



Semi-kwantitatieve opname bodemdieren Roggenplaat 2017-2022

Resultaten en vergelijking met de kwantitatieve monitoring

Auteur(s): Vincent Escaravage

Wageningen University &
Research rapport C040/24

Semi-kwantitatieve opname bodemdieren Roggenplaat 2017-2022

Resultaten en vergelijking met de kwantitatieve monitoring

Auteur(s) Vincent Escaravage

Wageningen Marine Research
Yerseke, Juni 2024

Wageningen Marine Research rapport C040/24

Vincent Escaravage, 2024. *Semi-kwantitatieve opname bodemdieren Roggenplaat 2017-2022; Resultaten en vergelijking met de kwantitatieve monitoring*. Wageningen Marine Research rapport C040/24. 30 blz.; 0 tab.; 8 ref.

Keywords: Oosterschelde, Roggenplaat, zandsuppletie, monitoring, morfologie, ecologie, bodemdieren.

Opdrachtgever Rijkswaterstaat Zee & Delta
T.a.v.: Harry de Looff en Kerst Buis,
Griffioenlaan 2
3526 LA Utrecht

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/661077>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut binnen de
rechtspersoon Stichting Wageningen Research,
hierbij vertegenwoordigd door
Drs.ir. M.T. van Manen, directeur bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt
worden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	6
2 Methoden	7
2.1 Monitoringstechniek	7
2.2 Selectie van de gegevens	7
2.3 Weergave van de resultaten	7
3 Resultaten	9
3.1 Resultaten uit de semi-kwantitatieve monitoring	9
3.1.1 Abiotiek	9
3.1.2 Soortenrijkdom	10
3.1.3 Bodemleven	11
3.1.4 Ruimtelijke verdeling van de veel voorkomende soorten	13
3.1.5 Ruimtelijke verdeling van de wadpieren met onderscheid van grootte	17
3.1.6 Treffrequentie van een aantal veel voorkomende soorten tussen de suppleties door de jaren heen	17
3.1.7 Wadpieren met onderscheid van grootte	19
3.2 Resultaten uit de kwantitatieve monitoring	19
3.2.1 Aantal soorten	19
3.2.2 Biomassa	20
4.1 Effecten van de aanleg op basis van de huidige semi-kwantitatieve waarnemingen	23
4.1.1 Oxydatielaag	23
4.1.2 Soortenrijkdom	23
4.1.3 Bodemleven	23
4.1.4 Meest voorkomende soorten	23
4.1.5 Wadpieren zonder of met onderscheid van individuele grootte	24
4.2 Vergelijking met de kwantitatieve bodemdieren monitoring	24
4.2.1 Soortenrijkdom	24
4.2.2 Bodemleven vs biomassa van bodemdieren	24
4.2.3 Meest voorkomende soorten	25
5 Conclusie en aanbevelingen	26
6 Kwaliteitsborging	27
Literatuur	28
Verantwoording	29

Samenvatting

De afname van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde als gevolg van zandhonger verkort de droogvalduur van het intergetijdengebied, wat negatieve gevolgen heeft voor de natuurlijke kwaliteit met name voor benthos-etende vogelsoorten. Om dit proces tegen te gaan, heeft Rijkswaterstaat eind 2019 de Roggenplaat (1440 ha) gesuppleerd met ruim 1,13 miljoen m³ zand, verdeeld over zeven suppletie-elementen. Deze suppleties, variërend in dikte tussen 30 en 80 cm, zijn bedoeld om de foerageerfunctie van de Roggenplaat te behouden voor 14 benthos-etende vogelsoorten.

Een grootschalig monitoringsprogramma, dat loopt van 2015 tot en met 2024, is opgezet om de morfologische en ecologische ontwikkeling van de suppleties te volgen en de doelstellingen te evalueren. Dit programma omvat zowel kwantitatieve als semi-kwantitatieve monitoring van macrozoöbenthos. Het huidige document rapporteert de resultaten van de semi-kwantitatieve opnames uitgevoerd vóór (2017) en na (2020-2022) de aanleg van de suppleties.

De resultaten wijzen op sterke, soort-specifieke effecten van de aanleg op de bodemdierengemeenschappen, met variërende patronen binnen dezelfde soort voor verschillende groottes/jaarklassen. Hoewel twijfels bestaan over de robuustheid en reproduceerbaarheid van de semi-kwantitatieve monitoring door gebrek aan kwaliteitsborging, zijn er sterke overeenkomsten gevonden met de kwantitatieve monitoring voor bepaalde indicatoren zoals de niveaus van bodemleven en de treffrequenties van kokkels, nonnetjes en wapenwormen. Deze overeenkomsten suggereren de geschiktheid van semi-kwantitatieve monitoring voor ruimtelijk dekkende waarneming van doelsoorten, zoals de prooien van vogels.

Voor soorten die mogelijk schaars verdeeld zijn, zoals Lanice en wadpieren, lijkt de semi-kwantitatieve monitoring robuustere waarnemingen te bieden dan de kwantitatieve methode. Echter, voor een brede biodiversiteitsvraag voldoet de semi-kwantitatieve methode niet, en moet kwantitatieve monitoring worden toegepast.

Aanbevelingen zijn onder andere het ontwikkelen van kwaliteitsborging voor de semi-kwantitatieve bodemdierenmonitoring om de robuustheid en reproduceerbaarheid te verbeteren, en het standaardiseren en consolideren van bestaande datasets om toekomstige campagnes te kunnen integreren en homogene datasets te verkrijgen.

1 Inleiding

Door de zandhonger neemt het totale areaal aan platen, slikken en schorren in de Oosterschelde af en wordt tevens de droogvalduur van het resterende intergetijdengebied verkort (Van Zanten en Adriaanse, 2008; de Ronde et al. 2013). Dit zal op termijn negatieve gevolgen hebben voor de natuurlijke kwaliteit in, en waterveiligheid rond, de Oosterschelde, met name voor een aantal N2000-vogelsoorten (Zandvoort et al. 2019).

In dit kader heeft Rijkswaterstaat daarom eind 2019 de Roggenplaat (1440 ha) gesuppleerd met ruim 1,13 miljoen m³ zand (in situ volume) verdeeld over zeven suppletie-elementen (samen 211 ha) verschillend in dikte variërend tussen gemiddeld 30 en 80 cm. Op de aan de zuidkant gelegen suppleties 4, 5 en 7 is een dikkere sedimentlaag (gemiddeld 66 cm) aangebracht dan op suppleties 1, 2 en 3 (gemiddeld 38 cm) gelegen aan de noordkant van de Roggenplaat (Escaravage et al., 2024).

Deze suppleties zijn gericht op het behoud van de foerageerfunctie van de Roggenplaat voor de volgende 14 benthos-etende vogelsoorten waaronder 13 steltlopers en de bergeend (van der Werf et al., 2016):

- | | |
|---|--|
| 1. Bergeend (<i>Tadorna tadorna</i>) | 8. Scholekster (<i>Haematopus ostralegus</i>) |
| 2. Bontbekplevier (<i>Charadrius hiaticula</i>) | 9. Steenloper (<i>Arenaria interpres</i>) |
| 3. Bonte Strandloper (<i>Calidris alpina</i>) | 10. Strandplevier (<i>Charadrius alexandrinus</i>) |
| 4. Groenpootruiter (<i>Tringa nebularia</i>) | 11. Tureluur (<i>Tringa totanus</i>) |
| 5. Kanoet (<i>Calidris canutus</i>) | 12. Wulp (<i>Numenius arquata</i>) |
| 6. Kluut (<i>Recurvirostra avosetta</i>) | 13. Zilverplevier (<i>Pluvialis squatarola</i>) |
| 7. Rosse Grutto (<i>Limosa lapponica</i>) | 14. Zwarte Ruiter (<i>Tringa erythropus</i>) |

Om de morfologische en ecologische ontwikkeling van de suppleties na aanleg te kunnen volgen, en een evaluatie van de doelstellingen te kunnen uitvoeren, heeft Rijkswaterstaat samen met Wageningen Marine Research, NIOZ, Deltares, Deltamilieu Projecten en de Hogeschool Zeeland een grootschalig monitoringsprogramma geïnitieerd met een looptijd van 2015 tot en met 2024 (Ysebaert et al. 2016).

In het kader van dit monitoringsprogramma is, naast een kwantitatieve monitoring van het macrozoöbenthos ('MWTL' methode, [RWSV 913.00.B200](#)), ook een semi-kwantitatieve opname van macrozoöbenthos (Bijleveld en Paree, [RWSV 913.00.B100](#)) uitgevoerd op en rondom de suppleties. Het huidige document rapporteert de semi-kwantitatieve opname van macrozoöbenthos uitgevoerd vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020 tot en met. 2022). Tevens worden de resultaten van de semi-kwantitatieve opnames vergeleken met de kwantitatieve opnames uit vergelijkbare tijdsperioden. Afgesloten wordt met een discussie en conclusies.

2 Methoden

2.1 Monitoringstechniek

De semi-kwantitatieve opname van macrozoöbenthos is uitgevoerd door middel van een gebiedsdekkende veldscreening (RWS voorschrift 913.00.B100).

Naast de directe waarneming van een aantal omgevingsdescriptoren zoals het aspect en de samenstelling van het sediment en de begroeiing, wordt met behulp van een spade gekeken welke soorten (die visueel te herkennen zijn) voorkomen. Er is ook gebruik gemaakt van een werpvierkant voor de bepaling van het aantal wadpierenhopjes en van de kokkels in de bovenste 6 cm van het sediment. Daarnaast wordt ook onderscheid gemaakt tussen wadpieren in verschillende grootteklassen en een schatting gemaakt van de omvang van het bodemleven. Deze semi-kwantitatieve opname levert informatie over de bodemdierengemeenschappen met een hogere ruimtelijke dekking dan de kwantitatieve benthosbemonstering.

De semi-kwantitatieve opname van macrozoöbenthos bestaat vooral uit aan-/afwezigheid van een selectie van soorten die gemakkelijk en snel in het veld herkend kunnen worden. De huidige voorschriften voorzien geen kwaliteitsborging waardoor de lezer gewaarschuwd dient te worden dat de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de hier getoonde gegevens niet gegarandeerd kunnen worden. Deze screening is dus indicatief en bedoeld om een betere gebiedsdenkende inschatting te kunnen maken en ontwikkelingen op te volgen van de bodemdieren en daarmee een aanvulling op de reguliere nauwkeurige kwantitatieve bemonstering van bodemdieren.

2.2 Selectie van de gegevens

In het kader van het Roggenplaatsuppletie project werden jaarlijks gegevens van semi-kwantitatieve opnames beschikbaar gemaakt door RWS-ZD. Bij het schrijven van het huidige document ging het om de monitoringsjaren 2016, 2017, 2020, 2021 en 2022 met in 2016 en 2017 respectievelijk 90 en 305 monsterlocaties en vanaf 2020, 329 monsterlocaties.

Voor de huidige analyse blijven de gegevens van 2016 buiten beschouwing vanwege het beperkt aantal monsterlocaties; gegevens uit 2017 vertegenwoordigen hier de t_0 in het kader van de huidige studie naar de effecten van de suppleties-aanleg uitgevoerd in 2019.

Naast de selectie van soorten die gemakkelijk en snel in het veld herkend kunnen worden, zijn er ook een aantal waarnemingen m.b.t. de fysieke eigenschappen van de monsterlocaties verzameld tijdens deze bemonstering zoals de aanwezigheid van golfribbel, stroomribbel, plofzand, slib, vochtigheid ('nat'), wier, diatomeeën, diepte van de oxidatielaag en lutumpercentage.

Door gebrek aan formele kwaliteitsborging (RWS voorschrift 913.00.B100) rust geen garantie m.b.t. betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid op de gegevens verzameld in het kader van de semi-kwantitatieve monitoring. Dit gezegd hebbende kunnen de waarnemingen van aan/afwezigheid van bodemdieren soorten wel beschouwd worden als voldoende robuust om gebruikt te worden in de huidige analyse.

Met uitzondering van de diepte van de oxidatielaag, die objectief gemeten wordt, is er in de afwezigheid van kwaliteitsborging, veel ruimte voor interpretatie bij de kwalificatie van de overige omgevingsfactoren zoals de sedimentsamenstelling en de vegetatie. Daardoor blijven deze metingen buiten beschouwing in de huidige analyse.

2.3 Weergave van de resultaten

Van alle in deze studie meegenomen variabelen zijn er voor alle jaren kaarten gemaakt voor een weergave van de ruimtelijke indeling over de plaat met onderscheid van de zeven suppleties en door de jaren heen.

Van de numerieke variabelen, namelijk het aantal soorten en de diepte van de oxydatielaag, zijn er boxplots gemaakt voor een weergave van de numerieke verdeling op elke suppletie en door de jaren heen. De statistische verdeling van de overige (kwalitatieve) gegevens is weergegeven met behulp van de frequenties van de aanwezigheid op elke suppletie en daarbuiten door de jaren heen.

Bij de grafische weergave van de statistische verdeling (boxplots en frequentiegrafieken) zijn de gegevens geaggregeerd op basis van de geografische positie van de monsterlocaties binnen een van de zeven suppleties (1 tot en met 7) of daarbuiten (0) met onderscheid van de monsterjaren 2017 en 2020 tot en met 2022 (Walles et al., 2021).

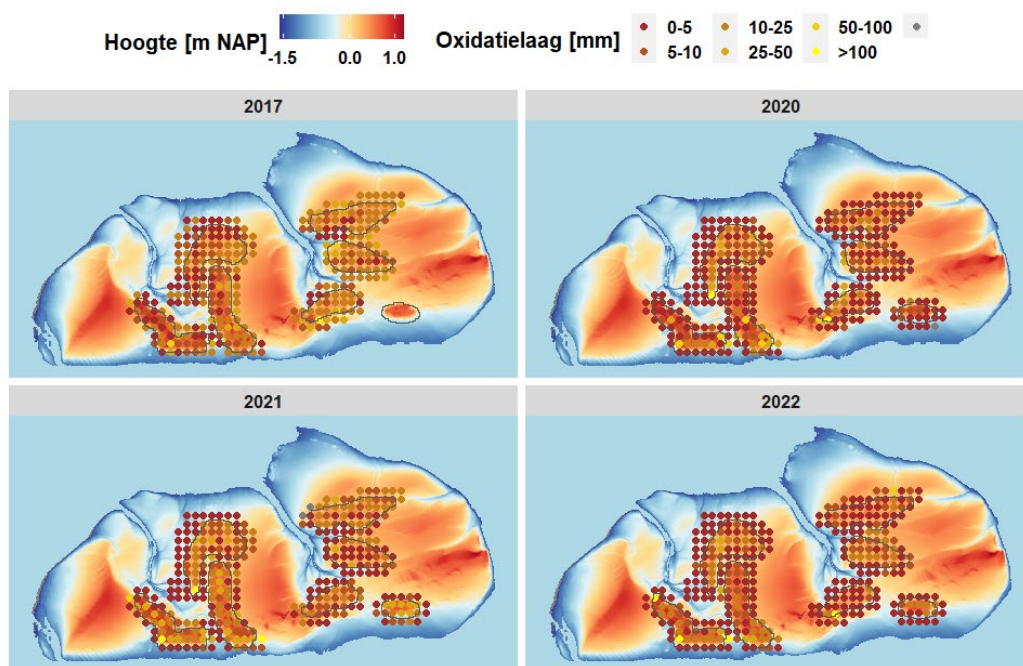
Vorige rapportages (Escaravage et al., 2024; Walles et al., 2021) wijzen op een positieve relatie tussen de aanlegdikte van de suppleties, de droogvalduur en de korrelgrootte met negatieve gevolgen voor de kolonisationsnelheid van de suppleties.

Om rekening te houden met dit ecologische proces zijn de suppleties, bij de grafische weergaven, gerangschikt volgens toenemende aanlegdikte: 0-3-2-6-5-1-7-4 waar suppletie nummer '0' staat voor locaties die net buiten de suppleties liggen.

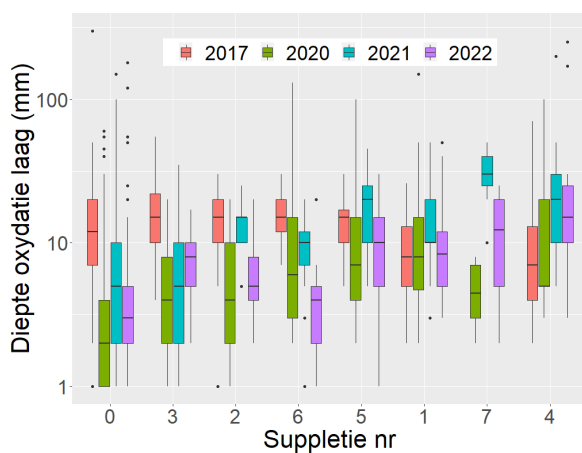
3 Resultaten

3.1 Resultaten uit de semi-kwantitatieve monitoring

3.1.1 Abiotiek



Figuur 1 Ruimtelijke verdeling van de diepte van de oxidatie laag per monsterlocatie vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Achtergrondkaart LiDAR RWS 2020 (na aanleg van de suppletie).

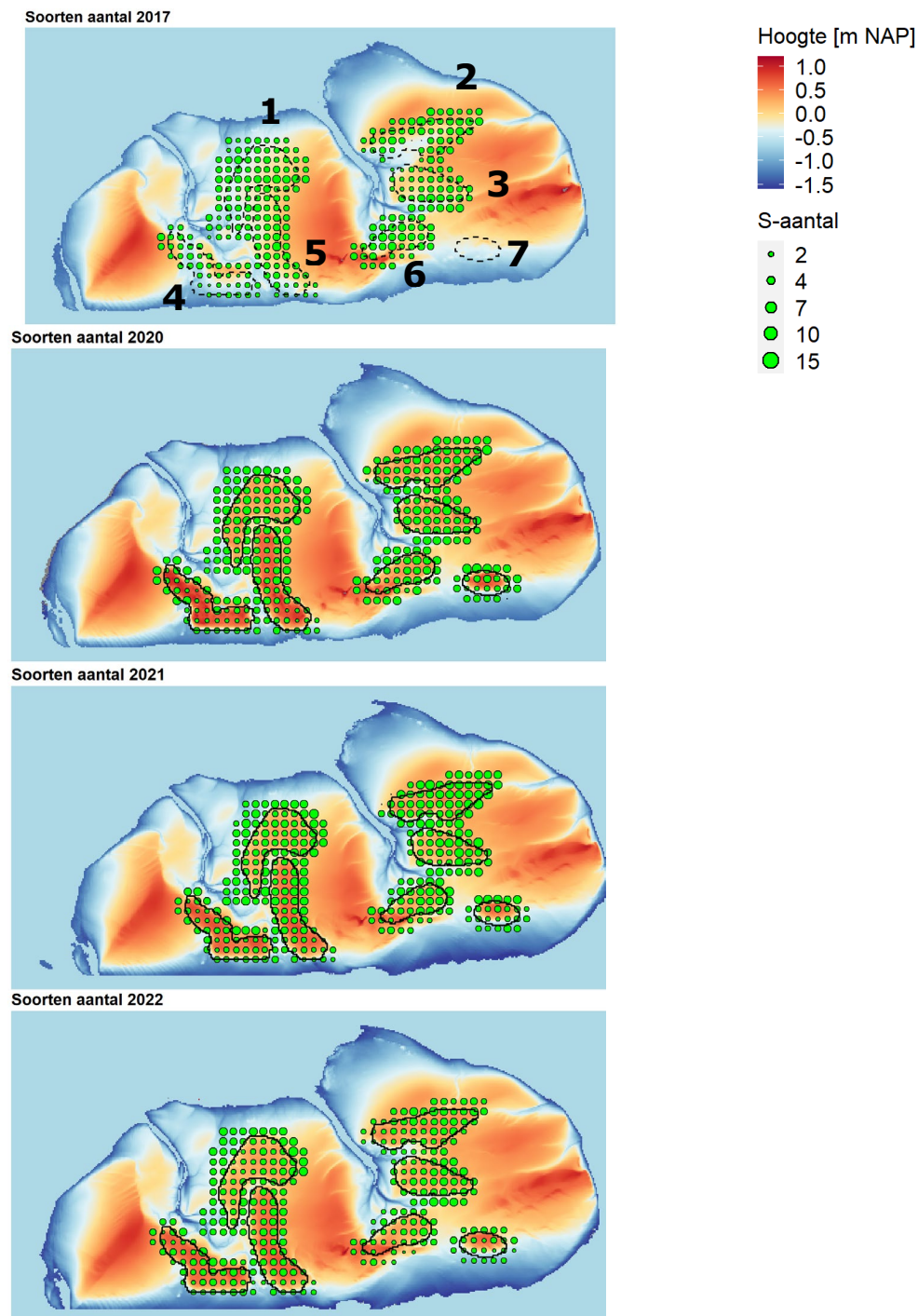


Figuur 2 Statistische verdeling van de diepte van de oxidatielaag gemeten op de locaties gegroepeerd per suppletie (0= locaties buiten de suppleties) vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Suppleties zijn geordend volgens toenemende aanlegdikte.

In 2017 was de oxidatielaag ondieper in het aanleggebied van de dikke suppleties 1 en 4 (suppletie 7 was toen niet doorgemeten) dan in het aanleggebied van de dunne suppleties (3, 2, 6 en 5) en ook buiten de aanleggebieden (Suppletie nr "0" in **Figuur 2**).

Na de aanleg (tussen 2017 en 2020) nam de diepte van de oxidatielaag op de meeste locaties drastisch af, buiten de suppleties maar ook op de dunne suppleties 3 en 2 en in mindere maat op suppletie 6 (**Figuur 1** en **Figuur 2**). Na een opmerkelijke toename in de diepte van de oxidatielaag tussen 2020 en 2021 in de meeste suppleties zoals buiten de suppleties neemt de diepte van de oxidatielaag weer af tussen 2021 en 2022. In 2022 ligt de oxidatielaag nog duidelijk lager op de dunne suppleties en buiten de suppleties dan in de dikke suppleties (5, 1, 7 en 4).

3.1.2 Soortenrijkdom

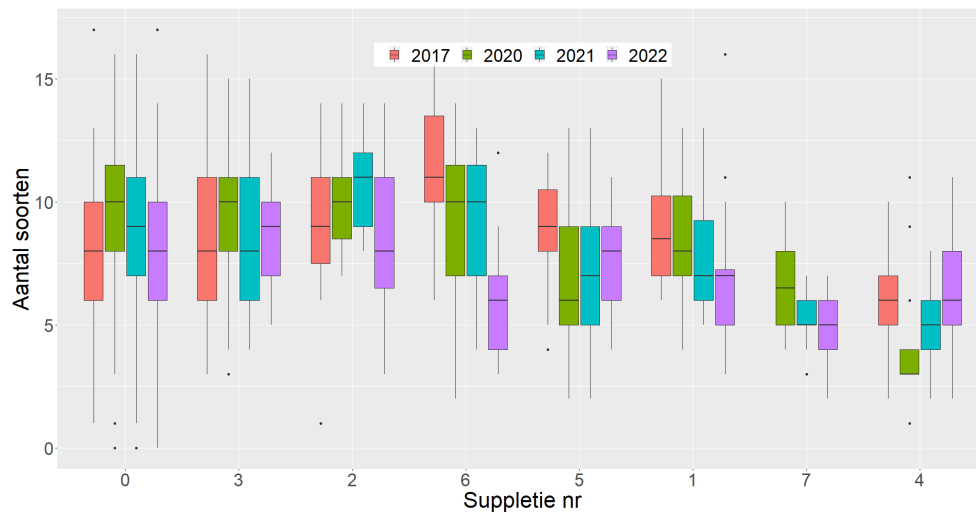


Figuur 3 Ruimtelijke verdeling van het aantal soorten per monsterlocatie vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Achtergrondkaarten: LiDAR RWS van boven naar onder: 2018, 2020, 2021 en 2022.

Voor de aanleg van de suppleties tonen de aanleg gebieden duidelijke gradiënten in het aantal soorten bodemdieren met lager aantal soorten aan de (diepere) buitenkant van de suppleties (zuidelijke rand van

suppleties 4, 5, 6, 2 en noordelijke kant van suppletie 3, **Figuur 3**. Ook tussen de aanleggebieden zijn al in 2017 duidelijke verschillen te zien met het laagste aantal soorten voor het aanleggebied van suppletie 4 en het hoogste aantal voor het aanleggebied van suppletie 6.

Na de aanleg (2020) en de jaar erna (2021) neemt het aantal soorten duidelijk af in het midden van de relatieve dikke suppleties 4, 5, 6, 7 en 1 (**Figuur 3**).



Figuur 4 Statistische verdeling van het aantal soorten waargenomen op de locaties gegroepeerd per suppletie (0= locaties buiten de suppleties) door de jaren heen vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Suppleties zijn geordend voor toenemende aanlegdikte.

Het aantal soorten op de locaties buiten de suppleties (Suppletie nr '0' in **Figuur 4**) neemt enigszins toe tussen 2017 en 2020 en vervolgens af tot en met 2022. Een vergelijkbare patroon is ook waargenomen op de dunste suppleties 3 en 2; de toename tussen 2017 en 2020 (na de aanleg) is op deze suppleties wel wat gedempt vergeleken met de locaties buiten de suppleties (**Figuur 4**).

Op de dikkere suppleties 6, 5 en 4 neemt het aantal soorten sterk af na de aanleg (tussen 2017 en 2020); die afname is minimaal voor suppletie 1 en niet bekend voor suppletie 7 door gebrek aan t_0 (2017) meting (**Figuur 4**).

Na de sterke afname na de aanleg op suppletie 4 neemt het aantal soorten weer toe tot en met 2022 tot een vergelijkbaar niveau als in 2017. Het aantal soorten in de overige dikke suppleties 6, 5, 1 en 7 waargenomen in 2022 is lager dan in 2017 (**Figuur 4**).

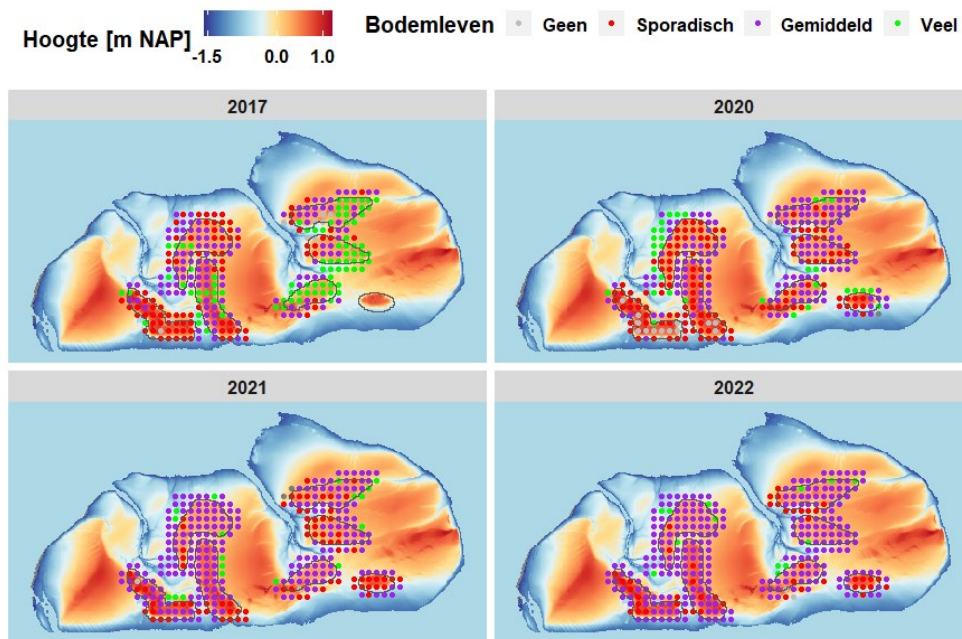
In 2022 is het aantal soorten op de dikke suppleties (6, 5, 1, 7 en 4) duidelijk lager dan op de dunne suppleties en in de locaties buiten de aanleg gebieden (**Figuur 4**).

3.1.3 Bodemleven

De waarnemingen van 'Bodemleven' met het onderscheid van de klassen "Geen", "Sporadisch", "Gemiddeld" en "Veel" geven een wat meer gevoelsmatige indruk weer van de bodemdierengemeenschap zoals waargenomen in het veld dan het aantal herkende soorten.

In 2017 hebben de aanleggebieden van de dunne suppleties 3, 2 en 6 het grootste aantal locaties met veel bodemleven. Zoals m.b.t. het aantal soorten (**Figuur 4**) heeft het aanleggebied van suppletie 4 in 2017 het laagste niveau van bodemleven van alle gebieden (**Figuur 5**). Na de aanleg (2020) verslechtert het bodemleven op alle suppleties met, zoals in 2017, een betere situatie op de dunne suppleties 3, 2 en 6 dan op de dikke suppleties 1, 4, 5 en 7. Hoge concentratie aan locaties met veel bodemleven zoals gevonden in 2017 in de aanleggebieden van suppleties 2, 3 of 7 zijn in 2020 te vinden buiten de suppleties aan de noordwestelijke kant van suppletie 1 (**Figuur 5**).

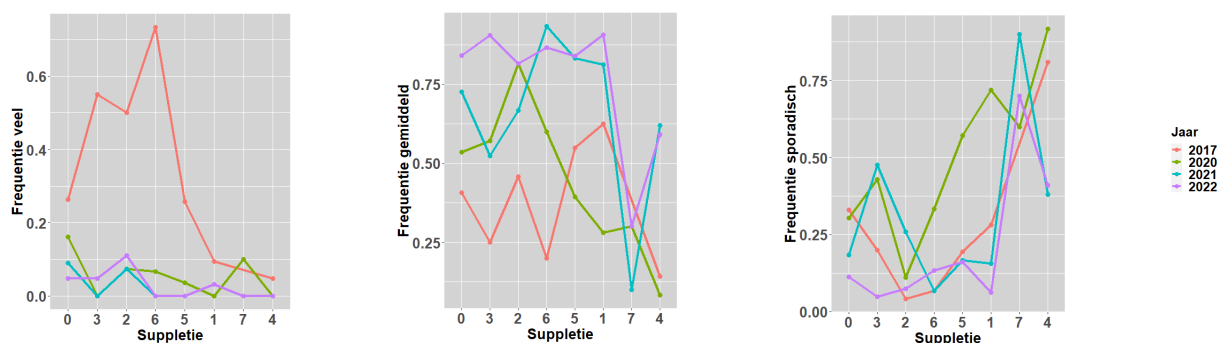
Een traag herstel van het bodemleven tekent zich af tussen 2020 en 2022 op de meeste suppleties. De niveaus van bodemleven blijven het laagst op suppleties 4 en 7. Opmerkelijk is de relatieve verbetering van het niveau van het bodemleven aan de zuidelijke kant van suppleties 4 en 5 tussen 2017 en 2022 (**Figuur 5**).



Figuur 5 Ruimtelijke verdeling van de aanwezigheid van bodemleven per monsterlocatie vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Achtergrondkaart LiDAR RWS 2020 (na aanleg van de suppletie).

De afname in de niveaus van bodemleven tussen 2017 en de jaren na de suppletie (2020 tot en met 2022) is goed geïllustreerd door de afname in het aantal locaties met veel bodemleven, vooral zichtbaar op de suppleties 3, 2, 6 en wel in mindere mate op suppletie 5 (**Figuur 6**). Al vóór de aanleg was het bodemleven op de aanleggebieden van de dikkere suppleties 1, 7 en 4 gekenmerkt als 'sporadisch' (vooral suppletie 1) en 'gemiddeld'.

Ook buiten de suppleties is, in 2017, het niveau van bodemleven lager dan op de aanleggebieden van suppleties 3, 2 en 6. Op de meeste suppleties is er nadien een herstel met een toename van de omvang in bodemleven (vooral van 'sporadisch' naar 'gemiddeld'. Maar op suppletie 7 blijft het bodemleven gekenmerkt door een slechte waardering (vooral sporadisch!).



Figuur 6 Frequentie van de aanwezigheid van bodemleven (veel, gemiddeld, sporadisch) op de locaties gegroepeerd per suppletie (0= locaties buiten de suppleties) door de jaren heen vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Suppleties zijn geordend voor toenemende aanlegdikte.

De waargenomen afname in het aantal locaties met veel bodemleven tussen 2017 en 2020 gaat, in de meeste gebieden, gepaard met een toename in waarnemingen van gemiddeld bodemleven (suppleties 3, 2 en 6) of zelfs sporadisch bodemleven (suppleties 5, 1 en 4; zie **Figuur 6**).

In 2021 en 2022 domineren de waarnemingen met gemiddeld bodemleven op suppleties 2, 6, 5 en 1. Hoge frequenties van monsterlocaties met sporadische bodemleven zijn, in 2022, vooral waargenomen op de dikke suppleties 7 en 4.

3.1.4 Ruimtelijke verdeling van de veel voorkomende soorten

De ruimtelijke verspreiding van de veel voorkomen soorten is weergegeven in **Figuur 7** en **Figuur 8**.

Kokkels.-Voor de aanleg van de suppleties, kwamen kokkels zeer vaak voor op de aanleggebieden van suppleties 1, 3 en 6, aan de noordelijke kant van suppleties 4 en 5 en aan de oostelijke kant van suppletie 2 (**Figuur 7**). Na de aanleg waren kokkels bijna volledig verdwenen van suppleties 1, 2, 4, 5 en (wel in mindere mate) 6. Kokkels werden wel nog gevonden in 2020 op vele locaties aan de oostelijke kant van suppleties 3 en 7. Na 2020 zijn er duidelijke tekenen van herstel waar te nemen op de meeste suppleties. Echter zijn er op vele locaties langs het Middengeultje bij suppleties 2, 3 en 6 nog geen kokkels aanwezig in 2022, en dat is ook het geval aan de zuidelijke kant van suppleties 4, 5 en 7.

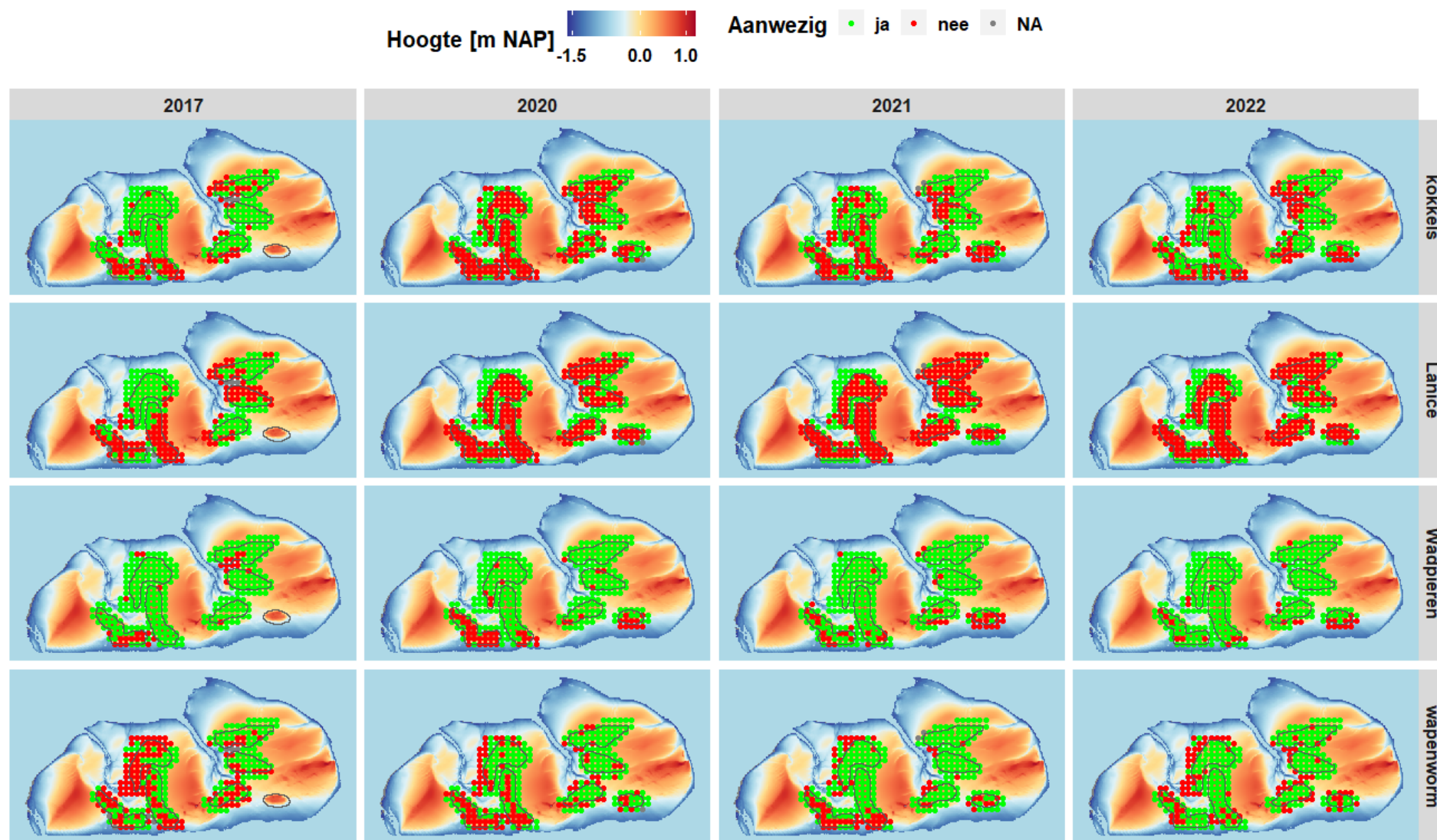
Lanice.-Voor de aanleg kwam de kokkerworm Lanice vooral voor bij de aanleggebieden van suppleties 1, 6 en 2 (**Figuur 7**). Sinds de aanleg is deze soort afwezig gebleven van de meeste locaties op de zeven suppleties.

Wadpieren.-Voor de aanleg was de wadpier aanwezig op de aanleggebieden van de meeste suppleties met uitzondering van de zuidelijke kant suppletie 4 en op locaties tussen de aanleggebieden van locaties 2 en 3 (**Figuur 7**). Een jaar na de suppletie was de wadpier volledig afwezig op suppletie 4 en aan de zuidelijke kant van suppletie 5 en suppletie 7. Na 2020 herstelt de wadpier populatie zich op de meeste suppleties. Op vele locaties aan de zuidelijke kant van suppletie 7 is er in 2022 geen wadpier gevonden. In de volgende paragraaf wordt de ruimtelijke verdeling van de verschillende grootteklassen van wadpieren in beschouwing genomen.

Wapenworm.- Wapenwormen zijn voor de aanleg vooral te vinden in de aanleggebieden van suppleties 2 en 3 (**Figuur 7**). De aanleg blijkt weinig effect op de wapenwormen op suppletie 2 en 3 en die soort wordt zelf vaker aangetroffen dan vóór de aanleg op suppleties 1 en 6 in 2020. Wapenwormen worden het minst aangetroffen op suppleties 4 en 5 in 2020. Na 2020 worden de wapenwormen in toenemende maat getroffen op de meeste locaties maar nog steeds in mindere mate op suppletie 7.

Overige soorten weergegeven in **Figuur 8** (*Corophium*, nonnetjes, tapijtshellpen en wadslakjes) komen slechts mondjesmaat voor op de suppleties en daarbuiten.

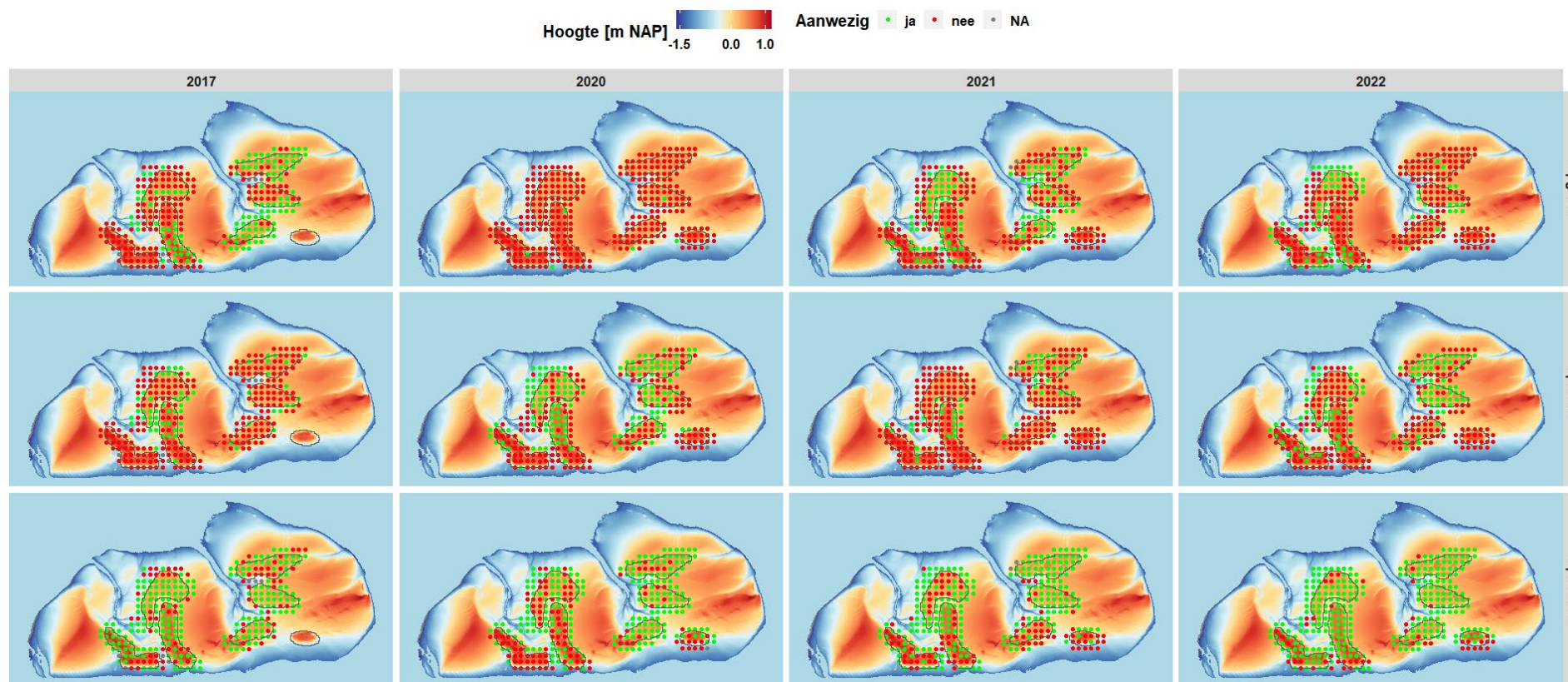
Onder die soorten, waren in 2020 de tapijtshellpen het vaakste getroffen aan de oostelijke kant van de aanleggebieden van suppleties 2, 3, 6 en aan de noordelijke kant van suppleties 4 en 5. Afwezig van alle suppleties na de aanleg in 2020 keerden de tapijtshellpen terug op suppleties 2 en 3 in 2021 om weer te verdwijnen van bijna alle monsterlocaties in 2022. De wadslakjes, vaak getroffen voor de aanleg op de aanleggebieden van suppleties 3 en 6, werden iets minder aanwezig in deze gebieden na de aanleg en keerden terug na 2020. *Corophium* is vooral aangetroffen in het aanleggebied van suppletie 6 voor de aanleg en op suppletie 2 en 3 in 2022. De nonnetjes die sporadisch getroffen werden voor de aanleg kwamen gestaag terug op suppleties 2 en 3 na de aanleg.



Figuur 7 Ruimtelijke verdeling van de aanwezigheid (ja, nee of, NA, Not Available bij gebrek aan waarneming) van de meest voorkomende bodemdieren soorten per monsterlocatie vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Achtergrondkaart LiDAR RWS 2020 (na aanleg van de suppletie).



Figuur 8 Ruimtelijke verdeling van de aanwezigheid (ja, nee of, NA, Not Available bij gebrek aan waarneming) van de meest voorkomende bodemdieren soorten per monsterlocatie vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Achtergrondkaart LiDAR RWS 2020 (na aanleg van de suppletie).



Figuur 9 Ruimtelijke verdeling van de aanwezigheid (ja, nee of, NA, Not Available bij gebrek aan waarneming) van de verschillende grootteklassen van wadpieren 'klein', 'midden' en 'groot' per monsterlocatie vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Achtergrondkaart LiDAR RWS 2020 (na aanleg van de suppletie).

3.1.5 Ruimtelijke verdeling van de wadpieren met onderscheid van grootte

Afhankelijk van hun grootte ('groot', 'midden' of 'klein') tonen de wadpieren verschillende ruimtelijke verdelingen en response op de aanleg van de suppleties (**Figuur 9**).

Grote wadpieren. -Voor de aanleg werden de grote wadpieren vooral aangetroffen in de aanleggebieden van suppleties 6, 2 en 5, in minder mate aanwezig op suppleties 1 en 3 en afwezig in suppletie 4. Na de aanleg was de hele grootteklasse verdwenen uit het hele gebied in 2020. In 2021 keren de grote wadpieren terug in grotere aantallen op suppletie 1 en in mindere mate op de andere suppleties m.u.v. suppletie 7. In 2022 neemt de aanwezigheid van de grote wadpieren weer af op de meeste suppleties.

Middelgrote wadpieren. -Voor de aanleg waren de middelgrote wadpieren goed vertegenwoordigd op de meeste suppleties (m.u.v. de zuidelijke kant van suppletie 4). In 2020 verdwijnen de middelgrote wadpieren uit suppletie 4 en komen veel minder voor in suppleties 5 en 1 dan in 2017. Na 2020 keren de middelgrote wadpieren weer terug op de meeste suppleties.

Kleine wadpieren. -Kleine wadpieren komen sporadisch voor in 2017, vooral in de aanleggebieden van suppleties 1 en 5. Tussen 2017 en 2020 is er een forse toename in de aanwezigheid van kleine wadpieren waar te nemen vooral in suppleties 1, 2, 3 en 5. Na een sterke daling in de aanwezigheid van de kleine wadpieren op de meeste suppleties (in minder maat op suppletie 2) in 2021 worden die individuen weer regelmatig getroffen vooral op suppletie 2 en 3 in 2022.

3.1.6 Treffrequentie van een aantal veel voorkomende soorten tussen de suppleties door de jaren heen

Van de veel voorkomende soorten met een uitgesproken verspreidingspatroon en/of temporele trend in hun aanwezigheid zijn grafieken van treffrequenties tussen de suppleties door de jaren heen weergegeven in **Figuur 10**. Om rekening te houden met het eerder genoemde belang van de aanlegdikte voor de bodemdieren (Escaravage et al., 2024) zijn, in deze grafieken, de suppleties gerangschikt voor toenemende aanlegdikte: 0→3→2→6→5→1→7→4 waar suppletie nummer '0' staat voor locaties die net buiten de suppleties liggen.

Deze grafieken kunnen gezien worden als een synoptische weergave van de kaarten in **Figuur 7** tot **Figuur 9** bedoeld om een kwantitatieve evaluatie van de verschillen tussen de suppleties en van de veranderingen tussen de jaren mogelijk te maken.

Lanice. -In 2017 zijn de treffrequenties van *Lanice* buiten en binnen de aanleggebieden tussen 30 en 90 % met grote verschillen tussen de gebieden: hoge waarden in aanleggebieden van suppleties 2, 6 en 1 en lage waarden in aanleggebieden van suppleties 3, 5 en 4 en daarbuiten (0). Buiten de suppleties blijven de treffrequentie rondom 60% tussen 2020 en 2022 (**Figuur 10**). Na de aanleg blijven de treffrequentie van *Lanice* laag (<25%) en nemen af in waarde langs de gradiënt van toenemende aanlegdikte.

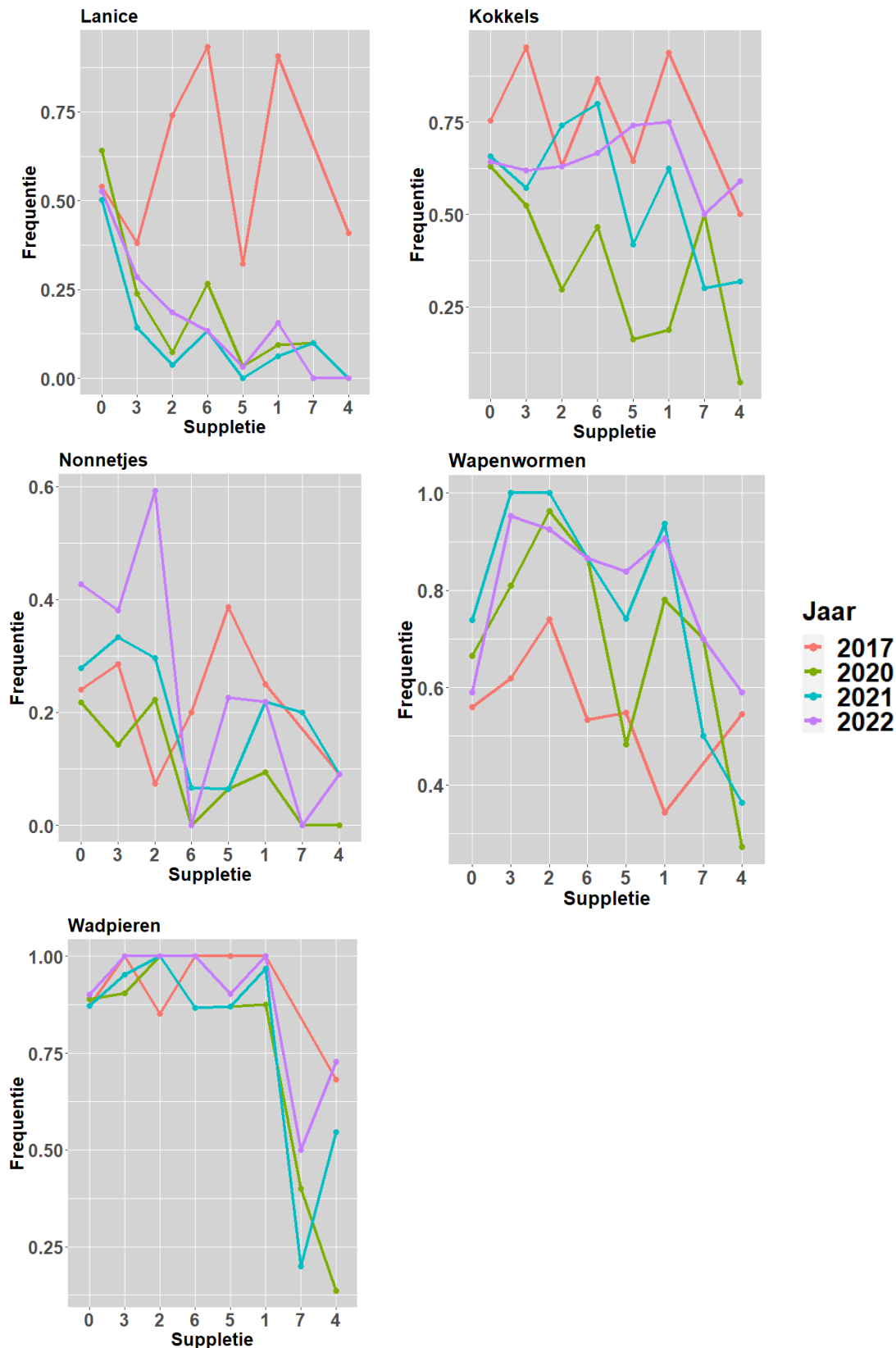
Kokkels. -Zoals bij *Lanice* laten de treffrequenties van de kokkels geringe temporele veranderingen zien op de locaties buiten de suppleties (60% - 75%). Na de aanleg (2020) is een sterke daling in de treffrequenties waar te nemen op de suppleties met bijzondere lage waarden op de dikke suppleties 5, 1 en 4 (**Figuur 10**). In 2021 zijn de treffrequenties op de dunne suppleties 2 en 6 hersteld (niet op suppletie 3) waar de treffrequenties op de dikke suppleties 5, 7 en 4 laag blijven. In 2022 zijn de treffrequenties in de meeste suppleties hersteld met uitzondering van de dikste suppleties 7 en 4.

Nonnetjes. -In tegenstelling tot *Lanice* en de kokkels waren de initiële treffrequenties (2017) van de nonnetjes vrij laag buiten en in de aanleggebieden (ca 20%) m.u.v. suppletie 5 (ca 40%). Na de aanleg (2020) nam de treffrequentie van de nonnetjes af op de meeste suppleties m.u.v. suppletie 2 (**Figuur 10**). Na 2020 nemen de treffrequenties van de nonnetjes weer toe buiten de suppleties, in suppleties 3 en 2 en in minder maat in suppleties 5 en 1.

Wapenwormen. -Voor de aanleg (2017) was de treffrequentie van de wapenwormen tussen 50 en 60% buiten de suppleties en op de meeste suppleties m.u.v. suppletie 2 (ca 70%) en suppletie 1 (ca 30%) (**Figuur 10**). Na de aanleg (2020) namen de treffrequenties toe, ook op de suppleties (m.u.v. 5 en 4). Na 2020 namen de treffrequenties verder toe op de meeste suppleties en in minder maat in suppleties 7 en 4.

Wadpieren. -De treffrequenties van de wadpieren blijven hoog (boven 80%) door de jaren heen buiten én op de suppleties m.u.v. de dikkere suppleties 7 en 4 waar, vooral in 2020 en 2021, lage waarden getroffen zijn. In beide suppleties nemen de treffrequenties toe tussen 2021 en 2022 (**Figuur 10**). Het onderscheid van

grootteklassen tussen de wadpieren laten een differentiële ontwikkeling van de wadpieren zien als functie van de grootte in relatie tot de aanleg van de suppleties (**Figuur 11**).



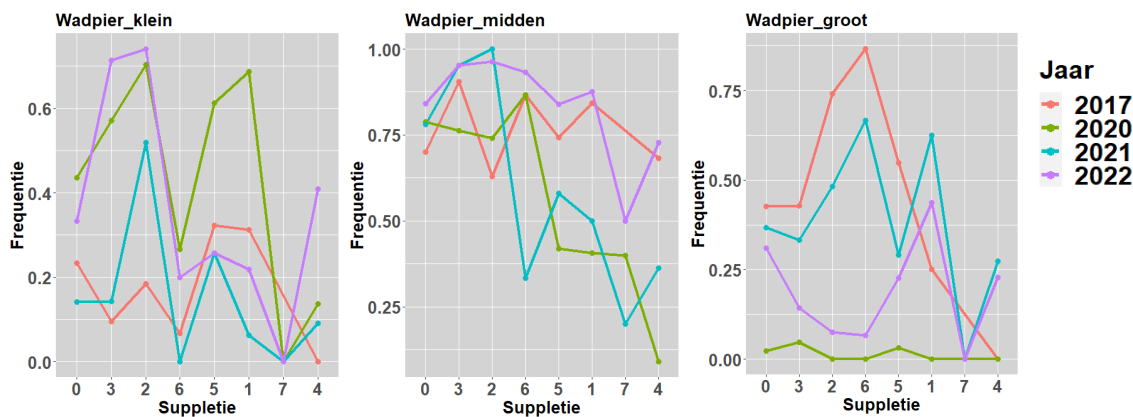
Figuur 10 Frequentie van de aanwezigheid van meest voorkomende soorten op de locaties gegroepeerd per suppletie (0= locaties buiten de suppleties) door de jaren heen vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Suppleties zijn geordend voor toenemende aanlegdikte.

3.1.7 Wadpieren met onderscheid van grootte

De kleine wadpieren nemen enorm toe op de suppleties na de aanleg (2020) m.u.v. suppleties 6, 7 en 4. Na een afname in de meeste gebieden in 2021 zijn de treffrequenties weer bijzonder hoog in 2022 in suppleties 3 en 2 (**Figuur 11**).

In 2017 domineren de middelgrote wadpieren alle gebieden met een treffrequentie rondom 75%. De aanleg van de suppleties leidde voor een afname van deze groep in 2020 en 2021 vooral op de dikke suppleties 5, 1, 7 en 4. In 2022 zijn de treffrequenties van de middelgrote wadpieren terug op waarden van voor de aanleg, wel iets lager in suppleties 7 en 4 dan in de overige suppleties.

De grote wadpieren laten een drastische afname van de treffrequenties zien na de aanleg (2020) en dit, tegen de verwachtingen in, ook buiten de suppleties. Tussen 2020 en 2021 neemt de treffrequenties van de grote wadpieren weer toe buiten en op de suppleties met uitzondering van suppletie 7. In 2022 nemen de treffrequenties weer af vooral in suppleties 3, 2, 6 en 7.



Figuur 11 Frequentie van de aanwezigheid van de verschillende grootteklassen van wadpieren 'klein', 'midden' en 'groot' op de locaties gegroepeerd per suppletie (0= locaties buiten de suppleties) door de jaren heen vóór (2017) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). Suppleties zijn geordend voor toenemende aanlegdikte.

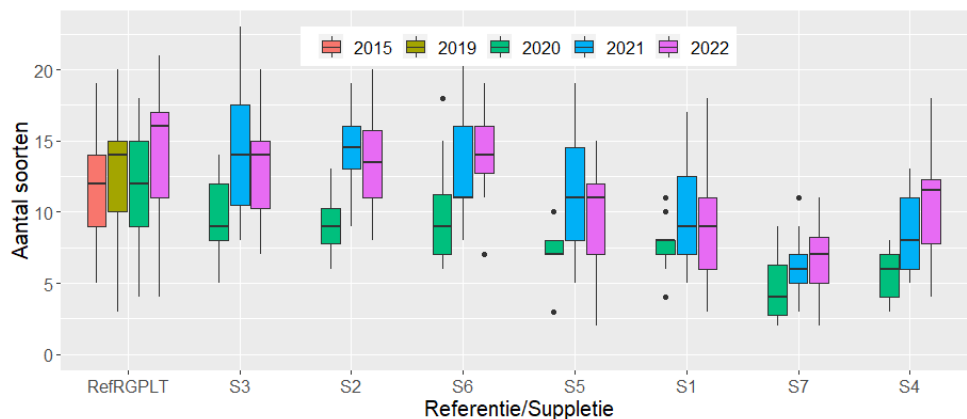
3.2 Resultaten uit de kwantitatieve monitoring

Voor de vergelijking van de resultaten van de semi-kwantitatieve monitoring met deze van de kwantitatieve monitoring zijn de volgende variabelen meegenomen: het aantal soorten, de totale bodemdieren biomassa (te vergelijken met bodemleven) en de frequentieverdeling van Lanice, kokkels, nonnetjes, wapenwormen en de wadpieren.

De gegevens van de kwantitatieve monitoring komen overeen met de gegevens gebruikt i.h.k.v. de T3-rapportage (Escaravage et al., 2024). Voor de kwantitatieve monitoring, in tegenstelling tot de semi-kwantitatieve monitoring, begint de intensieve bemonstering van de suppleties pas na de aanleg vanaf 2020. Op de grafieken hieronder ontbreken dus waarnemingen uit de suppleties voor de jaren 2015 en 2019.

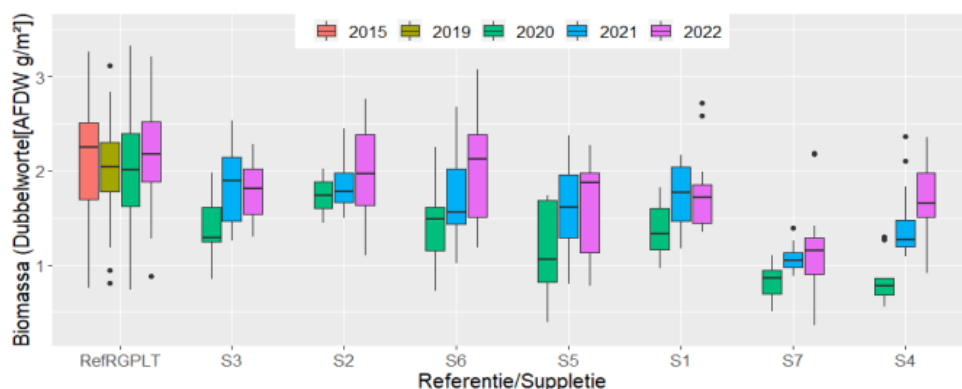
3.2.1 Aantal soorten

Op basis van de gegevens uit de kwantitatieve monitoring is er sprake van een daling van het aantal soorten op alle suppleties na de aanleg (2020 in **Figuur 12**) en de intensiteit van die initiële daling neemt toe met de dikte van de suppleties. Na 2020 neem het aantal soorten weer toe in alle suppleties en bereikt hogere waarden op de dunne suppleties (3, 2, 6) dan op de overige suppleties in 2022.



Figuur 12 Aantal soorten (Kwantitatieve monitoring) in de referentielocaties (RefRGPLT) en op de suppleties (S1 tot S7) over de jaren (geen RefRGPLT monster in 2021). De suppleties zijn gesorteerd op toenemende aanlegdikte. Uit Escaravage et al. (2024).

3.2.2 Biomassa



Figuur 13 Biomassa van bodemdieren ($\sqrt[3]{\text{AFDW g/m}^2}$) uit de kwantitatieve monitoring in de referentie locaties (RefRGPLT) en op de suppleties (S1 tot S7) over de jaren (geen RefRGPLT monster in 2021). De suppleties zijn gesorteerd op toenemende aanlegdikte.

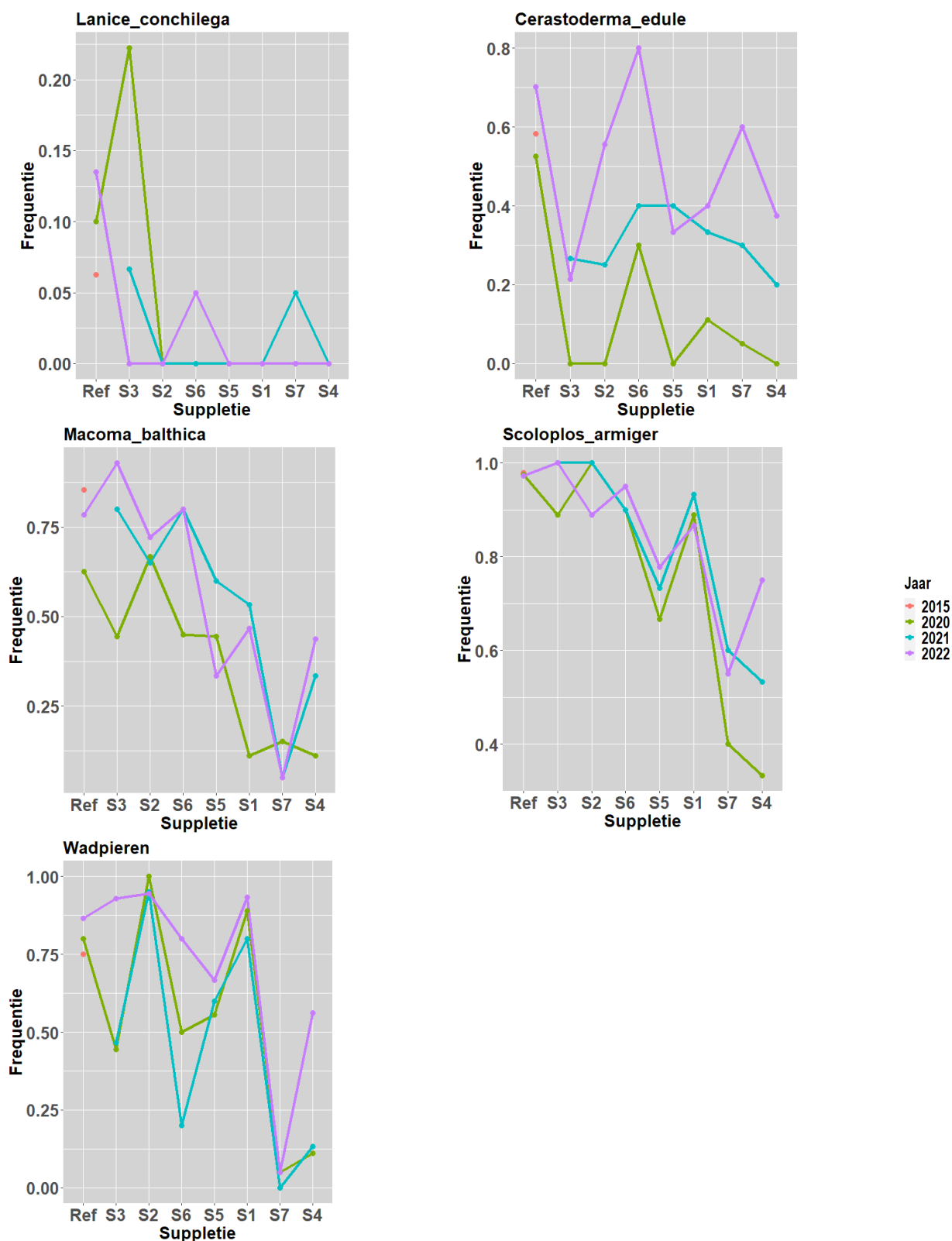
De biomassa toont vergelijkbare verschillen tussen de gebieden en veranderingen tussen de jaren met de soortenrijkdom. In beide gevallen is er een afname waar te nemen na de aanleg (2020) met een intensivering van die initiële daling met de dikte van de suppleties. Na 2020 vindt een herstel plaats dat leidt tot een hogere biomassa op de dunne dan op de dikke suppleties.

Van de meest voorkomende soorten uit de semi-kwantitatieve monitoring (zie **Figuur 10**) zijn de treffrequenties waargenomen in de kwantitatieve monitoring weergegeven in **Figuur 14**.

Lanice conchilega. - De schelpkokerwormen komen met relatieve lage frequentie voor (rond 10% van de monsters) buiten de suppleties. Met uitzondering van suppletie 3, waar de treffrequenties afnemen van 20% in 2020, 5% in 2021 tot nul in 2022, komt die soort slechts sporadisch voor op de suppleties.

Cerastoderma edule (kokkels). - De aanleg van de suppleties leidt tot lage waarden in de treffrequentie van de kokkels op alle suppleties in 2020, wel in mindere maat op suppletie 6. Na 2020 nemen de treffrequenties op alle suppleties weer toe tot waarden die vergelijkbaar zijn met de waarnemingen buiten de suppleties vooral op suppleties 6, 7 en 2.

Macoma balthica (nonnetjes). - De treffrequentie van de nonnetjes neemt af met de dikte van de suppleties na de aanleg in 2020. Tussen 2020 en 2022 nemen de treffrequenties weer toe op de suppleties maar blijven lager op de dikkere suppleties 5, 1, 4 en vooral 7 vergeleken met de dunne suppleties 3, 2 en 6.



Figuur 14 Frequentie van de aanwezigheid van meest voorkomende soorten uit de kwantitatieve monitoring (*Lanice conchilega*, *Cerastoderma edule* (kokkels), *Macoma balthica* (nonnetjes), *Scoloplos armiger* (wapenwormen) en wadpieren) op de locaties gegroepeerd per suppletie (Ref= locaties buiten de suppleties) door de jaren heen vóór (2015) en ná de aanleg van de suppleties (2020-2022). De aanleggebieden van de suppleties zijn niet bemonsterd in 2015. Suppleties zijn geordend voor toenemende aanlegdikte.

Scoloplos armiger (wapenwormen). -De treffrequentie van de wapenwormen neemt vooral af na de aanleg in 2020 op suppleties 7 en 4 en in mindere maat op suppletie 5 vergeleken met de overige suppleties. Na 2020 neemt de treffrequentie van de wapenwormen weer toe op 7 4 en 5 maar blijft wel daar lager dan op de overige suppleties.

Wadpieren. Na de aanleg in 2020 was de treffrequentie van wadpieren ongeveer onveranderd ten opzicht van de referentie op suppleties 2 en 1 en wel iets verlaagd op suppleties 3, 6 en 5 en nog even lager op suppleties 7 en 4. In 2022 was de treffrequenties van de wadpieren weer op het niveau van het referentie gebied op de meeste suppleties maar bleef iets lager in suppletie 4 en nog steeds op het laagste niveau in suppletie 7.

4 Discussie

De waarnemingen uit de semi-kwantitatieve monitoring geven zicht op de effecten van de suppleties door de jaren heen na de aanleg. Na een overzicht van de effecten die zijn geconstateerd wordt een vergelijking gemaakt met de resultaten uit de kwantitatieve monitoring gerapporteerd in Escaravage et al. (2024).

4.1 Effecten van de aanleg op basis van de huidige semi-kwantitatieve waarnemingen

4.1.1 Oxydatielaag

Een geringe diepte van de oxidatielaag wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van gereduceerde organische stof in het sediment. De initiële afname van de diepte van de oxydatielaag buiten de suppleties en op de dunne (3, 2, 6) suppleties (**Figuur 2**) zou vervolgens op een organische verrijking van het sediment na de aanleg in deze gebieden kunnen wijzen. Dit proces is moeilijk te verklaren rekening gehouden met het feit dat het sediment gebruikt voor de suppletie grover is (slibarm) dan het sediment natuurlijk aanwezig op de Roggenplaat (Escaravage et al., 2024). Een alternatieve verklaring zou de bedveling van het organisch rijk oppervlaksediment onder het suppletiezand kunnen zijn en de daaropvolgende ontwikkeling van zuurstoflosheid. Het feit dat ook de buitengebieden beïnvloed zijn, zou kunnen duiden op een randeffect van de suppleties.

4.1.2 Soortenrijkdom

De afname van het aantal soorten na de aanleg (2020) en/of het jaar erna (2021) vindt vooral plaats in het midden van de relatieve dikke suppleties 4, 5, 6, 7 en 1 (**Figuur 4**). En dit zou veroorzaakt kunnen zijn door suboptimaal vestigingsklimaat in deze gebieden door de grove korrelgrootte van sediment gebruikt voor de suppletie (Escaravage, 2024). Het feit dat drie jaar na de aanleg de soortenrijkdom op de gesuppleerde gebieden (vooral bij dikke suppleties) nog steeds lager is dan voor de aanleg komt overeen met ervaring opgedaan op de Galgeplaat waar een vergelijkbare achterstand toegeschreven werd aan de grofheid van de suppletiezand (de Vet et al., 2023).

4.1.3 Bodemleven

Waar het aantal soorten geen eenduidig beeld vertoont in het antwoord op de aanleg tussen de suppleties laat het bodemleven op de meeste suppleties (vooral de dunne 3, 2 en 6) een duidelijke verschuiving zien na de aanleg van 'veel' naar 'gemiddeld' en 'sporadisch' (**Figuur 6**). Ook in 2022 komen de niveaus van bodemleven waargenomen in 2017 niet terug op deze suppleties wat een negatiever beeld schetst over de effecten van de suppleties dan het aantal soorten. Hetzelfde patroon is waargenomen buiten de suppleties wat, zoals bij de veranderingen in de diepte van de oxidatielaag zou kunnen wijzen naar een randeffect door de migratie van sediment dat erodeert van de suppleties (Escaravage et al, 2024)

4.1.4 Meest voorkomende soorten

De vier soorten (*Lanice*, Kokkels, Nonnetjes en Wapenwormen) weergegeven in **Figuur 10** laten uiteenlopende dynamieken zien t.o.v. de aanleg: instorten van de populatie *Lanice* zonder terugkeer tot en met 2022, sterke afname met gedeeltelijk herstel voor de kokkels en (in mindere maat) voor de nonnetjes en sterke toename van de wapenwormen sinds de aanleg m.u.v. de dikste suppletie 4. Op basis van de huidige waarnemingen blijken de suppleties, waarschijnlijk als gevolg van de geïnduceerde veranderingen in de morfologie, sterk bepalend te zijn voor de soortensamenstelling van de bodemdierengemeenschappen. Afhankelijk van de nog te bepalen bijdrage van de verschillende soorten op het vogeldieet zullen de suppleties daardoor uiteenlopende effecten kunnen hebben op het voedselaanbod voor vogels (Escaravage et al., 2024).

4.1.5 Wadpieren zonder of met onderscheid van individuele grootte

Waar weinig veranderingen waar te nemen zijn in de treffrequenties van alle wadpieren samen (m.u.v. de dikste suppleties) tonen de grootteklassen 'klein', 'midden' en 'groot' duidelijke verschuivingen tussen de suppleties en jaren. Het onderscheid tussen de grootteklassen geeft zicht op het effect van de suppleties op de dynamiek binnen de wadpierenpopulatie: met het verdwijnen van de grote wadpieren samen met de opkomst van de kleine wadpieren na de aanleg en een terugkeer naar de oorspronkelijke situatie in 2022.

4.2 Vergelijking met de kwantitatieve bodemdieren monitoring

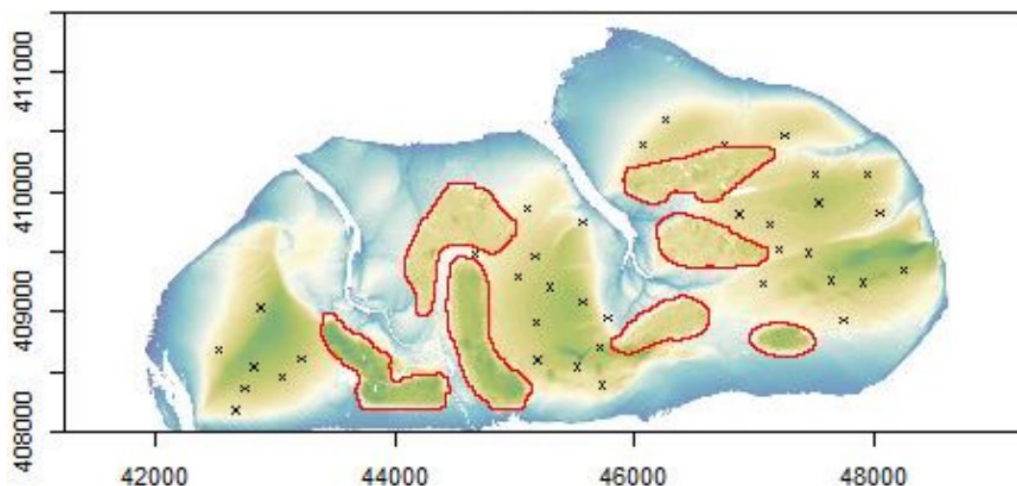
4.2.1 Soortenrijkdom

De sterke afname in het aantal soorten na de aanleg in alle suppleties na 2020 in de kwantitatieve monitoring (**Figuur 12**) werd slechts waargenomen in suppleties 6, 5 en 4 in de semi-kwantitatieve monitoring (**Figuur 4**). De toename van het aantal soorten uit de kwantitatieve monitoring op alle suppleties na 2020 (**Figuur 12**) komt slechts voor in suppletie 4 in de semi-kwantitatieve monitoring (**Figuur 4**). Het feit dat de soorten uit de semi-kwantitatieve monitoring minder gevoelig lijken te zijn voor de effecten van de aanleg dan de soorten uit de kwantitatieve monitoring is zeer waarschijnlijk gerelateerd aan de verschillende gemeenschappen die verzameld zijn met die twee monitoringsprogramma's. De soortenrijkdom uit de kwantitatieve monitoring bevat inderdaad vooral soorten wormen en schaaldieren (respectievelijk 52% en 30% van het aantal soorten) waar de focus van de semi-kwantitatieve monitoring eerder ligt op de schelpdieren en wormen (elke 40% van het aantal soorten).

4.2.2 Bodemleven vs biomassa van bodemdieren

De patronen in de biomassa uit de kwantitatieve monitoring komen overeen met de veranderingen in bodemleven en/of de grote wadpieren uit de semi-kwantitatieve monitoring met een sterke afname na de aanleg van de suppleties en gedeeltelijk herstel in de daaropvolgende jaren. Ook de lage waarden van biomassa's op de dikke suppleties (7 en 4) komen overeen met de waarnemingen van bodemleven. De biomassa uit de kwantitatieve monitoring bestaat vooral uit wormen (voornamelijk wadpieren) en schelpdieren (Escaravage et al., 2024) die ook centraal staan in de semi-kwantitatieve monitoring wat de overeenkomsten verklaart tussen die twee monitoringsprogramma's.

Een duidelijk verschil tussen de twee datasets betreft de waarnemingen buiten de suppleties met een sterke afname in de waarden van bodemleven na de aanleg in de semi-kwantitatieve monitoring (**Figuur 6**) maar weinig veranderingen in biomassa in dezelfde periode in de kwantitatieve monitoring (**Figuur 13**).



Figuur 15 Weergave van de locaties ('RefRGPLT') gebruikt als referentie gebied buiten de suppleties bij de kwantitatieve bodemdieren monitoring (Escaravage et al., 2024).

Deze afwijking zou veroorzaakt kunnen zijn door de verschillen in de positie van de 'buiten suppletie' locaties: Rondom/langs de suppleties in de semi-kwantitatieve monitoring (**Figuur 3**) en op afstand van de suppleties in de kwantitatieve monitoring (**Figuur 15**). Het bijna verdwijnen van het bodemleven en grote wadpieren op de locaties rondom de suppleties in de semi-kwantitatieve monitoring (**Figuur 6**) wijst naar de mogelijke randeffecten van de aanleg op deze locaties.

4.2.3 Meest voorkomende soorten

In tegenstelling tot de semi-kwantitatieve monitoring is er geen waarneming voor de aanleg op de aanleggebieden van de suppleties waardoor de vergelijking tussen de twee monitoringdatasets beperkt blijft tot de periode ná de aanleg van de suppleties. Door de lage treffrequentie van Lanice in de kwantitatieve monitoring (te gering monsteroppervlak), blijft deze soort buiten beschouwing voor deze vergelijking. Het gering oppervlak gebruikt in de kwantitatieve monitoring zorgt waarschijnlijk ook voor de onvolledige waarneming van de wadpieren zoals blijkt uit de vergelijking met de treffrequentie verkregen op basis van de semi-kwantitatieve monitoring (zie **Figuur 10** en **Figuur 14**) waardoor deze soort ook niet gebruikt kan worden in de vergelijking.

De vergelijking tussen de semi-kwantitatieve (**Figuur 10**) en de kwantitatieve (**Figuur 14**) monitoring laten sterke overeenkomsten zien tussen de veranderingspatronen van de kokkels (*Cerastoderma edule*) en de nonnetjes (*Macoma balthica*) met, voor beide soorten een gestage toename tussen 2020 en 2022.

De veranderingspatronen van de wapenwormen (*Scoloplos armiger*) toont ook een redelijke maat van overeenkomst tussen de twee monitoringsprogramma's met de toename van de treffrequentie tussen de jaren heen en de afname voor toenemende aanlegdikte tussen suppletie 3 en suppletie 4. In beide gevallen wordt suppletie 1 gekenmerkt door relatieve hoge treffrequenties van de wapenwormen tegen deze gradiënt in (zie **Figuur 10** en **Figuur 14**).

5 Conclusie en aanbevelingen

De huidige resultaten wijzen op sterke effecten van de aanleg op de bodemdierengemeenschappen. Deze effecten zijn soort-specifiek en kunnen ook binnen dezelfde soort uiteenlopende patronen opleveren voor verschillende groottes/ jaarklassen, zoals waargenomen voor de wadpieren.

Door gebrek aan kwaliteitsborging blijven twijfels bestaan over de robuustheid en/of reproduceerbaarheid van de resultaten verkregen met de semi-kwantitatieve monitoring. Dit is vooral het geval voor de omgevingsfactoren zoals de sedimentaire samenstelling, aanwezigheid van wieren, diatomeeën waarvoor sterk wordt vertrouwd op de persoonlijke appreciatie van de veldmedewerker. Echter zijn er wel sterke overeenkomsten geconstateerd met de kwantitatieve monitoring voor een aantal indicatoren zoals de niveau's van bodemleven en de treffrequenties van kokkels, nonnetjes en wapenwormen.

Deze overeenkomsten wijzen op de geschiktheid van deze vorm van monitoring voor de ruimtelijk dekkende waarneming van doelsoorten zoals prooien van vogels bijvoorbeeld in het kader van de bepaling van voedselbeschikbaarheid voor vogels.

Voor soorten die mogelijk schaars verdeeld zijn, zoals hier bijvoorbeeld *Lanice* en de wadpieren, levert de semi-kwantitatieve monitoring waarschijnlijk robuustere waarnemingen dan de kwantitatieve monitoring.

Wanneer de kennisvraag gericht is op biodiversiteit in een brede zin voldoet de semi-kwantitatieve monitoring niet door de vele (kleine) soorten die buiten beschouwing blijven; dan zal de kwantitatieve bodemdieren monitoring toegepast moeten worden.

Op basis van de huidige exercitie kunnen de volgende aanbevelingen worden geformuleerd m.b.t. de semi-kwantitatieve monitoring:

- Kwaliteitsborging ontwikkelen voor de semi-kwantitatieve bodemdieren monitoring ten gunste van de robuustheid en reproduceerbaarheid van de resultaten;

Bestaande datasets standaardiseren en consolideren zo dat toekomstige campagnes eraan toegevoegd kunnen worden en homogene datasets uitgedraaid kunnen worden wat nu niet het geval is.

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

Literatuur

Escaravage V., van Donk S., de Vet L., Vermeer N., de Bakker A., van der Werf J., van Belzen J. (2024). Roggenplaatsuppletie (Oosterschelde): morfologische en ecologische ontwikkelingen over de eerste drie jaren (2020T1-2021T2-2022T3) na aanleg. C006/24, Wageningen Marine Research.

De Ronde, J.G., Mulder, J.P.M., Van Duren, L.A., Ysebaert, T., (2013). Eindadvies ANT Oosterschelde, Deltares rapport 1207722-000-ZKS-0010. Delft.

De Vet, L., Walles, B., Vermeer, N., Van der Werf, J., Van Donk, S., Escaravage, V., (2023). Voorstudie Suppletie Middengebied Oosterschelde: Systemkennis en aanbevelingen voor het ontwerpproces. Rapport 11208553-002-ZKS-0004, Deltares & Wageningen Marine Research.

van der Werf, J., M. Boersema, A. Nolte, R. Schrijvershof, J. Stronkhorst, L. De Vet, B. Walles, T. Ysebaert (2016). Variantenstudie Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise Delta Technology, Deltares rapport 1220324-000-ZKS-0008

Van Zanten, E., Adriaanse, L.A., (2008). Verminderd getij: verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken. Middelburg

Walles B., S. van Donk, A. Hamer, J. Wijsman, T. Ysebaert, E. Ruranga, L. de Vet, J. van der Werf, J. van Dalen, T. Bouma, A. Slager (2021). Roggenplaatsuppletie (Oosterschelde): ontwikkelingen voor (T0: 2015 – 2019) en het eerste jaar na aanleg (T1: 2020) van de suppleties. C038/21, Wageningen Marine Research.

Ysebaert, T., J. van der Werf, L. de Vet, T. Bouma (2016). Monitoringsplan Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise Delta Technology, Wageningen Marine Research rapport.

Zandvoort, M., Van der Zee, E., Vuik., V. (2019). De effecten van zeespiegelstijging en zandhonger op de Oosterschelde. Rijkswaterstaat.

Verantwoording

Rapport C040/24

Projectnummer: 4313100153

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research.

Akkoord: Dr. J.A.M. Craeymeersch
Senior Onderzoeker

Handtekening:

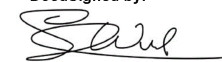
DocuSigned by:

5459851CE5984DD...

Datum: 25 juni 2024

Akkoord: Dr. C.J. Wiebinga
Business Manager Projecten

Handtekening:

DocuSigned by:

D41E9304A710493...

Datum: 25 juni 2024

Wageningen Marine Research
T +31 (0)317 48 70 00
E marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekersadres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.