water. In 2024 is de getijdenduiker aangepast waarvan de laatste testen in september zijn afgerond. Er is monitoring gedaan op het gebied van vegetatie en vogels. De inventarisatie van de vegetatie is nog niet volledig verwerkt en is dit jaar nog niet meegenomen in deze rapportage. Voor vogels worden er in samenwerking met Deltamilieu Projecten kustbroedvogels geteld in het gebied. De tellingen laten over het algemeen positieve trends zien van broedvogels. Dit geldt niet voor de plevieren, de bontbekplevier met 2 broedparen gelijk gebleven, de kleine plevier is van 4 naar 3 broedparen gegaan en de strandplevier van 6 naar 4 broedparen gegaan. Doordat de aantallen broedparen van plevieren zeer laag waren in de referentie situatie dragen de Waterdunen niet bij aan de populaties. De andere kustbroedvogelsoorten laten zeer goede groei zien t.o.v. de referentie situatie (+).

7.8 Zwin

Door de ingrepen bij het Zwin zijn verschillende morfologische veranderingen opgetreden. Door de verruiming van de hoofdgeul is deze tot 2 meter dieper geworden en is de breedte op sommige locaties meer dan verdubbeld. Hierdoor

is het doorstroomoppervlak van de geul sterk toegenomen en kan er tot 4 keer meer water het gebied in stromen dan voor de ingreep. Door de verruiming van de hoofdgeul is het zuidwestelijke deel van de Oude Zwinvlakte dynamischer geworden en overstroomt dit nu frequenter. In het zuidoosten van de Oude Zwinvlakte zijn sedimentatiesnelheden het hoogst. Hier hoogt de hoofdgeul op en ontstaan er zandbanken. De hoofdgeul migreert hier naar het oosten. De verruiming van de hoofdgeul leidt ook tot het verder uitschuren van de oostelijke geul in de Zwinuitbreiding, die op de hoofdgeul aansluit. In andere delen van de Zwinuitbreiding is, in overeenstemming met de verwachtingen, juist met name sprake geweest van sedimentatie (+).

Wat betreft vegetatie laten de Oude Zwinvlakte en de Zwinuitbreiding andere trends zien. Op de Oude Zwinvlakte is de schorvegetatie afgenomen en de oppervlakten onbegroeid slik en kaal zand zijn verdubbeld tussen 2006 en 2023. Ondanks dat er wel nieuwvorming in het gebied is door successie, met name rondom de (oude) broedeilanden, is het herstel van de schorvegetatie nog niet gelukt (0). In de Zwinuitbreiding is juist tussen 2020 en 2023 een continue toename van schorvegetatie vastgesteld. Dit is met name het geval in het Vlaamse deel. In het Nederlandse deel is de overstromingsduur langer en blijft de vegetatieontwikkeling nog achter (+/-).

De verruiming van de hoofdgeul heeft als gevolg een verwachte successie gehad van benthossoorten na een uitbreiding van een geul. Ook in het noordwestelijke deel van de Oude Zwinvlakte is de soortenrijkdom en totale densiteit aan benthos toegenomen tussen 2013 en 2021, met de aanwezigheid van typische slibsoorten. In de Zwinuitbreiding is vanaf 2013, zoals verwacht, successie geweest van opportunistische soorten naar een meer soortenrijke gemeenschap. Sinds 2021 en 2022 komen er ook belangrijke prooi-soorten voor wadvogels, zoals kokkel en platte slijkgaper, voor in de slibrijke sedimenten (+/-). De voedselrijke slikken in de Zwinuitbreiding zijn over de afgelopen jaren dan ook belangrijk foerageergebied geworden voor zowel overwinteraars als broedvogels die vanuit de Oude Zwinvlakte naar de Zwinuitbreiding trekken. In de Zwinuitbreiding zelf is het aantal broedparen van vogels klein, onder andere omdat de broedeilanden daar makkelijk bereikbaar zijn voor vossen. Op de Oude Zwinvlakte zijn wel toenames in het aantal broedparen van sommige soorten gezien, zoals de bergeend (+/-).

Vissoorten die in de monitoring van 2021 en 2023 in de Zwinuitbreiding zijn gevangen, waren zowel adulte en juveniele katadrome als mariene soorten. Het onderzoek wijst erop dat het gebied voldoet aan de voedselvoorziening van de verschillende soorten en gebruikt wordt als foerageergebied en kraamkamer (+/-).

De sedimentatie, toename van getijde invloed en stijging van benthos en broedvogel aantallen komen overeen met de doelstelling van NPW.

7.9 Samenvatting

In Tabel 24 is de status van de natuurherstelprojecten en hun effect op de verschillende ecosystemen samengevat. Voor de reeds gerealiseerde projecten geldt dat de uitbreiding van de arealen van de verschillende habitats, de veranderingen van de kenmerken van de habitats en de sedimentatie in de gebieden overeenkomen met de doelstellingen van NPW. Het is hierbij belangrijk om op te merken dat deze beoordeling een afweging betreft op basis van ecologische en ruimtelijke criteria, en dat er geen waardeoordeel wordt gegeven over de projecten of hun effecten.

Tabel 24 Effecten op instandhoudingsdoelen en trends in de Westerschelde per natuurgebied. Lege hokjes = onbekend effect, 0= geen verandering; +/- is beperkte toename en + is toename.

Project	Status project	Status monitoring	Sedimentatie	Ecotopen, habitats	Macrobenthos	Vissen	Vogels	Totaal
Hertogin Hedwigepolder	In uitvoering	Gestart, resultaten	+	+	+/-			
Knuitsershoek	Afgerond	Gestart, resultaten	+	+	0/-		0	
Baalhoek	Afgerond	Gestart, resultaten	+	+	+		+	
Buitendijkse maatregelen bij Zimmerman	In uitvoering	Gestart, voorlopige resultaten maar nog geen trends	0					
Buitendijkse maatregelen bij Ossensisse	Afgerond	Gestart, voorlopige resultaten maar nog geen trends	+					
Buitendijkse maatregelen bij Bath	Afgerond	Gestart, resultaten	0	+/-				
Perkpolder	Afgerond	Gestart, resultaten	+	+	+		+	
Waterdunen	Afgerond	Gestart, resultaten					+	
Zwin	Afgerond	Gestart, resultaten	+	+/-	+/-	+/-	+/-	
Alle projecten	N.v.t.	Eerste indicaties	+	+	+/-	+/-	+	

8 Referenties

- Beck, M. W., Heck, K. L., Able, K. W., Childers, D. L., Eggleston, D. B., Gillanders, B. M., Halpern, B., Hays, C. G., Hoshino, K., Minello, T. J., Orth, R. J., Sheridan, P. F., & Weinstein, M. P. (2001). The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience*, 51(8), 633-641. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0633:TICAMO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0633:TICAMO]2.0.CO;2)
- Belzen, J. van, Gourgue, O., Temmerman, S., & Koppel, J. van den. (2018). *Te verwachten natuurontwikkeling in de Hedwige- en Prosperpolder—Rapportage voor beleidsmakers—V3 concept*.
- Belzen, J. van, Wiesebron, L., Grandjean, T., Dalen, J. van, & Bouma, T. (2023). *WP 3 (NIOZ): Na gaan of er laag dynamisch habitat ontstaan is door het meten van i) golfwerking, ii) sedimentdynamiek (dagelijkse variatie in bodemhoogte) en iii) sedimenteigenschappen (slibgehalte en bodemdichtheid), en dit te vergelijken tussen projectgebieden & nevengebieden*.
- Boersema, M., Werff, J. van der, Louw, P. de, Ysebaert, T., & Bouma, T. J. (2016). *Perkpolder tidal restoration. One year after realisation*. [Draft progress report]. CENTRE OF EXPERTISE DELTA TECHNOLOGY.
- Boudewijn, T. J., & Buizer, J. D. (2012). *Effecten en maatregelen beschermde soorten Waterdunen , Breskens*. Bureau Waardenburg bv.
- Bouma, H., Jong, D. J. de, Twisk, F., & Wolfstein, K. (2005). *Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1)* (Rapport RIKZ/2005.024). Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.
- Bouma, T., Blok, D., van Belzen, J., Grandjean, T., & Teixeira, R. P. (2025). *Tweede voortgangsverslag verdiepende monitoring Bath, Ossenissee en Zimmerman*. NIOZ, WMR, Deltares, HZ University of Applied Sciences.
- Bucholc, A., & Jaspers, H. (2018). *Toetsing Buitendijkse Maatregelen projectgebied Zimmerman aan de Wet natuurbescherming* (p. 105). Sweco.
- Cosyns, E., Boumon, T., De Smet, J., Esteban, E., Faveyts, W., Geunens, O., Jacobs, I., Jacobs, M., Jansen, J., Lambrechts, J., Le Gurun, M., Mertens, A., Moens, T., Paredis, R., Provoost, S., Simons, T., Thibau, K., Van Braeckel, A., Van Colen, C., ... Zwaenepoel, A. (2024). *Monitoring natuurherstel in het grensoverschrijdende Zwin 2011-2023*. WVI, INBO, Natuurpunt Studie, Nature-ID & Universiteit Gent (Marbiol) i.o.v. Agentschap voor Natuur en Bos, de Vlaams Nederlandse Schelde commissie en de Provincie Zeeland.
- Cosyns, E., Desaegeer, S., Faveyts, W., Jacobs, M., Lambrechts, J., Moens, T., Paredis, R., Provoost, S., Simons, T., Van Braeckel, A., Van Colen, C., Van Oost, F., Vanoverbeke, J., Vercruyssen, W., Verhelst, P., & Zwaenepoel,

- A. (2022). *Monitoring van het natuurherstel in het grensoverschrijdende zwin 2011-2021*. WVI, INBO, Natuurpunstudie en Universiteit Gent.
- Cosyns, E., Jacobs, I., Jacobs, M., Provoost, S., Braeckel, A. V., Colen, C. V., Verbelen, D., & Zwaenepoel, A. (2015). Monitoring van het natuurherstel in het Zwin 2011 - 2015: Eindrapport. In *Monitoring van het natuurherstel in het Zwin 2011—2015: Eindrapport*. <https://pureportal.inbo.be/nl/publications/monitoring-van-het-natuurherstel-in-het-zwin-2011-2015-eindrappor>
- Dahlgren, C., Kellison, G., Adams, A., Gillanders, B., Kendall, M., Layman, C., Ley, J., Nagelkerken, I., & Serafy, J. (2006). Marine nurseries and effective juvenile habitats: Concepts and applications. *Marine Ecology Progress Series*, 312, 291-295. <https://doi.org/10.3354/meps312291>
- Lilipaly, S. J., Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2019. *Deltamilieu projecten Rijkswaterstaat*.
- Lilipaly, S. J., & Sluijter, M. (2025). *Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2024*. Deltamilieu Projecten. https://open.rijkswaterstaat.nl/publish/pages/211087/bm_25-06_kustbroedvogels_in_het_deltagebied_in_2024_1.pdf
- Mooren, H. (2024). *Advies Schelderaad inzake het Langetermijnperspectief voor de Natuur van het Schelde-estuarium (LTP-N) tbv Ambtelijk College van de VNSC (24-SR-LTPN(NO-006 def))*.
- Paree, E. (2019). *Toelichting op de zoute ecotopenkaart Westerschelde 2018* (p. 29). Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Provincie Zeeland. (2015). *Overzichtsdocument Monitoring Natuurpakket Westerschelde*.
- Provincie Zeeland. (2023). *Eerste voortgangsverslag verdiepende monitoring Bath, Ossenis en Zimmermann*. (p. 17).
- Van der Werf, J., de Vet, L., de Paiva, J. S., Van Ooijen, T., Bax, V., Van der Laag, W., Van Dalen, J., Van Belzen, J., Wiesebron, L., Grandjean, T., Bouma, T., Walles, B., Cheng, C., van Donk, S., & Ysebaert, T. (2022). *Buitendijkse maatregelen, Knuitershoek en Baalhoek*. HZ, NIOZ, Deltares, Provincie Zeeland, Wageningen UR, Rijkswaterstaat Zee en Delta.
- van der Werf, J., de Vet, L., Salvador de Paiva, J., van Ooijen, T., Bax, V., van der Laag, W., van Dalen, J., van Belzen, J., Grandjean, T., Bouma, T., Wiesebron, L., Walles, B., Cheng, C., & Ysebaert, T. (2021). *Buitendijkse maatregelen Knuitershoek en Baalhoek* (Voortgangsrapportage 7).
- Verduin, E., & Engelberts, A. (2018). *Bodemdieren monitoring 2017 bij de Zimmermangeul en de platen van Ossenis*. Eurofins aquasense.
- Verslag begeleidingscommissie Zwin*. (2022).

Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie. (2018). *Evaluatie Schelde-estuarium: De toestand van Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid: Samenvatting T2015-rapportage*.

Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie. (2023a). *Analyserapport T2021-rapportage Schelde-estuarium*.

Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie. (2023b). *Evaluatierapport T2021-rapportage Schelde-estuarium*.

Wallis, B., Brummelhuis, E., & Ysebaert, T. (2020). *T0 monitoring bodemdieren en slibgehalte bij het schor van Bath (C050/20)*. Wageningen Marine Research.

Bijlage A Toets aan het convenant

In bijlage 1 van het Convenant tussen rijk en Provincie Zeeland ter uitvoering van de Ontwikkelingsschets voor het Schelde-estuarium 2010 is een programma van eisen opgenomen voor het natuurpakket.

Algemene eisen

1. De te realiseren natuur dient invulling te geven aan:
 - a. De opgave zoals deze geformuleerd is in de onderbouwing van 600 ha natuur (20 september 2005);
 - b. De maatregelen dienen te passen binnen de randvoorwaarden van de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Kader Richtlijn Water.

Stand van zaken:

Met de huidige aanpak wordt realisering van iets meer dan 600 ha natuur voorzien.

De maatregelen worden getoetst aan de randvoorwaarden van de Vogel en Habitatrichtlijn (en de Kaderrichtlijn Water?)

Aard en inrichting

2. De aard van de nieuw te realiseren estuariene natuur, dient als volgt te zijn:
3. Er dient ruimte gecreëerd te worden voor natuurlijke processen die leiden tot herstel en behoud van de natuurkwaliteiten van het estuarium:
 - a. Dit met name ten behoeve van schorren, slikken, ondiep water, geulen (habitattype 1130, 1140, 1310, en 1330 en de bijbehorende soorten).
 - b. Dit in open verbinding met de Westerschelde en onder directe invloed van het aldaar heersende getij en getijdenwerking;
 - c. Deze gebieden dienen ongescheiden en aaneengesloten onderdeel van het Schelde-estuarium te zijn;
 - d. De basis inrichting van deze gebieden dient de habitatvormende processen op gang te brengen waaruit vervolgens een milieu ontstaat waaraan uit morfologische en ecologische overwegingen tekorten zijn;
 - e. De realisering van de nieuwe natuur dient derhalve gepaard te gaan met een functiewijziging van niet-natuur naar natuur ter plaatse waar deze wordt gerealiseerd.
4. De estuariene natuur dient te bestaan uit robuuste eenheden.

Stand van zaken:

De projecten Hedwigepolder, Zwin en Perkpolder voldoen volledig aan deze criteria cq zijn hierop gericht. Het project Waterdunen is een second best choice uit de Ontwikkelingsschets 2010 met een gecontroleerde gedempte getijdewerking; daarmee wordt niet volledig voldaan aan criterium 3b maar wordt om het beoogde natuurherstel te bereiken een 'weging' toegepast waardoor meer ha. worden gerealiseerd. De zgn. buitendijkse maatregelen alsmede het natuurherstel in het bestaande Zwin en het bestaande Sieperdaschor gaat uit van kwaliteitsverbetering m.n. van hoogdynamische naar laagdynamische natuur. Voor deze maatregelen wordt niet volledig voldaan aan criterium 'extra ruimte creëren' en "functiewijziging van niet-natuur naar natuur"; binnen bestaande natuur wordt ruimte gecreëerd voor hoogwaardige laagdynamische natuur ten koste van laagwaardige hoogdynamische natuur.

Hierover is instemming verleend door de minister van LNV (brief Verburg; instemming herijking)

Omvang en ligging

5. De inrichting van de natuurgebieden moet zodanig vormgegeven worden dat deze aansluit op de specificaties die de OS 2010 geeft voor de betreffende ecologische zones:
 - a. Zone 1 mondingsgebied;
 - b. Zone 2 Vlissingen – Hansweert;
 - c. Zone 3 Hansweert – grens.
6. De te selecteren deelprojecten moeten een duidelijk herstel en/of verbetering opleveren van de estuariene natuur conform de gestelde opgaven van de Instandhoudingsdoelen Vogel- en de Habitatrichtlijn.
7. Hiervoor geldt met name dat:
 - a. Er dient minimaal 600 ha estuariene natuur langs de Westerschelde gecreëerd te worden. Het begrip “minimaal” heeft de betekenis dat bij uitwerking in plannen voor 600 ha nieuwe natuur uit gebiedsspecifieke, ecologische en kosteneffectieve overwegingen afrondingen naar boven mogelijk zijn.
 - b. Met name dient er intergetijdengebied gecreëerd te worden met lage stroomsnelheden van belang voor de kwalificerende soorten en de vorming van jong schor.
 - c. Er is door het rijk minimaal 10 ha in het Zwin en circa 295 ha in de Hertogin Hedwigepolder aangewezen. Deze projecten maken geen deel uit van het selectieproces van geschikte locaties.
8. De Hertogin Hedwigepolder moet een bijdrage leveren aan de estuariene processen.
9. De hectares in Het Zwin dienen een bijdrage te leveren aan het vergroten en duurzaam instandhouden van reeds aanwezige habitats en soorten.
10. De overige 295 hectare dient als basis voor de zoeklocaties in zone 2 Vlissingen -Hansweert:
 - a. Deze moeten een bijdrage leveren aan estuariene processen en het verminderen van het tekort aan zout schor.

Stand van zaken:

Met de projecten Waterdunen, Perkpolder en buitendijks maatregelen wordt niet volledig voldaan aan de zonerings-eisen. Er wordt meer dan 600 ha estuariene natuur langs de Westerschelde gecreëerd in die zin dat er sprake is van meer dan 600 ha natuurherstel door deels nieuwe natuur aanleg en deels kwaliteitsverbetering bestaande natuur. De minister van LNV heeft hiermee ingestemd (brief Verburg, brief herijking)

Colofon

NATUURHERSTELPAKKET WESTERSCHELDE: LOPENDE PROJECTEN EN WESTERSCHELDE-BREDE
ONTWIKKELINGEN

KLANT

Provincie Zeeland

AUTEUR

Marine and Estuarine Biodiversity

PROJECTNUMMER

30069285

ONZE REFERENTIE

QAXT5F3V75FM-61428387-424:2

DATUM

5 december 2025

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Belinda Kater

Ecoloog en Teamleider Marine and Estuarine Biodiversity

Over Arcadis

Arcadis is dé wereldwijde partner die vooraan staat bij de meest impactvolle projecten van onze tijd. We helpen onze klanten duurzame keuzes te maken via de combinatie van digitale innovatie, expertise en toekomstgerichte vaardigheden in onder meer milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. Wij zetten die extra stap om onze klanten op maat gemaakte oplossingen te bieden voor ontwerp, engineering en advies. Door data-gedreven inzichten in te zetten geven we de natuurlijke en gebouwde omgeving samen vorm. Met meer dan 35.000 mensen bundelen we wereldwijde expertise en pakken we samen uitdagingen als klimaat, betaalbare energie en leefbare steden aan. We verbeteren de levenskwaliteit door onze aanwezigheid in meer dan 30 landen. In 2024 behaalden we een bruto-omzet van €5,0 miljard.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](https://www.arcadis.com)