



Zand uit Zee chronosequentie

Rapportage Boxcore-campagne

Definitief

Rijkswaterstaat Zee en Delta

Amsterdam, 28 januari 2024

Verantwoording

Titel : Zand uit Zee chronosequentie

Subtitel : Rapportage Boxcore-campagne

Opdrachtgever: : Rijkswaterstaat Zee en Delta

Referentie klant : 31174887

Projectnummer : J0003187

Status : Definitief

Versie : 3

Datum : 28 januari 2024

Auteur(s) : L. Leewis; L.M. van Son, L. Lubos

E-mail adres : Lies.Leewis@etbnl.eurofins.com

Review door : Dr. Eelke Folmer,
Ecospace Ecological Research and Consultancy

Gecontroleerd door : L.M. van Son

Paraaf gecontroleerd : 

Goedgekeurd door : J. Tukker

Paraaf goedgekeurd : 

Contact : Eurofins Omegam B.V.
Eurofins AquaSense
H.J.E. Wenkebachweg 120
1114 AD Amsterdam-Duivendrecht
Postbus 94685
1090 GR Amsterdam
T +31 (0) 20 5976 680
www.aquasense.nl

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	4
2	MATERIAAL & METHODEN	6
3	RESULTATEN	17
4	CONCLUSIE EN DISCUSSIE	47
5	REFERENTIES	53
6	BIJLAGEN	54

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Voor het onderhoud en ter bescherming van de Nederlandse kust wordt er door Rijkswaterstaat zand gewonnen in de Noordzee. In de gebieden waar dit zand gewonnen wordt ontstaan middel-diepe extractieputten die >2-6 meter dieper worden dan de originele zeebodemhoogte.

Zandwinning heeft effect op de benthos gemeenschappen, omdat bij zandwinning al het bodemleven uit deze gebieden verwijderd wordt. Wat achterblijft is een kale zandwinput. Na verwachte abiotische ontwikkelingen zoals sedimentatie zal de zandwinput gerekoloniseerd worden met bodemleven. Echter is er nog weinig bekend over dit rekolonisatieproces en wat daarbij een rol speelt.

Om aan de verplichtingen van de Ontgrondingenvergunning te voldoen, is er vanuit het RWS Programma Kustlijnzorg het Monitoring en Evaluatie Programma (MEP) “Zand uit Zee” opgezet. Rekolonisatie is een van de thema’s binnen dit onderzoeksprogramma. De overkoepelende vraag luidt: *“Hoe verloopt de ontwikkeling van benthosgemeenschappen van middel-diepe zandwingebieden in relatie tot de karakteristieken van het wingebied en de veranderende abiotische condities?”*

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn er meerdere onderzoeken uitgezet in deze middel-diepe zandputten. Er wordt onderzoek gedaan naar de bathymetrie, de sediment samenstelling, zandspiering en de benthos samenstelling middels een chronosequentiestudie.

Dit rapport is een chronosequentiestudie met behulp van de boxcorer. Hiervoor zijn vier zandwingebieden aangewezen in de Noordzee. Q16H ligt ter hoogte van Scheveningen, Q5J en Q5H ter hoogte van Petten en M9J ligt boven Ameland. In deze gebieden is in respectievelijk 2010, 2014, 2018 en 2020 zand gewonnen. Ze hebben dus alle vier in meer of mindere mate tijd gehad om te herstellen ofwel te rekoloniseren.

In totaal zijn er 320 boxcoremonsters genomen. Binnen ieder zandwingebied zijn 80 boxcores genomen, 40 in het impactgebied, waar zand gewonnen is en 40 in het onverstoorde referentiegebied, vlak bij de zandwinning. Van iedere boxcore is tevens een sedimentmonster genomen. Deze zijn geanalyseerd op korrelgrootte. Met de analyse-resultaten uit deze sediment en benthos samples is er een vergelijking opgesteld tussen de gebieden (met de veronderstelling dat ieder gebied een ontwikkelingsperiode voorstelt van een wingebied), zodat een chronosequentie van de rekolonisatie kan worden weergegeven.

1.2 Doel

Ter beantwoording van de overkoepelende evaluatievraag heeft Rijkswaterstaat de volgende onderzoeksvragen met bijbehorende subvragen geformuleerd:

1. Welke benthosgemeenschappen ontwikkelen zich in middeldiepe zandwinvakken na afronding van de zandwinning?
 - a. Welke fases kunnen in de ontwikkeling van de benthosgemeenschappen worden onderscheiden en hoe lang duren de verschillende fases?
 - b. Hoe kunnen de benthosgemeenschappen van de verschillende fases worden gekarakteriseerd op basis van bodemdierparameters en/of samenstelling?
2. Is er sprake van “herstel” van de benthosgemeenschap in middeldiepe zandwinvakken?
 - a. Hoe verschillen de benthosgemeenschappen in zandwinvakken ten opzichte van de referentiegebieden?

- b. In welke mate zijn biotische en abiotische factoren zoals diepte, geografische ligging, sedimentsamenstelling en biochemische parameters bepalend voor de benthosgemeenschappen in zandwinkvakken en referentiegebieden?
- c. In welke mate is de visserij-intensiteit bepalend voor de benthosgemeenschappen in zandwinkvakken en referentiegebieden?

2 Materiaal & methoden

2.1 Zandwingebieden

De te bemonsteren gebieden zijn door Rijkswaterstaat (RWS) vastgesteld. Er zijn zandwingebieden geselecteerd die “middeldiep” gewonnen zijn. Dat wil zeggen dat de windiepte ten opzichte van de originele zeebodem tussen de 2 en 6 meter ligt. Deze gebieden zijn uitgekozen op basis van databases van RWS waarin alle gegevens over zandwingebieden worden bijgehouden. Vervolgens is de windiepte gecontroleerd door de bathymetriekaarten van voor en na de zandwinning over elkaar te leggen en te kijken of er daadwerkelijk 2 tot 6 meter zand was gewonnen. De gebieden zijn tevens geselecteerd op eenmalige winning, om cumulatieve effecten van zandwinning op de bodemfauna uit te sluiten. Als laatste moesten de gebieden op verschillende momenten in de tijd gewonnen zijn, zodat er een chronosequentie gemaakt kon worden. De geselecteerde gebieden zijn Q16H, Q5H, Q5J en M9J (Figuur 2-1).



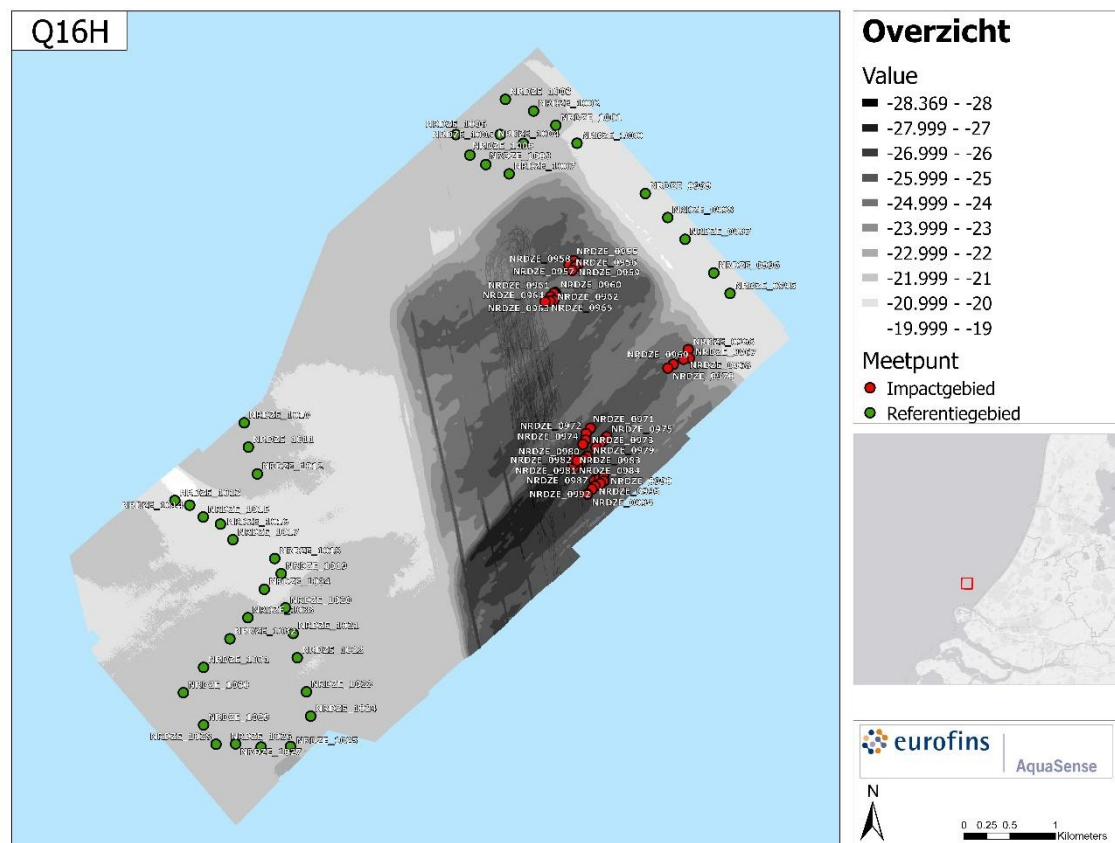
Figuur 2-1 Ligging zandwingebieden (Bron: RWS-ZD)

2.2 Locatieplanning

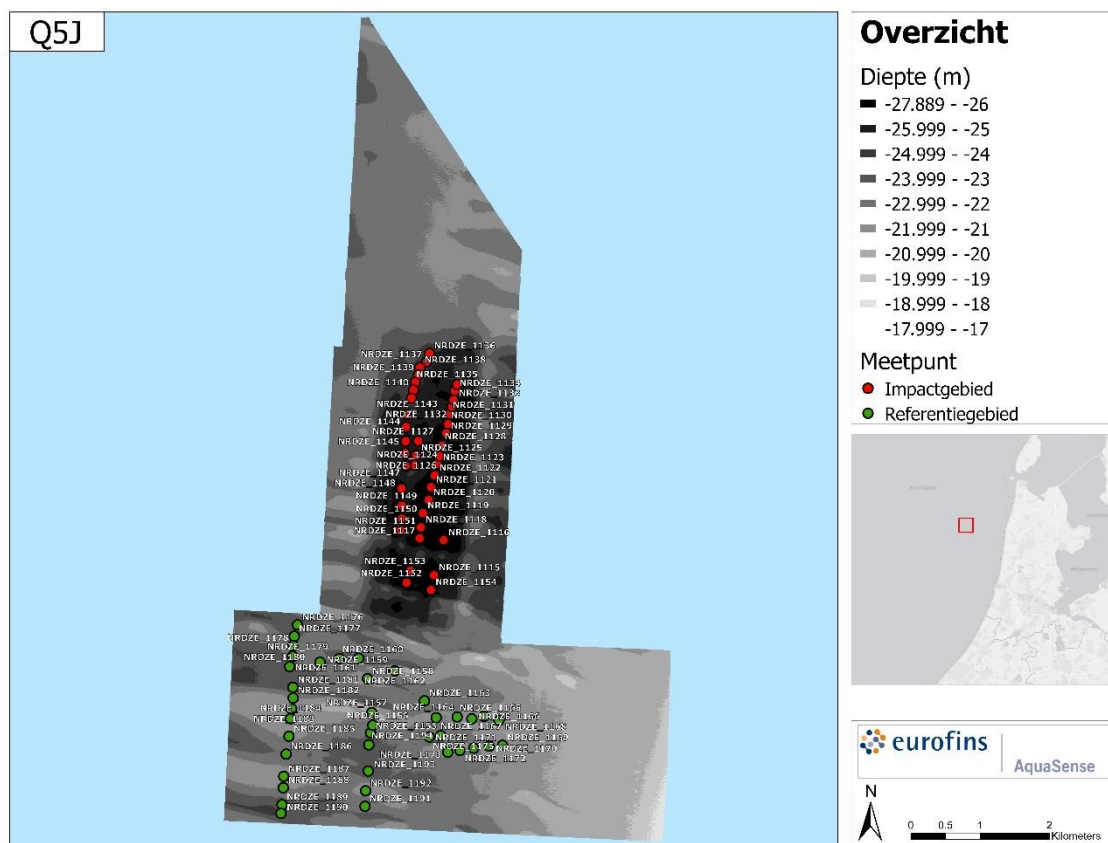
In het najaar van 2021 (week 39-41) zijn de zandwingebieden en omliggende referentiegebieden door RWS opgenomen met een multibeam echosounder. De resulterende bathymetrikaarten zijn gebruikt voor het bepalen van locaties van de monsterpunten in ArcGIS Pro. In de zandwingebieden lag bij het bepalen van de exacte monsterpunten de focus op vlakke delen waar het zand zo diep mogelijk was gewonnen. In Q16H heeft verstoring plaats gevonden na zandwinning in 2010 door de aanleg van een kabel door het gebied. Deze kabel regio is gemeden in het plannen van de monsterpunten; in dit gebied zijn de diepste-niet verstoorte plekken bemonsterd.

Bij het bepalen van de monsterlocaties in de referentiegebieden is rekening gehouden met de variatie in diepte en de orientatie van de zandgolven, om een zo representatief mogelijk beeld van de aanwezige benthos te krijgen. Verstoorte plekken in het referentiegebied zijn vermeden. Per habitat (hellingsrichting en diepteklasse) zijn ten minste 5 monsterlocaties geplaatst. Deze liggen ten minste 30m van elkaar en op enkele uitzonderingen na zijn ze >15m van de rand van het bepaalde referentiegebied geplaatst.

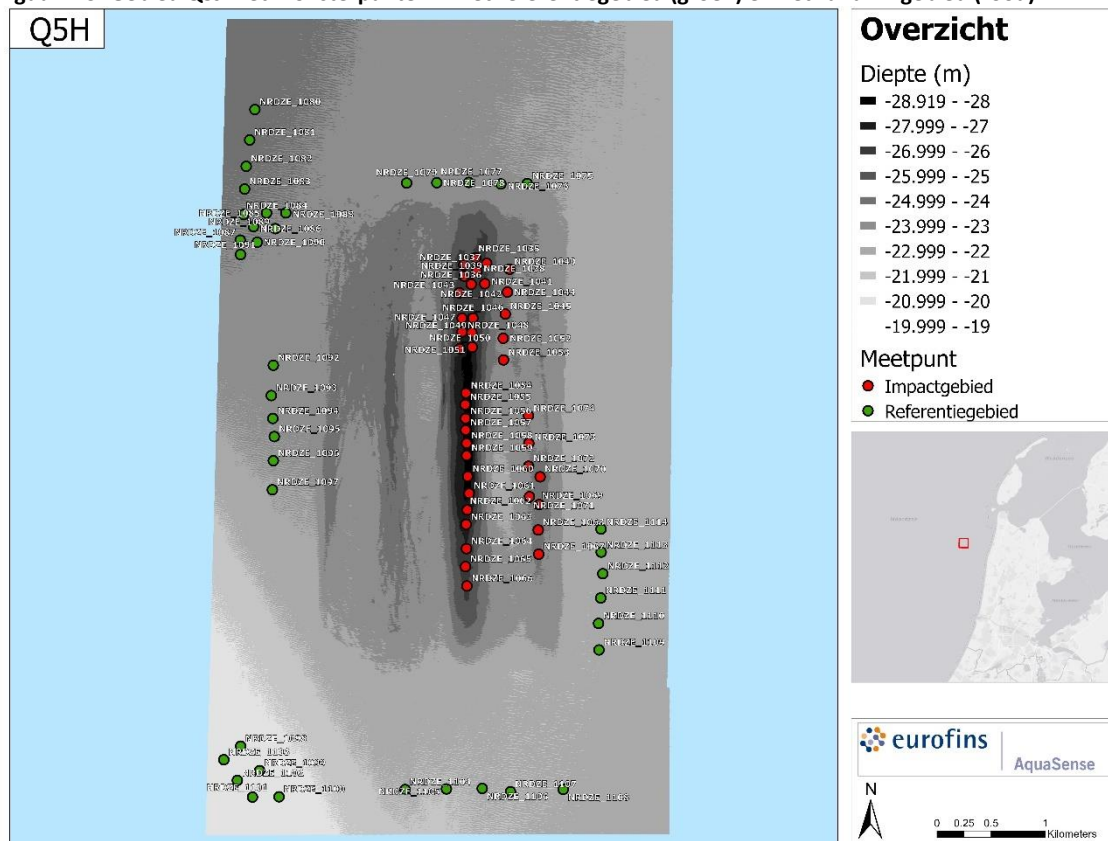
De bemonsterde gebieden en de plaatsing van de monsterpunten daarbinnen is te zien in Figuur 2-2 tot en met Figuur 2-5.



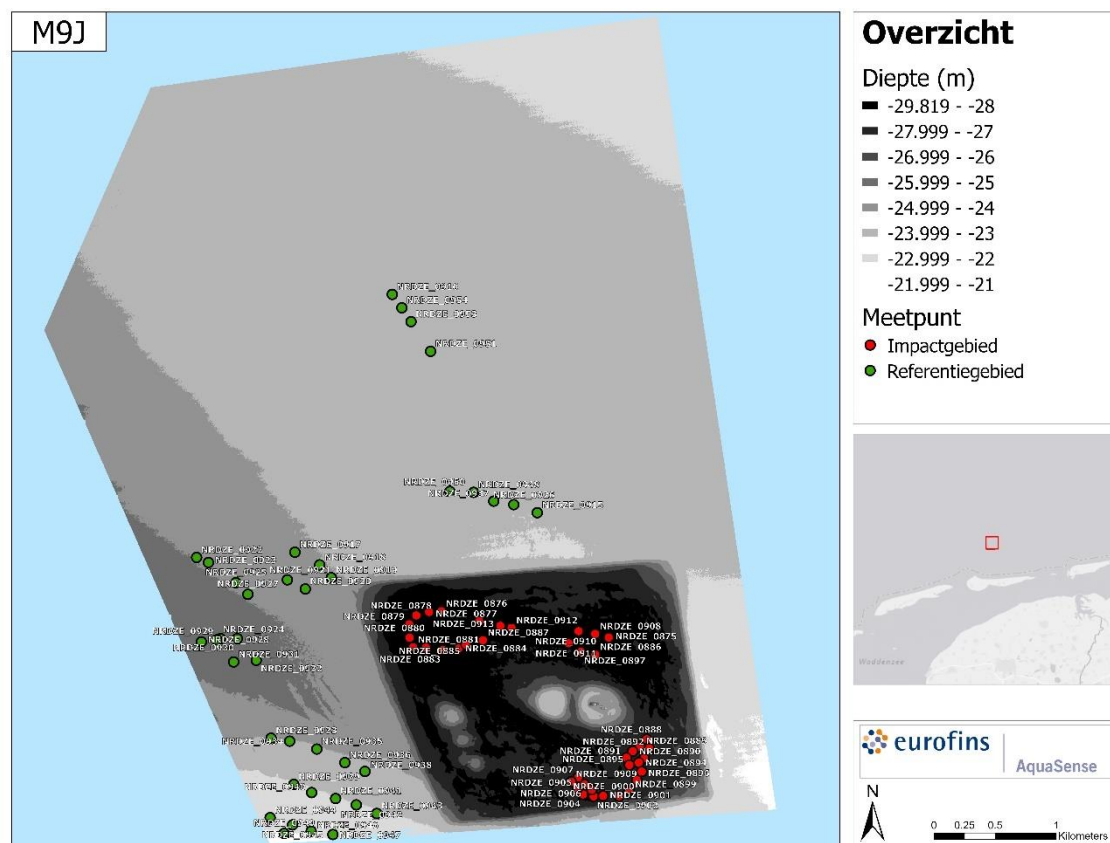
Figuur 2-2: Gebied Q16H met monsterpunten in het referentiegebied (groen) en het zandwingebied (rood).



Figuur 2-3: Gebied Q5J met monsterpunten in het referentiegebied (groen) en het zandwingegebied (rood).



Figuur 2-4: Gebied Q5H met monsterpunten in het referentiegebied (groen) en het zandwingegebied (rood).



Figuur 2-5: Gebied M9J met monsterpunten in het referentiegebied (groen) en het zandwingebied (rood).

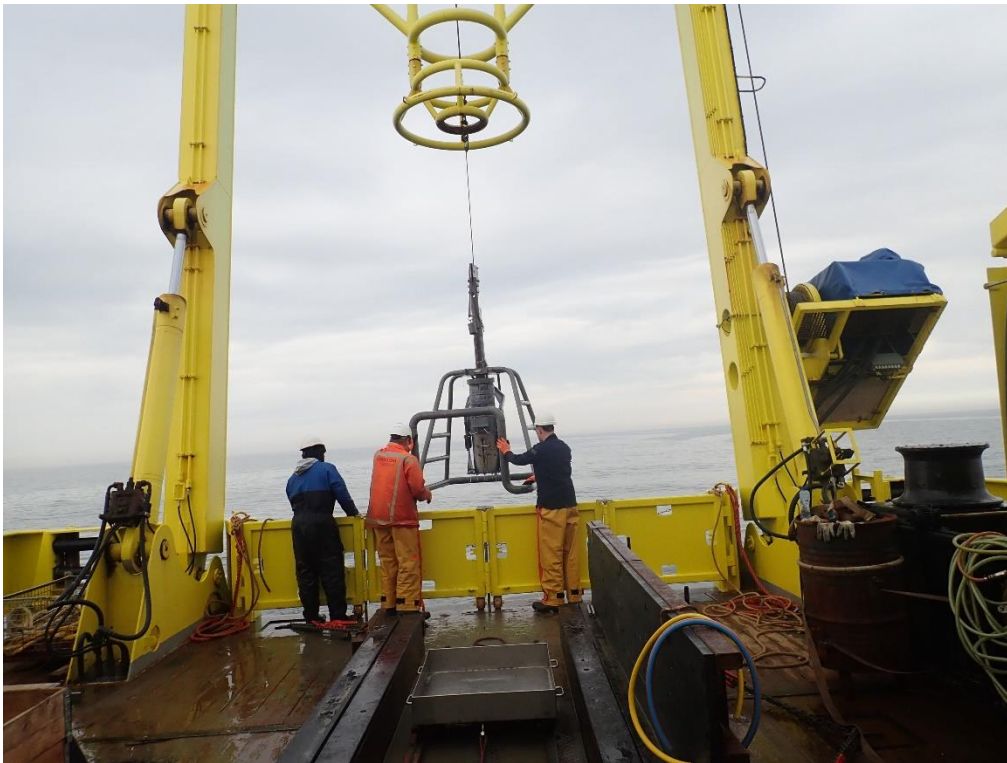
2.3 Veldcampagne

De veldcampagne is uitgevoerd met de schepen ms Zirfaea, ms Frans Naerebout en ms Terschelling van de Rijksrederij. De monsternamen stonden gepland voor de weken 8 (21-25 februari), 11 (14-18 maart), 12 (21-25 maart) en 13 (28 maart – 1 april). Doordat niet alle punten bemonsterd konden worden in deze periode, is er ook op dinsdag 12 april uitgevaren met de ms Terschelling. Verdere specificaties over de uitvoering van het veldwerk zijn terug te vinden in Schellekens & van Son (2022).

2.4 Methode

De bemonstering is uitgevoerd volgens het RWSV 913.00.B200 'Bemonstering van macrozoobenthos en sediment in de mariene wateren. Methode: Reineck boxcorer, Van Veen happer, Hamon happer, Vacuümsteekbuis, Steekbuis' (versie 8, d.d. 01-09-2021)¹. De bemonstering heeft plaatsgevonden met een Reineck boxcorer (0.078 m²) (Figuur 2-6). De monsters zijn gezeefd over een 1mm RVS zeef met geponste gaten (Figuur 2-7).

¹ RWSV 913.00.B200 'Bemonstering van macrozoöbenthos en sediment in de mariene wateren' (versie 8 d.d. 01-09-2021)



Figuur 2-6 Reineck-Boxcorer en L-frame tijdens het binnenhalen van het monster.



Figuur 2-7 RVS-zeeftafel en gebruik van sproeikoppen

Ter aanvulling op het protocol zijn er na het afkoppelen en verwijderen van de ketel waarin de genomen core van het binnengehaalde monster, van het bovenaanzicht en zijaanzicht een foto gemaakt waarop een kleurendiagram te zien is als referentie (Figuur 2-8). Na het spoelen van het monster, is er nog een foto gemaakt van het residu. Deze foto's zijn per gebied apart opgeleverd in een fotodatabestand.

2.4.1 Afwijking locaties

Tijdens deze veldcampagne zijn alle 320 locaties bemonsterd. Slechts 1 locatie is bewust verplaatst, hier was de kabel geknapt van de boxcorer van RWS, waardoor het monster opnieuw genomen moest worden. Om te voorkomen dat er boven op de boxcorer bemonsterd zou worden, is het punt 15m verplaatst. Verder zijn er geen locaties verplaatst.



Figuur 2-8 Per monster zijn drie foto's gemaakt, een bovenaanzicht, zij aanzicht en een foto van het residu. Foto's: Zandwingebied M9J.

2.5 Bemonstering sediment

Het sediment (incl. de biota) uit de Reineck boxcorer is samen met het mes en ketel afgekoppeld van de boxcore. Omdat Eurofins AquaSense gebruik maakt van een ketel met aan twee kanten een verticaal kijkglas, kon de steekdiepte in de ketel bepaald worden. Na het verwijderen van de ketel kon de dikte van de eventuele redoxlaag bepaald worden en werd het sediment met behulp van twee steken met een steekbuis ($\varnothing$ 3 cm) tot een diepte van 8 cm bemonsterd tot één mengmonster met een volume van ongeveer 250 ml. De monsters zijn gekoeld bewaard. De sedimentmonsters zijn naar RPS verzonden voor de analyse van korrelgrootte. Dit doen zij volgens analysevoorschrift AV.070 '*Korrelgrootte verdeling d.m.v. zeefkromme bepaling onder zeewater omstandigheden*' (d.d. 24-06-2021). In de database werd ter indicatie het type sediment ingevoerd; zand, schelpengruis, klei, oesters, veen of anders met omschrijving. Tevens werd aangegeven welke diergroepen het monster bevatte en of de meetleider direct duidelijk algen zag.

2.6 Analyse monsters

Bij binnenkomst van de benthosmonsters in het laboratorium is een ingangscontrole gedaan van de monsters op compleetheid en fixatie. Voor de analyse is gecontroleerd of de kleuring voldoende was. Waar nodig zijn de monsters opnieuw gekleurd. De analyses zijn uitgevoerd volgens werkprotocol A2.107 versie 7 (RWS Laboratorium hydrobiologie, 2018).

2.6.1 Uitzoeken

De monsters zijn in zijn geheel uitgezocht in de laboratoria van Eurofins AquaSense en Waardenburg Ecology.

Om overtollig zand en slib kwijt te raken werd een monster op een 500 μ m zeef overgebracht en werd de formaline opgevangen. Vervolgens werd het monster in een zeef uitgespoeld met kraanwater. Wanneer er veel grof materiaal aanwezig was, werd er een grove zeef (maaswijdte 4 mm) op de fijne zeef geplaatst en werd op die manier het grove materiaal van het fijne materiaal gescheiden. De grote macrovertebraten werden, indien mogelijk, direct gedeclineerd en verwerkt.

Als een monster veel zand of fijn schelpenmateriaal bevatte, werd het gedecanteerd: het monster (of een deel van het monster) werd overgebracht in een grote maatcilinder, aangevuld met water en vervolgens voorzichtig geroerd. Daarna werd het water afgegoten over een 500 μ m zeef. Ook de grove fractie werd gedecanteerd, indien aanwezig. Deze handeling werd net zo vaak herhaald totdat er geen organismen meer meekwamen met het water. Het decantaat

van de grove en fijne fractie werd vervolgens weer bij elkaar gevoegd, zodat er met één monster werd verder gewerkt. HAN² monsters werden op een gekalibreerde 200 µm zeef overgebracht en voorzichtig gespoeld met kraanwater.

Vervolgens werd het gespoelde monster met schoon kraanwater overgebracht in een plastic uitzoekbak en op een lichttafel uitgezocht. Hierbij zijn alle organismen uit de monsters gehaald en op soortgroep gesorteerd (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata en overig). In enkele gevallen zijn er deelmonsters genomen, daar waar er duidelijk meer dan 100 individuen van 1 soort aanwezig waren in een monster.

De organismen zijn vervolgens geconserveerd in 70% ethanol en bewaard tot determinatie. Het uitgezochte restmateriaal is in de betreffende monsterpot teruggedaan in 4% formaldehyde en opgeslagen. Alle gegevens over het uitzoeken, zoals de uitgezochte fracties, werden genoteerd in een digitaal uitzoekformulier in onze database.

2.6.2 Determinatie monsters

Alle organismen werden - indien mogelijk - gedetermineerd tot op soortniveau. Als dit niet mogelijk was werden de organismen gedetermineerd tot het eerstvolgende hogere taxonomische niveau, dit was bijvoorbeeld het geval bij juveniele exemplaren.

In het geval van bijvoorbeeld *Polychaeta* zijn veel individuen vaak beschadigd en incompleet. Bij het determineren zijn daarom alleen de koppen geteld. De koploze onderdelen zijn verzameld en samengevoegd met de complete individuen van dezelfde soort of genus. Wanneer er geen andere individuen met kop aanwezig waren, kreeg het koploze fragment de notatie >0. De naamgeving is conform de TWN lijst (taxa waterbeheer Nederland) genoteerd. Voor mollusken geldt, dat individuen alleen geteld zijn als er vlees aanwezig was, bij de bivalven moest er ook een slot aanwezig zijn, met als uitzondering *Ensis*, *Mya* en *Lutraria*, waarbij de sifon aanwezig moest zijn. *Gastropoda* werden geteld als er nog vlees aanwezig was.

Bij het determineren is in sommige gevallen gebruik gemaakt van methyleenblauw. Deze kleurstof maakt bepaalde onduidelijke kenmerken meer zichtbaar. Ook is gebruik gemaakt van melkzuur: dit maakt het betreffende organisme 'helder' zodat bepaalde details (zoals borstels en interne structuren) zichtbaar worden.

Sommige soortgroepen zijn lastig te determineren en zijn daarom niet verder gedetermineerd dan phylum- of familieniveau. De abundantie van bepaalde sessiele groepen is lastig te bepalen, omdat de monstermethode met een boxcorer zich niet leent voor een kwantitatieve analyse voor deze soortgroepen. Voor deze taxa is alleen de aanwezigheid in het monster genoteerd (aangegeven als >0). Deze taxa worden dus ook niet meegenomen in de verdere analyse van dichtheden of biomassa's.

Van de *Bivalvia* zijn de maximale schelp lengtes gemeten op 1 mm nauwkeurig met een schuifmaat of onder een binoculair. Van *Bivalvia* werd het stadium (juveniel of adult) bepaald. Dit werd gedaan door te bepalen of een schelp 1 of meerdere jaarringen had. Schelpen zonder (waarneembare) jaarringen werden als juveniel genoteerd. Indien een schelp 1 of meerdere waarneembare jaarringen had werd het als adult genoteerd. Voor overige groepen werd geen onderscheid gemaakt tussen adult of juveniel.

Bryozoa en *Hydrozoa* werden gedetermineerd wanneer deze (kolonievormende organismen) >2,5 mm waren en vastgehecht zaten, of wanneer deze overduidelijk losgeslagen waren en bij het monster hoorden.

² HAN: Hydrozoa, Anthozoa en Nudibranchia. Deze soortgroepen hebben tentakels die ingetrokken kunnen worden en van belang kunnen zijn voor de soortdeterminatie. Deze taxa worden tijdens monsternamen behandeld met menthol om het intrekken van de tentakels te voorkomen.

2.6.3 Asvrij drooggewicht (AFDW)

Het asvrij drooggewicht (Ash-Free Dry Weight, AFDW) is bepaald volgens werkprotocol A2.120 versie 3 (RWS Laboratorium hydrobiologie, 2018) van Rijkswaterstaat.

Voor de bepaling van de biomassa is bij de meeste taxa gekozen voor de methode van direct verassen. Individuen van een taxon werden gedroogd bij 60°C voor tenminste 48 uur in een geventileerde droogstoof. Vervolgens werden de organismen afgekoeld in een exsiccator (minimaal 1 uur) en gewogen op een analytische balans op 0,01 mg nauwkeurig (drooggewicht), waarna ze werden verast in een verasoven bij 490 °C (4 of 8 uur, afhankelijk van de grootte van de organismen). Na het verassen en afkoelen werden ze opnieuw gewogen (asgewicht), nadat ze eerst minimaal 2 uur waren afgekoeld in een exsiccator.

Wanneer er zeer kleine dieren werden verast is soms het asvrijdrooggewicht kleiner dan de minimale weegnauwkeurigheid van de balans. In dit geval is de waarneming < 0,1 mg genoteerd. Bivalvia en Gastropoda ≥ 7 mm werden zonder schelp verast. Bivalvia en Gastropoda < 7 mm werden inclusief schelp verast.

Het Asvrij drooggewicht (AFDW) is als volgt berekend: $AFDW = (\text{droogrest} + \text{weegschaaltje}) - (\text{asrest} + \text{weegschaaltje})$. Van abundante schelpdieren zijn lengte-AFDW regressies gemaakt. Hiermee is voor een deel van deze schelpdieren het AFDW bepaald, waardoor alleen de lengte gemeten hoefde te worden, en er geen verassingens hoefden plaats te vinden voor deze exemplaren.

Kokerwormen werden in sommige gevallen inclusief koker verast (hoofdzakelijk *Spionidae* en *Capitellidae*). Indien er zowel individuen van dezelfde soort met en zonder koker in het monster voorkwamen, werden deze apart van elkaar verast.

2.7 Kwaliteit waarborging

Beide laboratoria van Eurofins AquaSense en Waardenburg Ecology zijn conform ISO9001 geaccrediteerd en beide laboratoria hebben een kwaliteitssysteem. Desondanks kunnen er determinatieverschillen ontstaan tussen de beide laboratoria. Om deze verschillen te minimaliseren zijn er 10 monsters onderling uitgewisseld om als tweedelijns determinatie elkaar te controleren. De uitkomsten hiervan zijn doorgesproken met de beide laboratoria en gerapporteerd aan de opdrachtgever. Daarnaast is de determinatieliteratuur vergeleken is er een gezamenlijke determinatielijst samengesteld. Tot slot is er een chat groep in WhatsApp gemaakt waarin de analisten elkaar vragen konden stellen, foto's konden delen en elkaar konden helpen. Hier is dan ook veelvuldig gebruik van gemaakt. Toen de datasets van beide laboratoria compleet waren is gecontroleerd of de tijdens analyse gemaakte afspraken over determinatie van bepaalde taxa ook consequent door beide labs waren doorgevoerd in de data. Al deze stappen hebben ertoe geleid dat de opgeleverde datasets goed met elkaar vergelijkbaar zijn, en dat er geen significante verschillen tussen de laboratoria zijn.

2.8 Sedimentanalyse

De analyse van de sedimentmonsters is uitgevoerd in het laboratorium van RPS te Breda. De sedimentmonsters zijn geanalyseerd volgens analysevoorschrift AV.070 'Korrelgrootte verdeling d.m.v. zeefkromme bepaling onder zeewater omstandigheden'. Voor de zeefkromme zijn de volgende zeven gebruikt: 2 mm, 1,4 mm, 1 mm, 710 µm, 500 µm, 355 µm, 250µm, 180 µm, 125 µm, 90 µm, 75 µm en 63 µm.

2.9 Foto-analyse microalgen

De opdracht omvatte een inspanningsverplichting tot het analyseren van de foto's van de genomen box-core monsters op microfytobenthos. Hiervoor is er van ieder boxcoremonster na afkoppeling een foto gemaakt met een kleurenmaatlat (figuur 3-2). Er zijn drie foto-analyse methoden verkend waarbij werd gesteld dat mate van groen-intensiteit de aanwezigheid van microfytobenthos bepaald. Hoe hoger de groen-intensiteit hoe meer microfytobenthos aanwezig in het monster.

Verwacht wordt dat zandwinning een negatieve invloed heeft op microalgen en dat foto's in impact gebieden minder groenheid vertonen dan foto's in referentie gebieden.

De eerste methode maakt gebruik van de ruwe foto's zonder kleuren correctie. De tweede methode maakt gebruik van een correctie met behulp van de kleurenreferentiekaart op de foto's en de derde methode maakt gebruik van een correctie met een CLAHE-algoritme in python.

De foto's werden bij alle drie de methodes voorbereid in photoshop om de achtergrond en andere objecten uit de foto te verwijderen. De foto-analyse van het sediment werd uitgevoerd met behulp van een python script in Visual Studio Code (Van den Boom, 2023).



Figuur 2-9 Voorbeeld van een boxcoremonster na verwijdering van de achtergrond en grote objecten zonder kleurencorrectie.

Met de Shapiro-Wilk test is voor ieder gebied getoetst of de groenwaardes per methode normaal verdeeld waren. Bij normaal verdeelde data werd met de Bartlett test getoetst op gelijke variantie en vervolgens met een onafhankelijke t-toets getoetst of er verschil was in groenwaarde tussen impact- en referentiegebied voor de 4 zandwingebieden. Als de data niet normaal verdeeld was is gebruik gemaakt van de Mann-Whitney U test om de groenwaarde tussen het impact- en referentiegebied te toetsen. Voor significantie is steeds uitgegaan van $p < 0,05$ (Van den Boom, 2023).

2.10 Dataverwerking en -analyse

De resultaten van het de analyses van de benthosmonsters zijn direct vastgelegd in Aquadesk en vanuit daar opgeleverd aan Rijkswaterstaat.

De verdere verwerking van de gegevens en data analyse is uitgevoerd met Excel, R (R version 4.3.1, www.R-project.org), PRIMER (versie 6) en ArcGIS Pro.

2.10.1 Databewerking

Voorafgaand aan de data-analyses zijn enkele bewerkingen toegepast op de dataset:

1. Taxa waarvan alleen de aanwezigheid (>0) wordt genoteerd in de data (bijv Hydrozoa), zijn voor de bepalingen van diversiteitsindices en voor de multivariate data-analyses op waarde 1 gezet, zodat ze wel konden worden meegenomen als taxa in de analyses.
2. Identificaties waarvan de soortsaanduiding niet zeker was en waar het genus (of hoger taxonomisch niveau) genoteerd was in de data, en waarvan er geen andere mogelijke taxa aanwezig waren of waarvan geen andere mogelijke taxa voorkomen in de Noordzee, zijn voor de data analyse omgecodeerd naar een lager taxonomisch niveau als deze al aanwezig was in de dataset (bijv Balanidae → *Balanus crenatus*). Zie 6.1 voor de volledige lijst.

2.10.2 Data-analyse

Biodiversiteit

Er is een aantal analyses uitgevoerd, om meer inzicht te verkrijgen in de biodiversiteit van de zandwingebieden en referentiegebieden. Hiervoor zijn een aantal biologische parameters bepaald: aantal taxa, totale dichtheid per m², totale biomassa (mg asvrijdrooggewicht) per m² en diverse diversiteitsindices (Shannon & Wiener, Simpson en Margalef).

Non Metric MultiDimensional Scaling (nMDS)

Om de aanwezige benthosgemeenschappen te kunnen identificeren zijn de dichtheden in de monsters eerst met een vierdemachtswortel getransformeerd. Vervolgens is de Bray-Curtis similariteitsindex berekend van elk van de monsters ten opzichte van elkaar, resulterend in een similarity matrix. Deze index zegt iets over de overeenkomst in soortensamenstelling van monsters ten opzichte van elkaar. De resultaten van deze berekening zijn visueel gemaakt in non-Metric Multidimensional Scaling (nMDS) diagrammen, waarmee de data in een tweedimensionaal ordinatieplot zijn gezet. Dit type plot laat de similariteit of overeenkomst van monsters ten opzichte van elkaar zien. Voor dit type plots geldt: hoe dichter de punten bij elkaar staan geclusterd, hoe groter de overeenkomstigheid van de soortensamenstelling in de monsters is, relatief tot andere monsters. Vervolgens kan statistisch worden getest (ANOSIM, Analysis of Similarities) in hoeverre vooraf bepaalde indelingen van monsterpunten (bv. gebieden) onderscheidend zijn van elkaar.

ENVFIT

Om vervolgens te toetsen welke omgevingsvariabelen zijn gerelateerd aan de soortensamenstelling is de functie 'envfit' in R (vegan package) gebruikt. Deze functie correleert de milieuv variabelen aan de soortenmatrix (Oksanen *et al.*, 2006). Dit geeft inzicht in welke omgevingsvariabelenvariabelen correleren met de soortensamenstelling van het benthos.

SIMPER

Met "Similarity Percentages" kan worden onderzocht welke soorten in de soortenmatrix het meeste bijdragen aan de overeenkomsten tussen de soortensamenstelling in (groepen) monsters of aan de verschillen tussen (groepen) monsters. Deze analyse is ook uitgevoerd op de vierdemachtswortel getradformeerde data en gebruikt ook Bray-Curtis similariteit om de overeenkomstigheid te bepalen. Als kenmerkende soorten worden de soorten weergegeven die cumulatief ~50% bijdragen aan de similariteit.

2.10.3 Visserij intensiteit

Voor de visserij intensiteit is gebruik gemaakt van de EMODnet Map Viewer (<https://emodnet.ec.europa.eu/geoviewer/#>).

De data met betrekking tot visserij intensiteit in EMODnet is afkomstig van ICES. Er is gekozen voor de parameter Swept Area Ratio (SAR), omdat deze de cumulatieve verstoring over een jaar weergeeft in de bodem (subsurface, ≥ 2 cm penetratiediepte) en van het bodemoppervlak

(surface, < 2 cm penetratiediepte), door mobiel bodemcontact van verschillende bronnen (ottertrawls, bodemzegens, dreggen, boomkorren). Dit is berekend door middel van VMS data en logboek gegevens. De data is weergegeven als gemiddelde SAR (swept area per km²) van de jaren 2018 – 2021, over een grid van 0.05° x 0.05° (ongeveer 15 km²; genaamd de “c-square approach”).

In de Map Viewer zijn de volgende lagen geselecteerd:

- Human Activities
 - Aggregate extraction areas
- Fishing Intensity
 - Average Surface Swept Area Ratio
 - Average SubSurface Swept Area Ratio

In de Map Viewer zijn de zandwingebieden en referentiegebieden geselecteerd door een ruime omtrek om de zandwingebieden te maken. De onderliggende data is vervolgens geëxporteerd en opgeslagen als shapefiles. In ArcGIS Pro zijn daarna de kaartlagen ingeladen en is per monsterpunt bekeken wat de bijbehorende visserij intensiteit was. Omdat de schaal van de data in EMODnet vrij groot is, hebben veel monsterpunten dezelfde waarde voor visserij intensiteit gekregen. Ook monsterpunten in zandwingebieden en referentiegebieden hebben daardoor soms dezelfde waarde, omdat de gridcellen van de visserij intensiteit hier geen rekening mee houden.

3 Resultaten

3.1 Gebiedskenmerken

Om inzicht te krijgen in elk van de vier zandwingebieden en hun bijbehorende referenties, zijn analyses gedaan van de omgevingsvariabelen van de monsterpunten in de gebieden. De omgevingsvariabelen zijn onder te verdelen in bathymetrie en abiotiek. Tevens is er gekeken naar de visserij intensiteit in elk van de gebieden. In de onderstaande paragrafen wordt dit nader uitgewerkt. Voor elk van de variabelen is een overzicht gegeven waarmee de verschillen tussen de deelgebieden in beeld wordt gebracht. Tevens is er in meer detail gekeken naar de variatie binnen elk van de variabelen middels frequentiediagrammen per deelgebied, en naar de ruimtelijke verspreiding middels GIS kaarten. Dit is terug te vinden in de Bijlage 6.3.

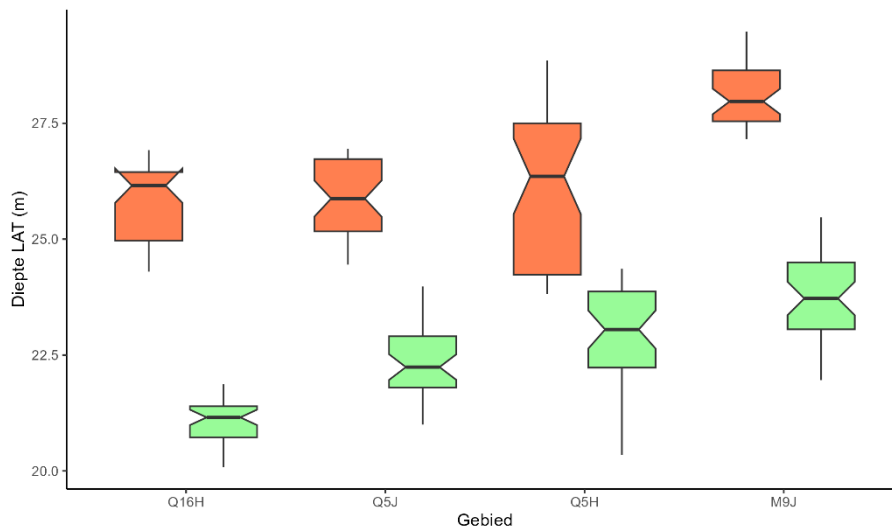
3.1.1 Bathymetrie

In Tabel 3-1 zijn de bathymetische eigenschappen weergegeven van de monsterpunten in elk van de deelgebieden. Hier zijn naast diepte ook de hellingshoek (slope) en de hellingsrichting (aspect) weergegeven. Deze parameters zeggen iets over de karakteristieken van de monsterlocaties.

Tabel 3-1: Gemiddelde eigenschappen van de ligging van monsters in de verschillende gebieden volgens de bathymetrie: diepte LAT (lowest astronomical tide, in meter), de hellingshoek van de coördinaten van het monsterpunt en de richting van de helling t.o.v. het noorden in graden.

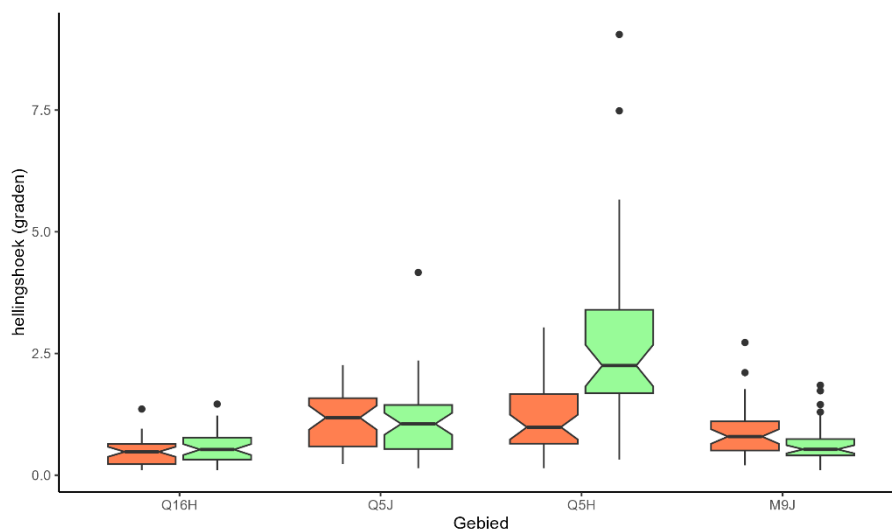
Gebied	Treatment	Jaar winning	Monsterdiepte LAT (m)		Helling (graden)		Richting (graden)	
			gem	SD	gem	SD	gem	SD
Q16H	Zandwingebied	2010	25.79	0.91	0.48	0.27	198.27	115.35
	Referentiegebied	2010	21.04	0.52	0.56	0.33	174.10	103.55
Q5J	Zandwingebied	2014	25.83	0.83	1.16	0.62	200.13	99.05
	Referentiegebied	2014	22.38	0.80	1.12	0.75	148.81	92.14
Q5H	Zandwingebied	2018	26.22	1.68	1.17	0.70	169.76	103.08
	Referentiegebied	2018	22.78	1.22	2.79	1.90	152.14	97.11
M9J	Zandwingebied	2020	28.12	0.65	0.88	0.56	182.22	104.26
	Referentiegebied	2020	23.76	1.01	0.63	0.41	179.60	108.71

In alle deelgebieden zijn de zandwingebieden dieper dan de referentiegebieden (Figuur 3-1, Bijlage 6.3.1). Dit is in de lijn der verwachting. Tevens neemt de diepte van de zandwingebieden toe naarmate het korter geleden is dat er zand is gewonnen. Dit zou overeen kunnen komen met de verwachting dat zandwingebieden in de loop der tijd weer “dichtgroeien”. Echter de dieptes van de referentiegebieden volgen een vergelijkbaar patroon, waardoor het verschil tussen zandwingebied en referentie niet afneemt naarmate het langer geleden is dat er gewonnen is. Hieruit blijkt dat de onderzochte zandwingebieden zich niet opvullen en dat het zandwingebied dat 12 jaar voor bemonstering is gewonnen (Q16H) nog ongeveer even diep is als direct na winning. In Q5H valt het op dat er meer variatie in diepte is het zandwingebied en ook ten opzichte van de andere deelgebieden.



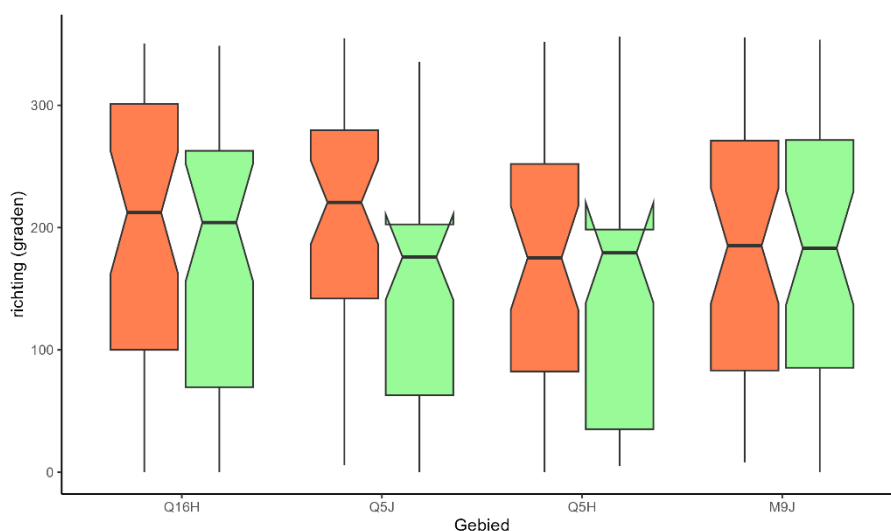
Figuur 3-1: Notched boxplots van de diepte van de verschillende gebieden en in de zandwinggebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

De boxplots van de hellingshoek per monsterpunt zijn te zien in Figuur 3-2. Met name in Q5H is er een significant verschil tussen het zandwinggebied en het referentiegebied, waarbij de hellingshoek in het referentiegebied groter is. Dit is ook goed terug te zien in bijlage 6.3.2. In de overige gebieden zijn er geen significante onderlinge verschillen.



Figuur 3-2: Notched boxplots van de hellingshoek van de monsterpunten in van de verschillende gebieden en in de zandwinggebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

De orientatie richting ten opzichte van het noorden geeft geen onderlinge verschillen zowel tussen de gebieden als binnen de gebieden (zandwinggebieden en referentie) (Figuur 3-3). Het frequentiediagram in Bijlage 6.3.3 geeft ook zeer duidelijk de zeer grote spreiding van de orientatierichting weer over alle deelgebieden.



Figuur 3-3: Notched boxplots van de orientatie richting van de monsterpunten in de verschillende gebieden en in de zandwingebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

3.1.2 Sediment analyse

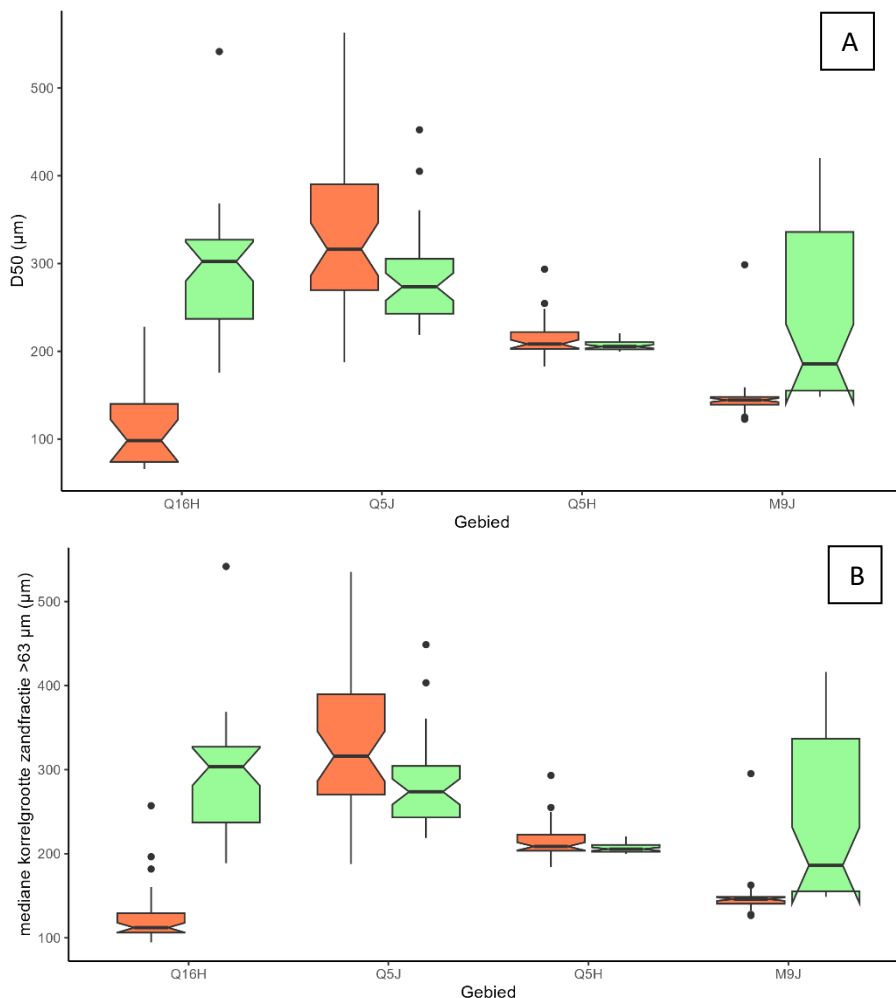
In de onderstaande tabel (Tabel 3-2) en figuren (Figuur 3-4 tot en met Figuur 3-6) zijn de sedimenteigenschappen van de bemonsterde gebieden weergegeven.

Tabel 3-2: Gemiddelde sediment eigenschappen van de monsters in de verschillende gebieden, voor de zandwin- en referentiegebieden: mediane korrelgrootte (D50, fracties 0 – 2000 μm), mediane korrelgrootte van de zandfractie (M63), slibgehalte (%) en diepte van het sediment tot de redoxlaag (cm). *In Q16H is bij de sedimentanalyse geen D50 bepaald van monsterpunten met een slibgehalte > 50%; dit was voor 21 monsterpunten het geval, alle liggend in het zandwingebied; deze monsterpunten hebben wel een waarde voor M63. ** Indien er geen redoxlaag aanwezig was (totale core was aeroob) is de waarde 35 cm aangehouden, dit is de maximale steekdiepte van een boxcore). Indien de totale core anaeroob was, is waarde 0 aangehouden.

			Slib (%)		D50 (um)		M63 (um)		Diepte redox** (cm)	
Gebied		Jaar winning	gem	SD	gem	SD	gem	SD	gem	SD
Q16H	Zandwingebied*	2010	48.5	21.03	111.9	45.66	125.1	32.03	11.0	8.77
	Referentiegebied		3.5	3.68	287.3	70.36	291.2	67.39	21.9	14.29
Q5J	Zandwingebied	2014	0.4	0.73	325.8	83.13	324.9	80.35	33.9	5.10
	Referentiegebied		0.2	0.12	282.0	50.32	280.9	49.12	34.1	4.13
Q5H	Zandwingebied	2018	0.7	0.50	215.3	20.89	215.9	20.68	33.4	5.62
	Referentiegebied		0.4	0.20	206.8	5.71	207.0	5.64	35.0	0.00
M9J	Zandwingebied	2020	2.7	2.42	147.2	25.86	148.5	24.96	33.9	4.25
	Referentiegebied		0.7	0.46	244.1	98.36	244.1	97.87	30.6	9.87

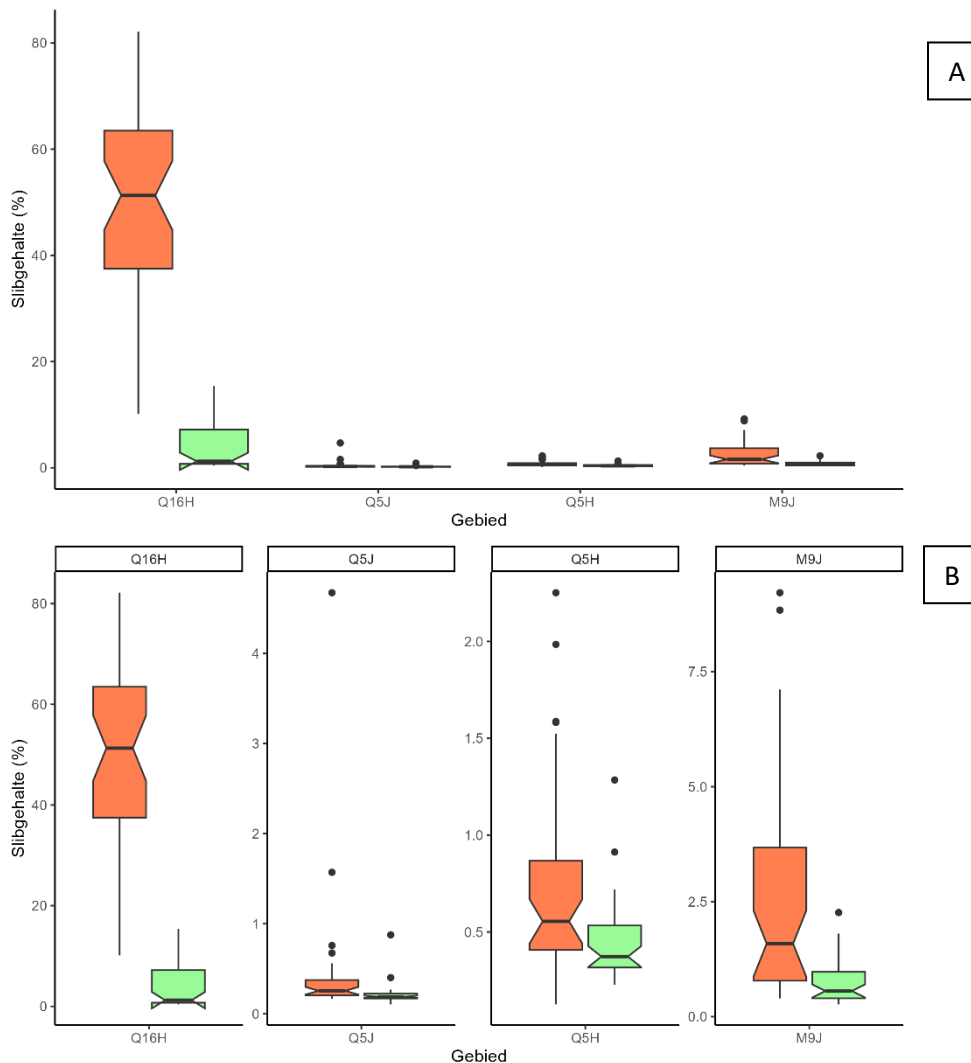
In Figuur 3-4 A en B zijn zowel de mediane korrelgrootte van de gehele range van 0- 2000 μm weergegeven (D50), als die van de de fracties vanaf 63 μm (M63). Dit is gedaan vanwege de afwezigheid van de D50 voor 21 monsterpunten in Q16H, waardoor deze niet goed vergeleken kan worden met de andere (deel)gebieden. Te zien is dat de D50 en M63 nagenoeg overeenkomen, met uitzondering van het zandwingebied van Q16H. In dit deelgebied zijn veel locaties met een relatief hoog slibgehalte aanwezig (zie ook Figuur 3-5). Ook in bijlagen 6.3.4 en 6.3.5 is dit terug te zien.

De gebieden M9J, Q5H en Q5J verschillen van elkaar wat betreft korrelgrootte. Binnen deze gebieden is de korrelgrootte tussen de zandwingebieden en de referentiegebieden niet (Q5H en Q5J) of nauwelijks (M9J) verschillend. In M9J is de variatie in korrelgrootte in het referentiegebied relatief groot. De variatie tussen het zandwin- en referentiegebied in Q16H is een stuk groter dan in de andere gebieden. Hier is de mediane korrelgrootte in het zandwingebied laag, terwijl deze in het referentiegebied vergelijkbaar is met de andere gebieden langs de (Noord-) Hollandse kust, Q5H en Q5J.



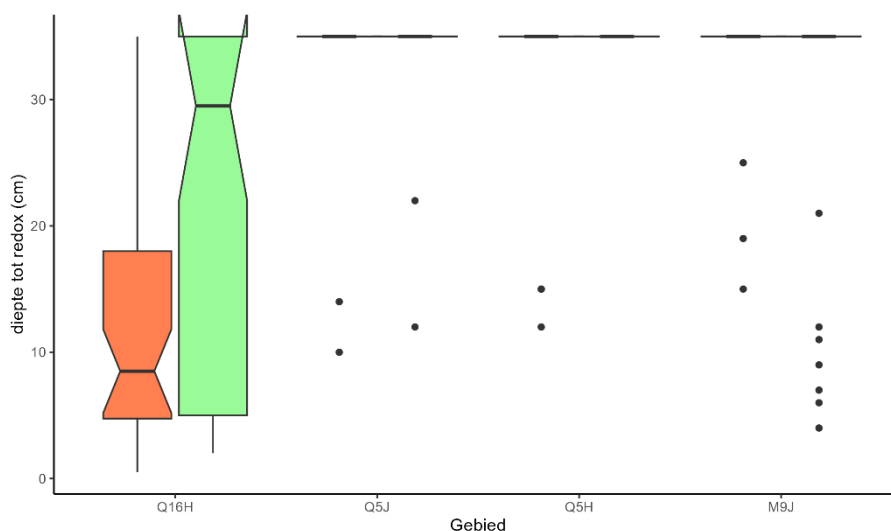
Figuur 3-4: Notched boxplots van A: de mediane korrelgrootte (D50, fracties 0 – 2000 µm) en B: de mediane korrelgrootte van de zandfractie (M63, fracties 63 – 2000 µm), van de verschillende gebieden en in de zandwingebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

De slibgehalten zijn in alle gebieden hoger in de zandwingebieden dan in de referentiegebieden. Het gebied waar het langst geleden zand is gewonnen (Q16H, 2010) valt hier op door het zeer hoge slibgehalte. In het referentiegebied van Q16H zijn de slibgehalten ook hoger dan in de andere gebieden. Echter ook het zandwingebied in M9J, het meest recent gewonnen gebied (2020) heeft relatief hoge slibgehalten, echter niet zo hoog als Q16H. Dit wordt ook duidelijk uit de frequentiediagrammen en kaarten in bijlage 6.3.6.



Figuur 3-5: Notched boxplots (A en B) van het slibgehalte van de verschillende gebieden en in de zandwingeggebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van meest recent gewonnen naar langst geleden gewonnen (resp. 2020, 2018, 2014 en 2010). De schalen op de y-as in figuur B zijn verschillend weergegeven, vanwege de hoge slibgehalten in gebied Q16H. Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand).

De diepte tot de redoxlaag is zeer duidelijk anders in Q16H, waar ook het slibgehalte veel hoger is dan in de andere gebieden. In het zandwingeggebied van Q16H zijn de genomen boxcores het meest anaeroob (lagere waarden voor redoxdiepte). Hierbij valt op (zie ook de kaarten in 6.3.7 vergeleken met 6.3.6) dat de monsterpunten met de hoogste slibgehalten, niet de dunste aerobe laag hebben. Ook in het referentiegebied komen boxcores met anaerobe lagen regelmatig voor, echter liggen de anaerobe lagen daar dieper dan in het zandwingeggebied. In de andere gebieden komen anaerobe lagen ook incidenteel voor (te zien aan de outliers en in bijlage 6.3.7), maar het overgrote deel van de boxcores hebben helemaal geen anaerobe laag, waardoor de diepte tot redox op >35 cm ligt.



Figuur 3-6: Notched boxplots van de diepte van de core tot de redoxlaag wordt bereikt (in cm) van de verschillende gebieden en in de zandwingebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Maximaal mogelijke waarde is 35 cm. Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

3.1.3 Visserij intensiteit

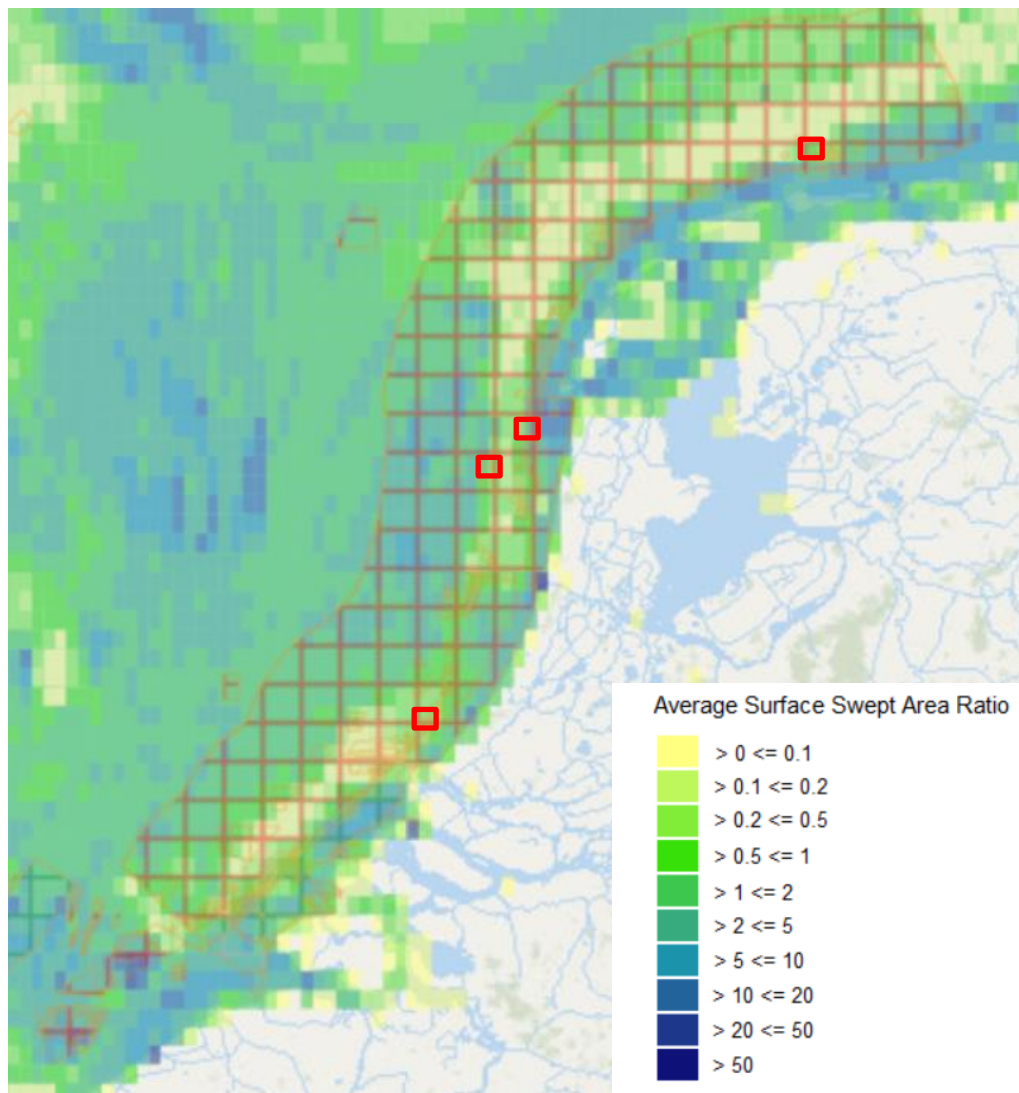
In de figuren Figuur 3-8 en Figuur 3-9 zijn de gegevens van de visserij intensiteit weergegeven in een frequentiediagram. De visserij intensiteit is weergegeven als Swept Area Ratio (SAR), wat de cumulatieve beviste bodemoppervlakte weergeeft over een jaar, gedeeld door de oppervlakte van een vastgestelde gridcel ($0.05^\circ \times 0.05^\circ$, ongeveer 15 km²). Indien de waarde 1 is, is het gehele oppervlak van de gridcel dus 1 maal bedoerd door visserij. Dit is wel de cumulatieve waarde over de gehele gridcel; het kan dus zijn dat slechts een beperkt deel van de gridcel meerdere malen is bevist en het overige deel van de gridcel niet. De SAR waarde is per gridcel gemiddeld over de jaren 2018 – 2021 om tot de uiteindelijke gemiddelde SAR te komen.

In de frequentiediagrammen zijn de waarden van de SAR toegekend aan de individuele monsterpunten die in de betreffende gridcellen lagen (zie ook bijlage 6.3.8), ter indicatie van de potentiële visserij intensiteit op die monsterpunten. Echter omdat de waarde voor SAR een totaal is over de gehele gridcel, kan niet met zekerheid gezegd worden dat er ook daadwerkelijk is gevist op de locatie van de monsterpunten. Bij de interpretatie van de data moet hier rekening mee worden gehouden.

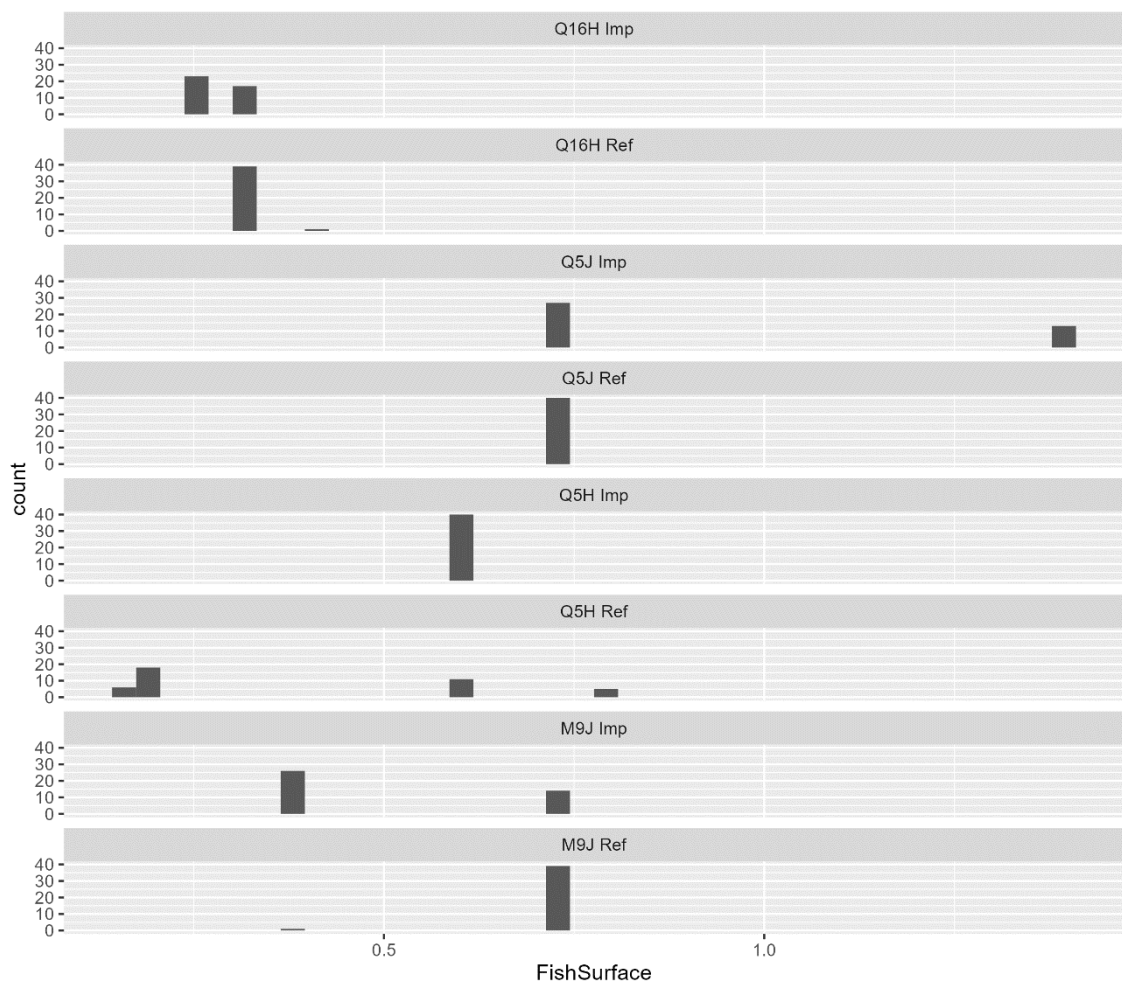
Om een idee te hebben van wat de waarden betekenen vergeleken met een groter gebied, is in Figuur 3-7 een overzichtskaartje met legenda weergegeven. Hieruit blijkt dat de visserij intensiteit (bodemoppervlakte) in de kustzone (incl. aangewezen zandwingebieden) over het algemeen niet hoger dan 2 is. Ter vergelijking, in het Kanaal loopt de gemiddelde SAR op naar 50 of hoger en midden op de Noordzee en in de Botney Cut op de Klaverbank (links bovenin Figuur 3-7) ligt de SAR tussen de 10 en 20. Voor de intensiteit van de SAR in de bodem is het beeld vergelijkbaar, al ligt de range daar lager, deze loopt in de meest beviste bovengenoemde gebieden tot maximaal 10 (figuur niet getoond).

Binnen de gebieden van dit onderzoek ligt de SAR van het bodemoppervlak voornamelijk onder de 1, en voor de SAR in de bodem onder de 0.6 (Figuur 3-8 en Figuur 3-9). De visserij intensiteit is het hoogste in Q5J, met name in het noordelijke deel van het zandwingebied. In Q16H

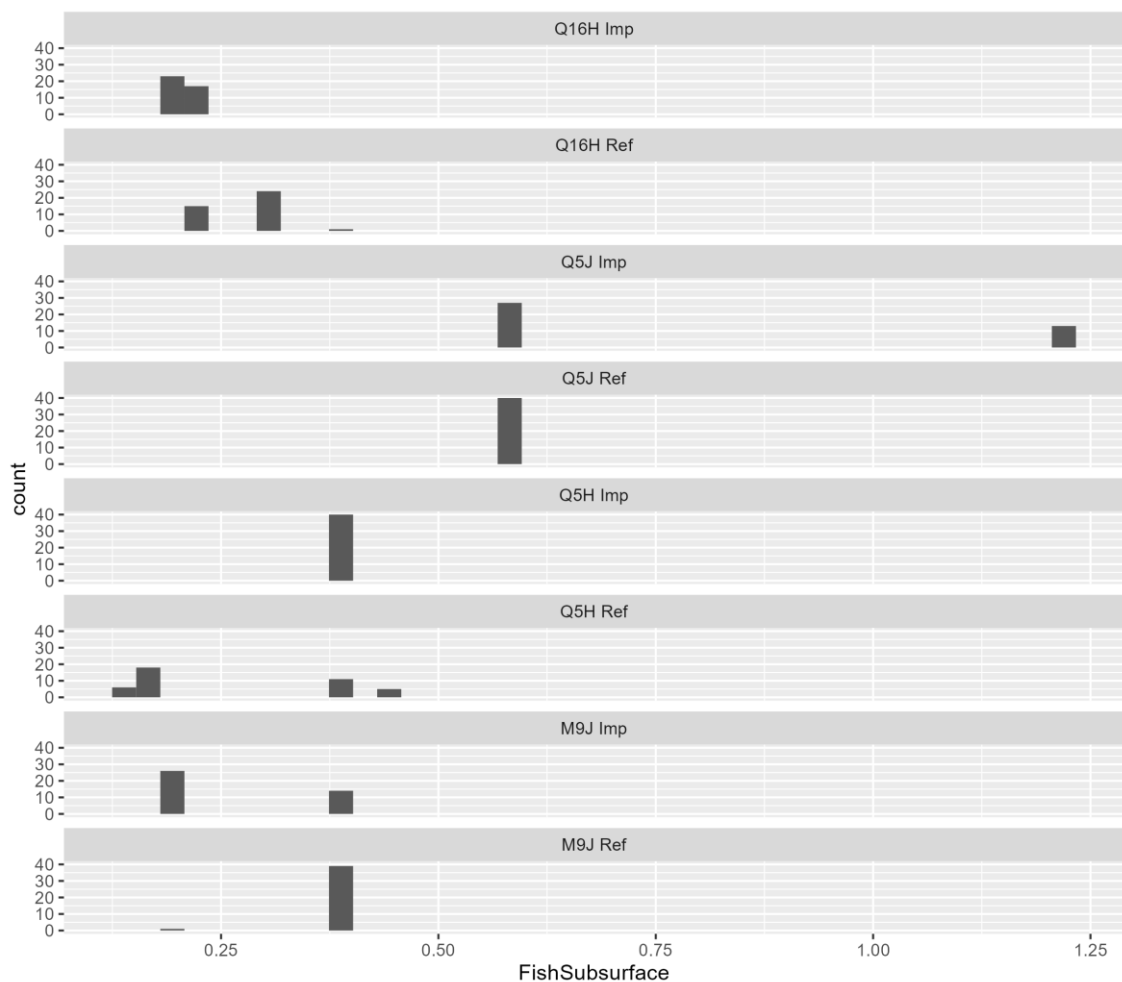
is het minste gevist, evenals in het referentiegebied van Q5JH. Hierbij kan dus niet met zekerheid gezegd worden of er ook daadwerkelijk gevist is op deze monsterlocaties. Voor beide typen de visserij intensiteit is een vergelijkbaar patroon te zien. De correlatie tussen de waarden van visserij intensiteit op het bodemoppervlak en in de bodem is dan ook zeer hoog ($r^2 = 0.92$).



Figuur 3-7: Overzichtskartje van visserij intensiteit (bodemoppervlakte) met de bijbehorende legenda, ter indicatie van de variatie in visserij intensiteit over een deel van de Noordzee. In de rode kaders zijn de vier bemonsterde gebieden gelegen (bron: <https://emodnet.ec.europa.eu/geoviewer/#>).



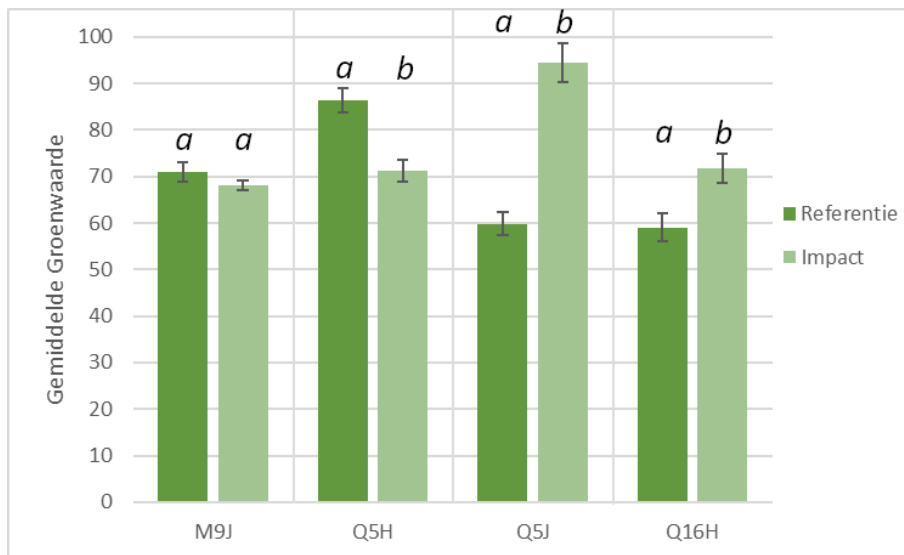
Figuur 3-8: Frequentiediagram van de visserij intensiteit (Swept Area Ratio) op het bodemoppervlak (< 2cm penetratiediepte) van de verschillende gebieden en in de zandwingebieden (Imp) en referentiegebieden (Ref).



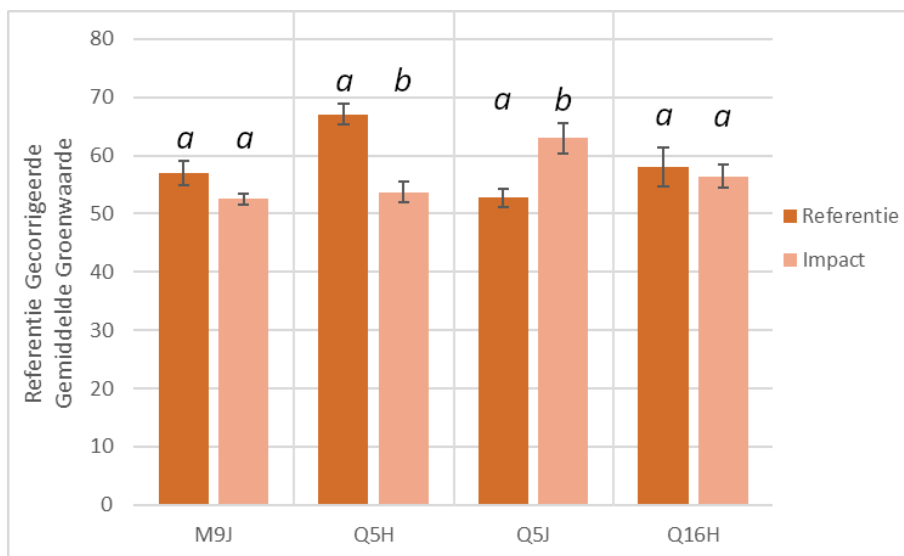
Figuur 3-9: Frequentiediagram van de visserij intensiteit (Swept Area Ratio) in de bodem (≥ 2 cm penetratiediepte) van de verschillende gebieden en in de zandwingebieden (Imp) en referentiegebieden (Ref).

3.2 Foto-analyse groenwaarde

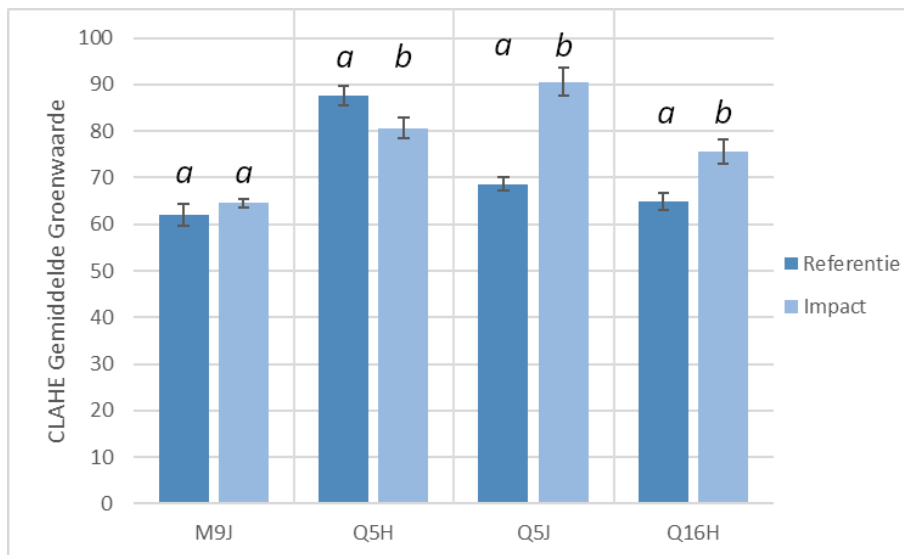
In Figuur 3-10 tot en met Figuur 3-12 is per zandwingebied weergegeven of er een significant verschil zit tussen de gemiddelde groenwaarde van de zandwin- en de referentiegebieden en welke de bijbehorende gemiddelde groenwaardes heeft (Van den Boom, 2023).



Figuur 3-10: De gemiddelde groenwaardes van de vier gebieden met de standaardfout in de foutbalken weergegeven. Gebied M9J (Ref SE=2.07, n=39; Imp SE=1.09, n=40), Gebied Q5H (Ref SE=2.53, n=40; Imp SE=2.42, n=40) Gebied Q5J (Ref SE=2.41, n=36; Imp SE=4.27, n=29), Gebied Q16H (Ref SE=2.98, n=40; Imp SE=3.12, n=36). Met letters zijn significante verschillen ($p < 0,05$) tussen referentie en impact locaties binnen een gebied weergegeven (uit: Van den Boom, 2023).



Figuur 3-11: De referentie gecorrigeerde gemiddelde groenwaardes van de vier gebieden met de standaardfout in de foutbalken weergegeven. Gebied M9J (Ref SE=2.08, n=39; Imp SE=0.94, n=40) Gebied Q5H (Ref SE=1.79, n=40; Imp SE=1.77, n=38) Gebied Q5J (Ref SE=1.56, n=36; Imp SE=2.57, n=29) Gebied Q16H (Ref SE=3.30, n=40; Imp SE=2.00, n=36). Met letters zijn significante verschillen ($p < 0,05$) tussen referentie en impact locaties binnen een gebied weergegeven (uit: Van den Boom, 2023).



Figuur 3-12: De CLAHE gecorrigeerde gemiddelde groenwaardes van de vier gebieden met de standaardfout in de foutbalken weergegeven. Gebied M9J (Ref SE=2.25, n=39; Imp SE=0.94, n=40), Gebied Q5H (Ref SE=2.12, n=40; Imp SE=2.30, n=40) Gebied Q5J (Ref SE=1.36, n=36; Imp SE=3.02, n=29) Gebied Q16H (Ref SE=1.81, n=36; Imp SE=2.69, n=29). Met letters zijn significante verschillen ($p < 0,05$) tussen referentie en impact locaties binnen een gebied weergegeven (uit: Van den Boom, 2023).

In zandwingebied M9J was er bij geen van de drie methodes een significant verschil in gemiddelde groenwaardes tussen de gebieden waar wel en geen zand gewonnen is. Bij Q5H hadden de monsters uit het referentiegebied een gemiddeld hogere groenwaarde voor alle drie de methodes. Voor Q5J was dit omgekeerd, hier hadden de monsters uit het zandwingebied een hogere gemiddelde groenwaarde. In zandwingebied Q16H hebben de monsters uit het impactgebied bij het toepassen van methode 1 en 3 een gemiddeld hogere groenwaarde. Bij methode 2 is er geen verschil tussen de vlakken waar wel en geen zand gewonnen is in gebied Q16H.

3.3 Univariante benthos analyse

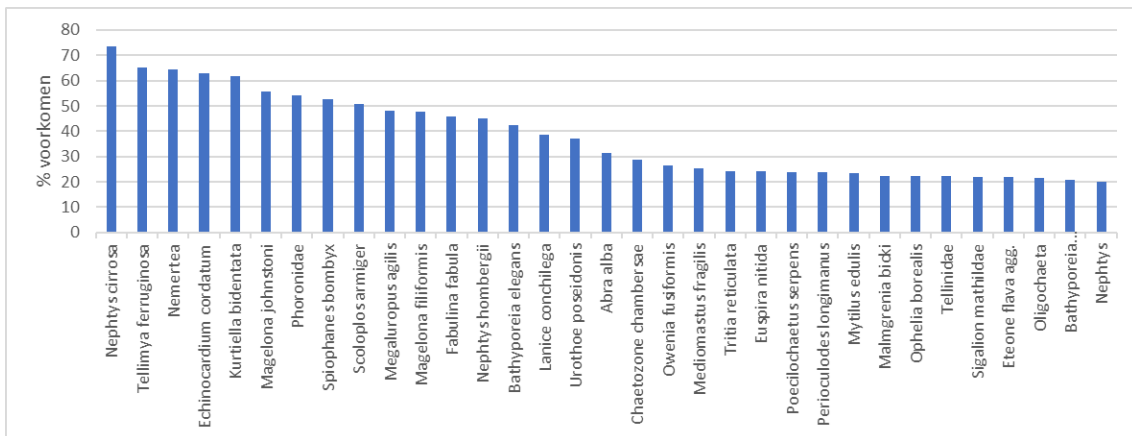
3.3.1 Voorkomen, dichtheid en biomassa

Over alle 320 genomen monsters werden 240 taxa gevonden, waarvan 159 soorten. Het laagste aantal taxa gevonden in een monster was 4 (in NRDZE_1142, Q5J_Win), het hoogste 48 taxa (in NRDZE_1058, Q5H_Win).

In de onderstaande tabel (Tabel 3-3) zijn de gemiddelden van de belangrijkste kengetallen per deelgebied weergegeven.

Tabel 3-3: Gemiddelde kengetallen per deelgebied

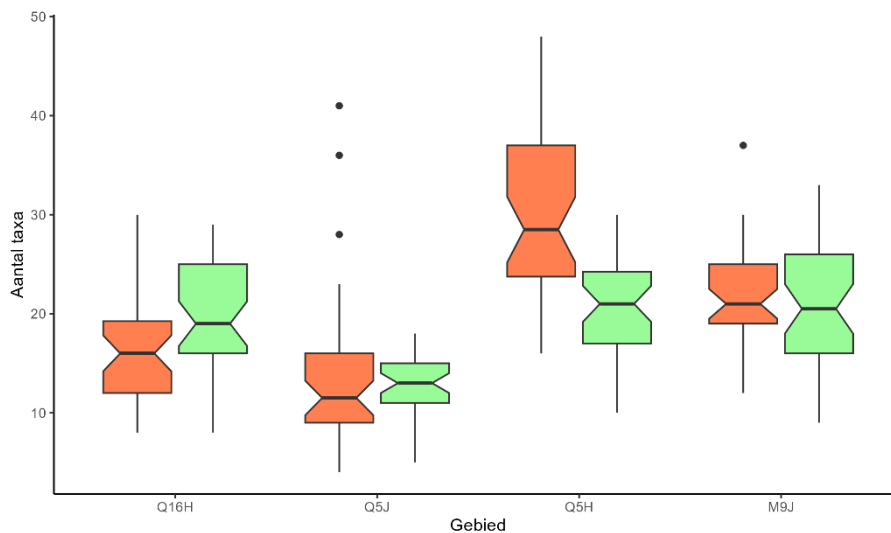
gebied		jaar winning	aantal taxa	abundantie (n/m ²)	biomassa (afdw mg/m ²)	Shannon Wiener index	Simpson index	Margalef index
Q16H	Zandwingebied	2010	16	3319	41908	1.68	0.69	1.93
	Referentiegebied		20	1704	94086	2.00	0.73	2.62
Q5J	Zandwingebied	2014	14	807	58893	2.00	0.80	1.97
	Referentiegebied		13	726	9230	1.82	0.72	1.89
Q5H	Zandwingebied	2018	30	3432	60866	2.31	0.80	3.69
	Referentiegebied		21	1960	29433	1.95	0.73	2.62
M9J	Zandwingebied	2020	22	1963	13079	1.99	0.75	2.78
	Referentiegebied		21	2389	57722	2.09	0.78	2.68



Figuur 3-13: Overzicht van de 20% meest voorkomende taxa over alle gebieden op volgorde van voorkomen. Weergegeven als het percentage aanwezigheid in een monster ten opzichte van alle monsters.

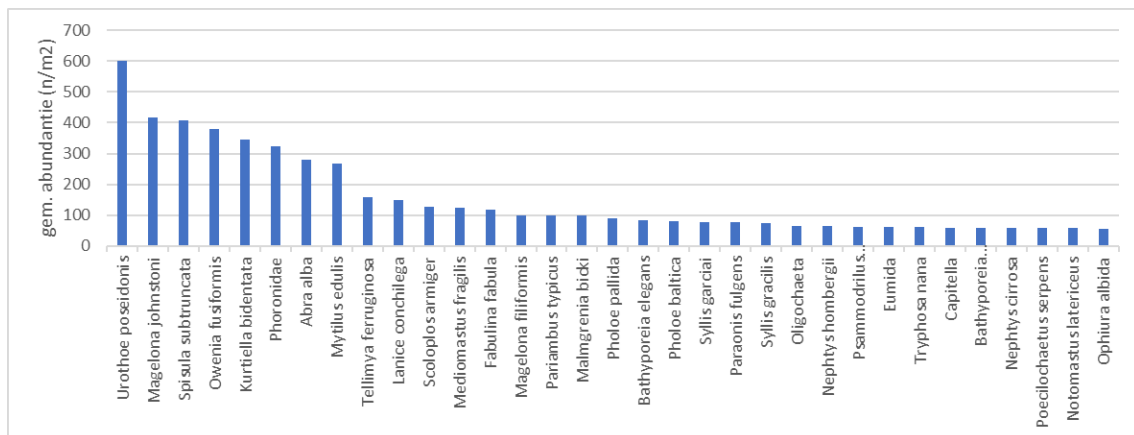
Over alle gebieden was het meest voorkomende taxon de worm *Nephtys cirrosa*, die in ruim 74% (235) van de 320 monsters is aangetroffen (Figuur 3-13). Daarna volgen de schelp *Tellinomya ferruginosa* en de groep van snoerwormen *Nemertea*. In bijlage 6.5 zijn de meest voorkomende taxa te vinden van de verschillende deelgebieden.

Het aantal gevonden taxa was binnen Q5J en M9J niet significant verschillend tussen het referentiegebied en het zandwingebied (Figuur 3-14). In Q16H was het aantal taxa hoger in het referentiegebied, terwijl in Q5H het aantal taxa significant hoger was in het zandwingebied vergeleken met het referentiegebied. Gemiddeld gezien werd hier per monster tegelijk het hoogste aantal taxa van alle deelgebieden gevonden. Het aantal taxa wat hier gevonden werd ligt tussen de 16 en 48. Deze patronen zijn ook ruimtelijk terug te zien in bijlage 6.4.1.



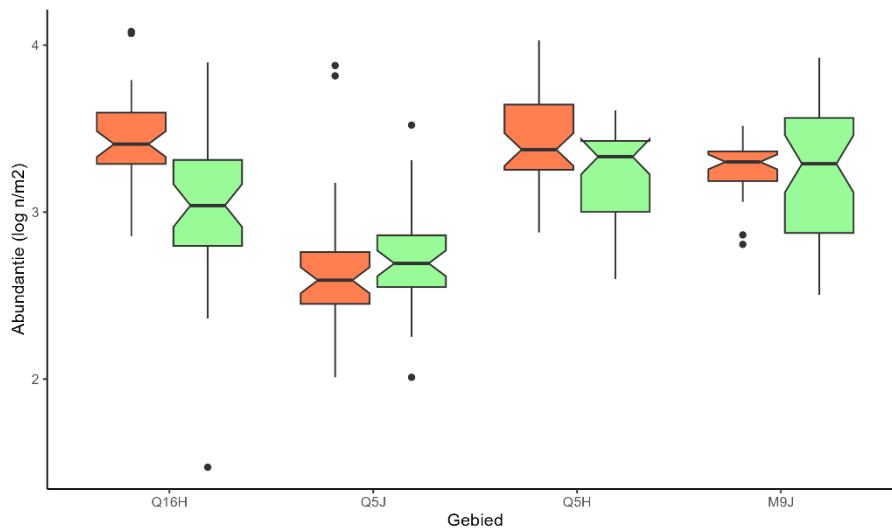
Figuur 3-14: Notched boxplots van het aantal taxa van de verschillende gebieden en in de zandwinggebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

Het meest abundante taxon over alle gebieden en monsters was de vlokreeft *Urothoe poseidonis* (Figuur 3-15). Deze soort kwam voor in 119 van de 320 monsters voor. Ook de worm *Magelona johnstoni* en de schelp *Spisula subtruncata* waren erg abundant. In bijlage 6.5 zijn de meest abundantie taxa te vinden van de verschillende deelgebieden.



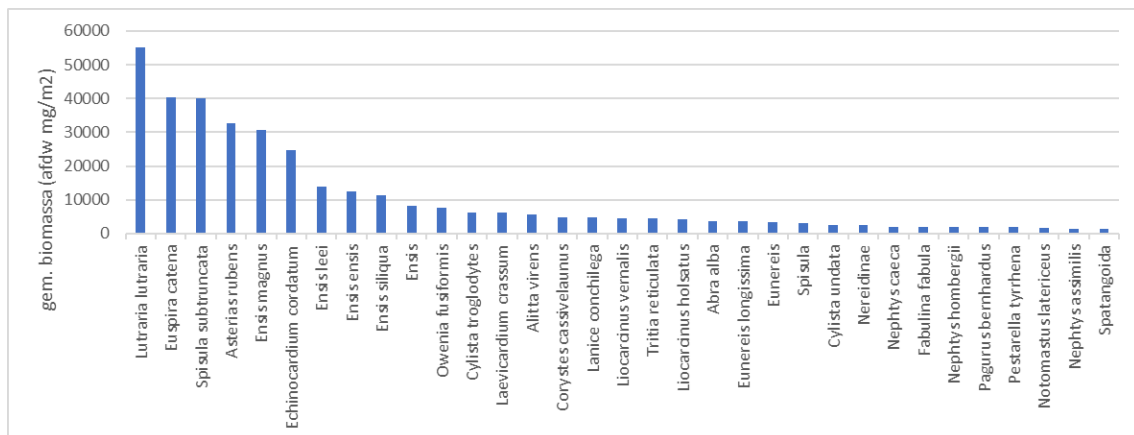
Figuur 3-15: Overzicht van de meest abundante taxa over alle gebieden op volgorde van abundantie. Weergegeven als het de gemiddelde abundantie in aantal individuen per m2 per monster (ten opzichte van het aantal monsters waarin het taxon voorkwam).

Evenals het aantal taxa, was ook de dichtheid het hoogst in gebied Q5H (Figuur 3-16, Tabel 3-3, bijlage 6.4.2), meer specifiek in het zandwinggebied. Ook in het zandwinggebied van Q16H was de dichtheid hoog. Daarentegen was de dichtheid in Q5J juist laag in zowel het zandwinggebied als het referentiegebied. Er waren geen verschillen in dichtheid tussen de zandwinggebieden en referentiegebieden voor M9J, Q5H en Q5J (Figuur 3-16). In Q16H was de dichtheid in het zandwinggebied beduidend hoger dan in het referentiegebied. Dit werd o.a. veroorzaakt door hoge dichtheden van de soorten *Owenia fusiformis*, *Kurtiella bidentata* en *Abra alba* (zie 6.5). Deze soorten waren veel minder aanwezig in het referentiegebied.



Figuur 3-16: Notched boxplots van de abundantie per monsterpunt (log getransformeerd) van de verschillende gebieden en in de zandwinggebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

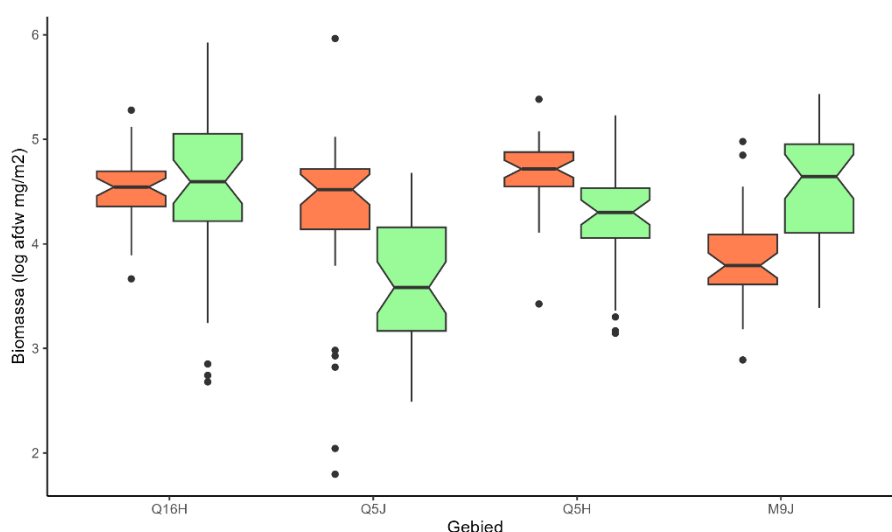
Het taxon met de hoogste gemiddelde biomassa was de otterschelp *Lutraria lutraria*. Deze grote schelp kwam in 47 monsters voor met een gemiddelde abundantie van 13,6 individuen per m². Daarna volgden de slak *Euspira catena* en de schelp *Spisula subtruncata*. In bijlage 6.5 zijn de taxa met de hoogste biomassa te vinden van de verschillende deelgebieden.



Figuur 3-17: Overzicht van de taxa met de hoogste biomassa over alle gebieden op volgorde van biomassa. Weergegeven als het de gemiddelde biomassa in aantal asvrij drooggewicht per m² per monster (ten opzichte van het aantal monsters waarin het taxon voorkwam).

De biomassa laat een wat ander beeld zien dan de dichtheid. De biomassa in M9J was beduidend lager in het zandwinggebied ten opzichte van het referentiegebied. De biomassa werd in beide deelgebieden voor een groot deel bepaald door de otterschelp *Lutraria lutraria*, een grote schelp (tot 13 cm in lengte en 6 cm in breedte), die echter in het referentiegebied vaker werd aangetroffen, wat de hoge biomassa verklaart. De twee gebieden voor de Noord-Hollandse kust hadden beide een hogere biomassa in de zandwinggebieden. In Q16H was de biomassa niet verschillend tussen het zandwinggebied en het referentiegebied. Gemiddeld was de biomassa in Q16H het hoogste van de 4 bemonsterde gebieden. De zeer hoge absolute biomassa (Tabel 3-3) in Q16H werd veroorzaakt door de hoge biomassa van *Spisula subtruncata*,

die in het referentiegebied ruim de helft van de biomassa bepaalde en daar tevens de meest abundante soort was.

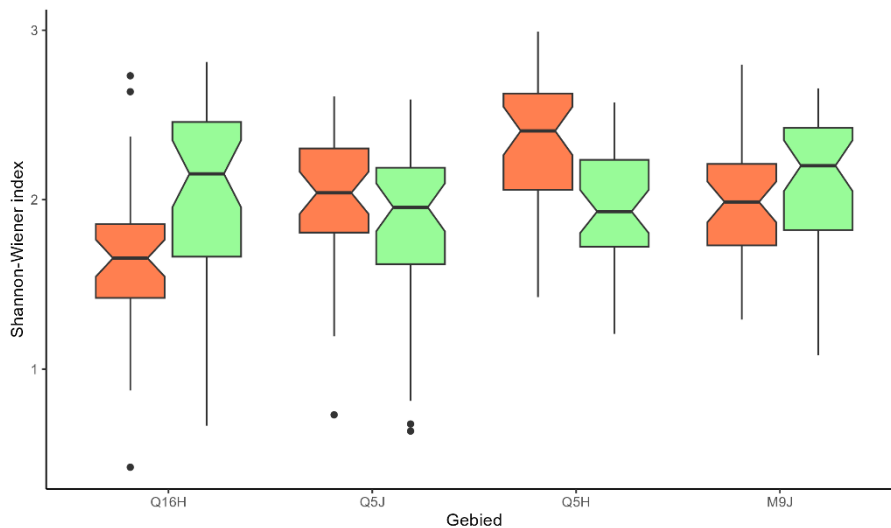


Figuur 3-18: Notched boxplots van de biomassa per monsterpunt (asvrij drooggewicht, log getransformeerd) van de verschillende gebieden en in de zandwingeggebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

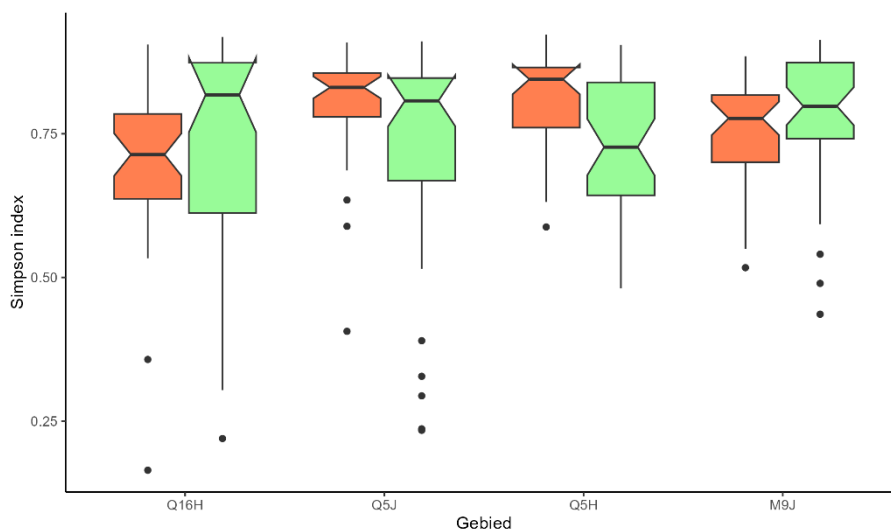
3.3.2 Diversiteit

De diversiteitindices in de deelgebieden zijn onderling niet erg verschillend. Vooral de gebieden M9J en Q5J lijken in qua diversiteit op elkaar. Ook het referentiegebied van Q5H is niet verschillend van de voorgaande gebieden. Het zandwingebied van Q5H valt op met een relatief hoge diversiteit. De diversiteit is verschillend tussen het zandwingebied en het referentiegebied in Q5H. Dit is ook het geval in Q16H, echter is het effect daar omgekeerd; de diversiteit is daar hoger in het referentiegebied.

De Shannon-Wiener (Figuur 3-19) en de Simpson index (Figuur 3-20) laten eenzelfde patroon zien, wat tevens ook overeenkomt met het aantal taxa uit Figuur 3-14. Hierbij is te zien dat de gebieden Q5H en Q5J een hogere diversiteit hebben in de zandwingeggebieden. Bij M9J en Q16H is dat omgekeerd. Dit is ook ruimtelijk terug te zien in bijlage 6.4.4. Een lagere Simpson's index duidt aan dat er meer sprake is van dominantie van bepaalde soorten. De meerdere outliers (zwarte punten) in deze figuur hebben allemaal een lage waarde. Bijvoorbeeld de outlier in het referentiegebied van Q16H wordt veroorzaakt door zeer hoge aantallen gevonden *Spisula subtruncata*, en de outliers bij het referentiegebied van Q5J door hoge aantallen van de hoefijzerworm *Phoronidae*. Deze patronen van dominante soorten zijn ook terug te zien in de kaartjes in bijlage 6.4.5 en 6.6, waar bijvoorbeeld in Q16H de Simpson waarde laag is, daar waar de dichtheid van *Spisula subtruncata* het hoogst is. Deze laatste familie van hoefijzerwormen is in het referentiegebied van Q5J verreweg het meest abundante taxon (zie ook bijlage 6.5).



Figuur 3-19: Notched boxplots van de Shannon-Wiener index per monsterpunt van de verschillende gebieden en in de zandwingegebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

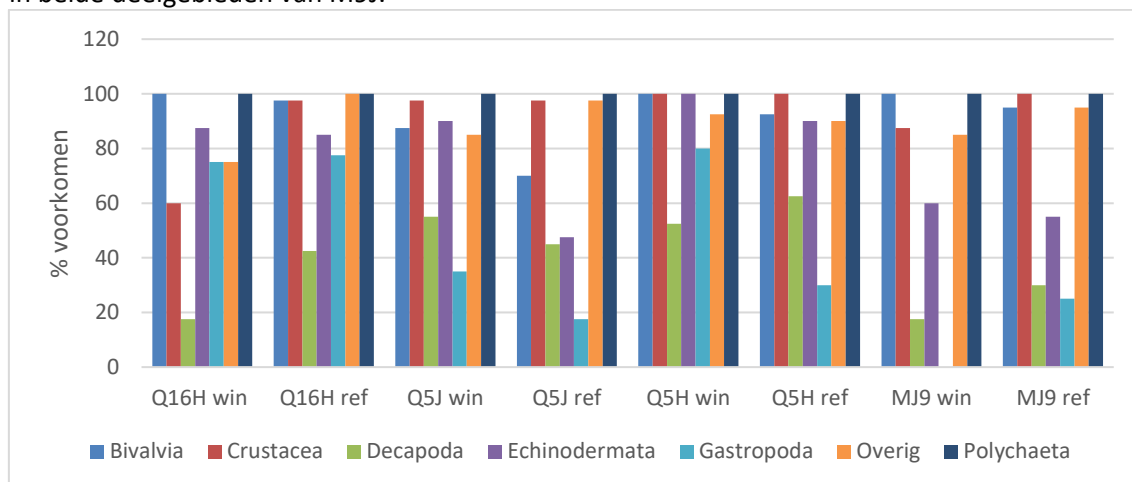


Figuur 3-20: Notched boxplots van de Simpson's index of diversity (1-D) per monsterpunt van de verschillende gebieden en in de zandwingegebieden (rood) en referentiegebieden (groen). Gebieden zijn van links naar rechts gesorteerd van langst geleden gewonnen naar meest recent gewonnen (resp. 2010, 2014, 2018 en 2020). Horizontale lijn geeft mediaan weer, gekleurde vak 25-75-percentiel van de waarde, uiterste van de lijn het minimum en maximum (binnen 3 maal de interkwartielafstand) en punten zijn outliers (buiten 3 maal interkwartielafstand). Daar waar de notches elkaar niet overlappen, is er sprake van een significant verschil.

3.4 Soortgroepen

In deze paragraaf wordt gekeken naar hoe de taxa in de monsterpunten verdeeld zijn over verschillende soortgroepen, wat betreft voorkomen in monsters (Figuur 3-21), dichtheid (Figuur 3-22) en biomassa (Figuur 3-23). Voor de het toewijzen van de taxa aan de soortgroepen is gebruik gemaakt van de "taxongroup" uit de TWN-lijst (taxainfo.nl). Deze taxongroepen zijn vervolgens vereenvoudigd tot 7 soortgroepen, gebaseerd op de indeling zoals die wordt gebruik in het MWTL voor de Noordzee. De vertaallijst van TWN taxongroup naar soortgroep is te vinden in bijlage 0.

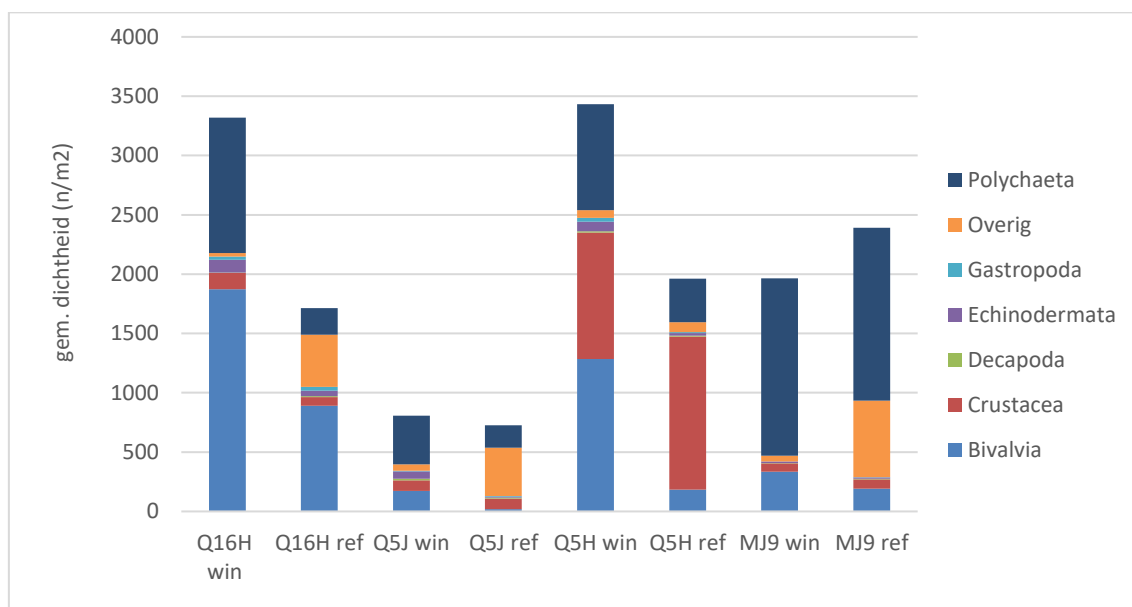
In Figuur 3-21 is te zien dat de soortgroepen die in nagenoeg alle monsterpunten voorkomen, Bivalvia, Crustacea en Polychaeta zijn. Ook de soortgroep Overig komt vaak voor. Opvallend is dat Gastropoda in Q16H in zowel het zandwingebied als het referentiegebied in ongeveer 75% van de monsters voorkomt, en ook in het zandwingebied van Q5H komen ze in 80% van de monsters voor. In alle andere deelgebieden komen Gastropoda veel minder voor, of zelfs helemaal niet (M9J_win). Decapoda komen in maximaal 60% van de monsters voor (Q5H_ref). De Echinodermata komen in de meeste deelgebieden ongeveer 80% voor, behalve in Q5J_ref en in beide deelgebieden van M9J.

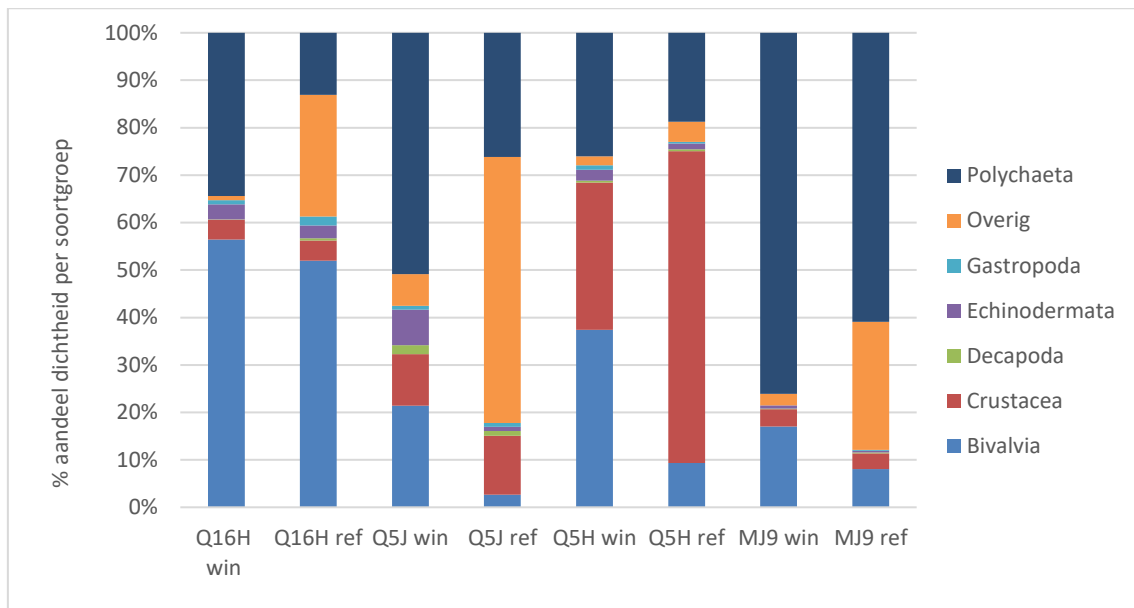


Figuur 3-21: Procentueel voorkomen van de verschillende soortgroepen in de monsterpunten per deelgebied.

Het voorkomen in veel monsters wordt niet altijd vertaald in een hoge dichtheid of biomassa. Dit geldt bijvoorbeeld voor de Gastropoda (Figuur 3-22 en Figuur 3-23), die lage dichtheden en biomassa's hebben ten opzichte van de andere soortgroepen.

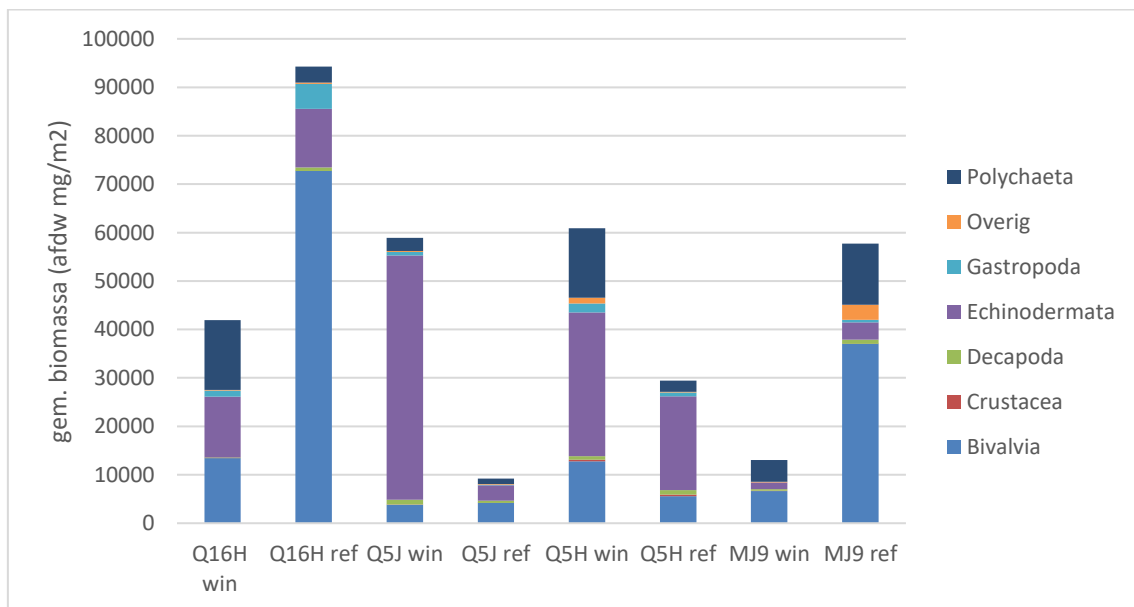
Opvallend is de hoge dichtheid van Bivalvia in zowel het zandwingebied als referentiegebied van Q16H. Ook in het wingebied van Q5H is de dichtheid aan Bivalvia relatief hoog. Daarnaast komen in Q5H (beide deelgebieden) relatief hoge dichtheden aan Crustacea voor, vergeleken met de andere gebieden. Polychaeta komen daarentegen het meeste voor in M9J (beide deelgebieden). Opvallend is dat de soortgroep Overige vooral hogere dichtheden heeft in de referentiegebieden, met uitzondering van Q5H.

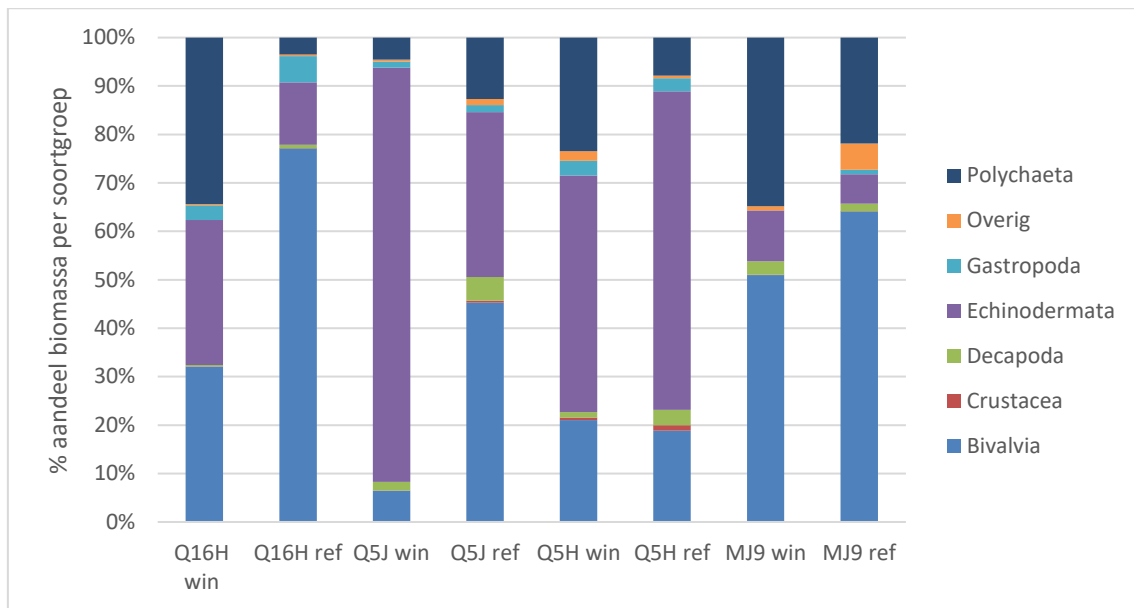




Figuur 3-22: Verdeling van de dichtheden (boven) van de benthos taxa over de belangrijkste soortgroepen per deelgebied en het procentuele aandeel per soortgroep (onder).

De hoogste biomassa wordt gevonden in Q16H_ref, waar de Bivalvia het grootste aandeel van inneemt. Opvallend is ook de hoge biomassa van Bivalvia in MJ9_ref, terwijl er qua dichtheden vrij weinig gevonden werden. Dit betekent dat daar een relatief groot aandeel grote/ zware schelpen gevonden is. De Echinodermata hebben ook een hoge biomassa, met name in de zandwingebieden van Q5J en Q5H. Echter ook in het referentiegebied van Q5H is de biomassa van Echinodermata vrij hoog, als mede in Q16H (beide deelgebieden). De groepen Overig, Gastropoda, Decapoda en Crustacea bezetten weinig biomassa in alle gebieden.





Figuur 3-23: Verdeling van de biomassa (boven) van de benthos taxa over de belangrijkste soortgroepen per deelgebied en het procentuele aandeel per soortgroep (onder).

3.5 Multivariate benthos analyse

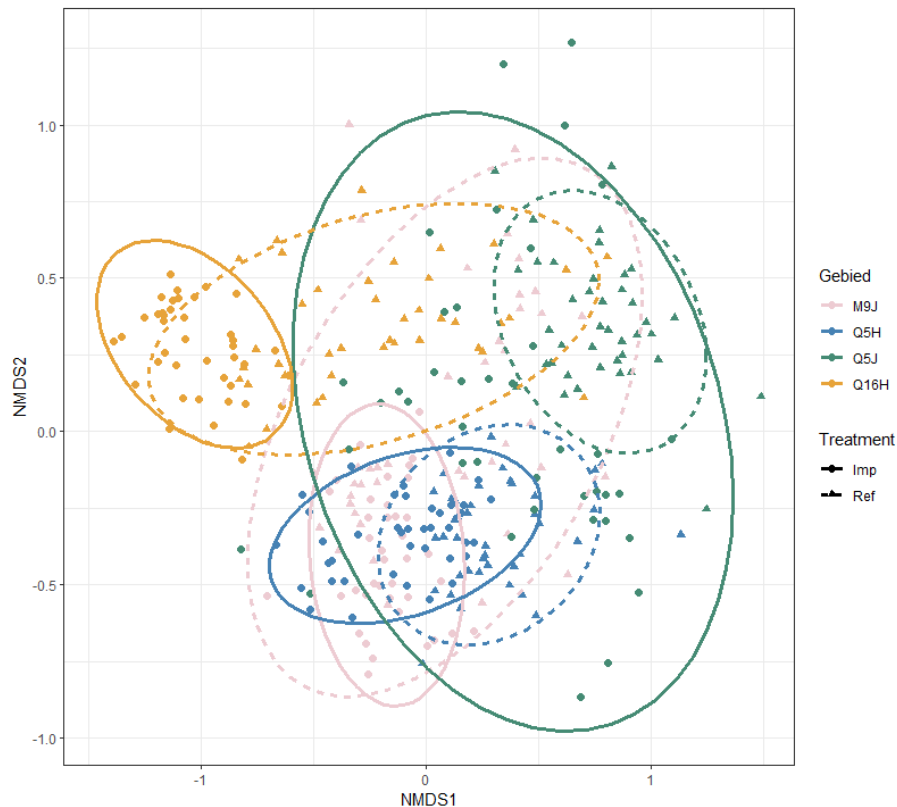
3.5.1 Analyse over alle gebieden

Om een beeld te krijgen van de verschillen en overeenkomsten in de samenstelling van de soortengemeenschap van het benthos, is een multivariate analyse uitgevoerd met nMDS. De resulterende biplot is te zien in Figuur 3-24. In deze figuur is te zien dat de soortensamenstelling van meerdere deelgebieden elkaar overlapt. Voor een wat beter inzicht is de nMDS ook weergegeven per gebied (Figuur 3-25).

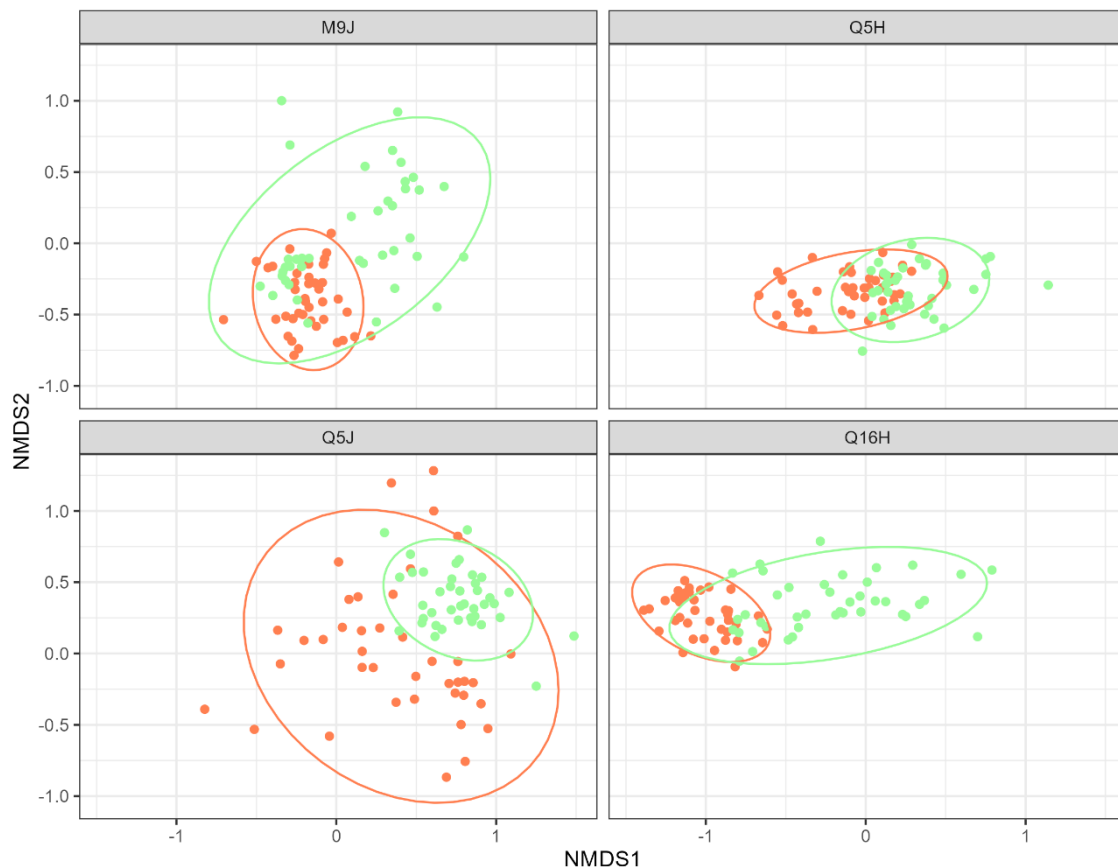
Allereerst is er gekeken naar de referentiegebieden. Indien deze overeenkomen qua soortensamenstelling, kan worden aangenomen dat de verschillende gebieden gelijk zijn aan elkaar, en dat de gegevens uit deze studie gebruikt kunnen worden als een chronosequentie. Dat betekent dat de jaren van “herstel” sinds er de laatste keer gewonnen is in een wingebied, kunnen dienen als proxy voor de verschillende fasen in het herstel van een benthosgemeenschap na zandwinning. Tevens kan er dan mogelijk een uitspraak gedaan worden over hoelang het duurt voor een zandwingebied hersteld is na winning, indien de vergelijking gemaakt kan worden met de referentiegebieden.

Uit de nMDS op de complete dataset (Figuur 3-24 en Figuur 3-25) blijkt echter dat de referentiegebieden elkaar grotendeels niet overlappen. Dit stemt ook overeen met de paragrafen 3.3 en 3.4. Q5H en Q5J overlappen elkaar helemaal niet, en Q16H heeft slechts een kleine overlap met Q5J. Het referentiegebied van M9J daarentegen overlapt het grootste deel van alle drie de andere referentiegebieden. Een ANOSIM (Analysis of Similarities) op deze referentiegebieden geeft aan dat de soortensamenstelling in deze gebieden inderdaad significant van elkaar verschillen (Global R= 0.6; p= 0.001). Ook de paarsgewijze testen van de referentiegebieden onderling waren alle significant verschillend (R-waarde varieerde van 0.401 (M9J_ref vs Q16H_ref) tot 0.799 (Q5H_ref vs Q5J_ref). Dit betekent dat er geen conclusies kunnen worden getrokken over de hersteltijd van soortengemeenschappen na winning over de gebieden (cq. herstel-jaren) heen.

De soortengemeenschappen van de zandwingebieden versus de referentiegebieden zijn binnen de gebieden in Figuur 3-24 en Figuur 3-25 in alle gevallen overlappend. Hierbij lijkt er in Q5J minder overlap te zijn tussen de gemeenschappen dan in de andere gebieden. Verder valt op dat Q5J binnen het zandwingebied een grote spreiding kent in de taxa die in elk monster gevonden wordt. Dit ten opzichte van het referentiegebied waar de punten juist erg dicht bij elkaar liggen. In M9J en Q16H is dit juist omgekeerd, en in Q5H is de spreiding van beide deelgebieden ongeveer gelijk.



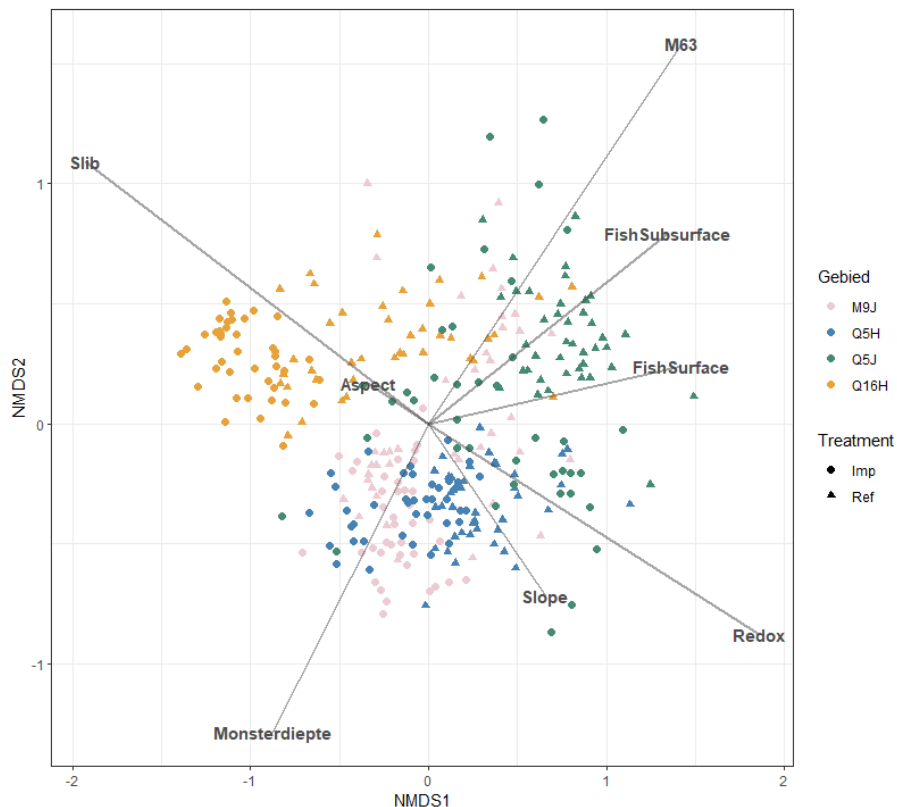
Figuur 3-24: Non-Metric Multi Dimensional Scaling (nMDS) van de hele dataset, gebieden zijn in 1 figuur weergegeven, stress = 0.21. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstellingen in die monsters op elkaar lijken. De gebieden zijn weergegeven met verschillende kleuren, en de zandwingebieden (Imp) en referentiegebieden (Ref) met bolletjes resp. driehoekjes. Om elk deelgebied is een ellips getrokken met de 95% confidence interval. Doorgetrokken ellipsen zijn voor de zandwingebieden, gestippelde ellipsen voor de referentiegebieden.



Figuur 3-25: Non-Metric Multi Dimensional Scaling (nMDS) van de hele dataset, weergegeven per gebied, stress = 0.21. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstelling in die monsters op elkaar lijkt. De gebieden zijn weergegeven in de verschillende panelen en linksboven naar rechtsonder gesorteerd van meest recent gewonnen naar langst geleden gewonnen (resp. 2020, 2018, 2014 en 2010). De zandwingebieden zijn weergegeven in rood en referentiegebieden in groen. Om elk deelgebied is een ellips getrokken met de 95% confidence interval.

Met behulp van de env fit procedure (zie 2.10) zijn de omgevingsvariabelen³ gerelateerd aan de soortensamenstelling. Hierbij wordt ook de hoeveelheid variatie verklaard die door de factoren “(geografisch) gebied” en “zandwinning” veroorzaakt. Zowel gebied als zandwinning waren hierbij significant ($p=0.001$), maar gebied was hierbij meer gecorreleerd aan de soortensamenstelling ($r^2=0.50$) dan zandwinning ($r^2=0.13$). In Figuur 3-26 is de relatie van de omgevingsvariabelen ten opzichte van de soortensamenstelling in de monsterpunten weergegeven met vectoren. Het percentage slib is hier het meest gerelateerd aan de soortensamenstelling ($r^2=0.52$), gevolgd door de korrelgrootte van de zandfractie (M63; $r^2=0.48$) en diepte tot de redoxlaag ($r^2=0.45$). Vooral de relatie van slibgehalte in Q16H is hier sterk, te zien aan de richting van de pijl. Dit is in overeenstemming met de univariate boxplots, waaruit duidelijk werd dat het slibgehalte in Q16H, met name in het zandwingebied erg hoog was. Uit Figuur 3-24 valt op dat de zandwingebieden allemaal wat naar linksonder in de figuur neigen. Dat lijkt in Figuur 3-26 samen vooral te hangen met de diepte; eerder werd ook al gezien dat de zandwingebieden allemaal dieper zijn dan hun referenties. De meeste andere omgevingsvariabelen gaven ook significante relaties met de soortensamenstelling, echter met minder verklaarde variatie dan de drie bovengenoemde. Dit is ook terug te zien in de kortere pijlen. Alleen orientatierichting (aspect) was niet significant ($r^2=0.015$; $p=0.09$).

³ Daar waar het zandwingebied van Q16H wordt meegenomen in de hierop volgende analyses, wordt voor de korrelgrootte gebruik gemaakt van de M63 (mediane korrelgrootte van de zandfractie $>63 \mu\text{m}$), omdat in dat deelgebied van 21 monsterpunten geen D50 beschikbaar was.



Figuur 3-26: nMDS van de hele dataset. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten. Hoe dicht-
ter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstelling in die monsters op elkaar lijkt. De gebieden
zijn weergegeven met verschillende kleuren, en de zandwingebieden (Imp) en referentiegebieden (Ref) met bol-
letjes resp. driehoekjes. Op de figuur zijn de vectoren weergegeven van de omgevingsvariabelen. Hoe langer de
pijl, hoe sterker de relatie met de soortensamenstelling; de richting van de pijl verklaart een sterkere relatie van
de variabele met de punten die in de buurt liggen.

Referentiegebieden

Een nMDS analyse op alleen de monsterpunten uit de referentiegebieden is terug te zien in Fi-
guur 3-27. Bij deze nMDS figuur (en de daaropvolgende) moet opgemerkt worden dat de plaat-
sing van de monsterpunten in ruimte van de figuur er anders uit ziet dan in Figuur 3-24 tot en
met Figuur 3-26. Dit komt omdat er nu gebruik wordt gemaakt van een kleinere dataset, waar-
bij de monsterpunten opnieuw in de meest optimale manier ten opzichte van elkaar gepositio-
neerd worden. Dit is echter vooral een visueel gegeven, en het doet inhoudelijk niks af aan de
verschillen in de soortensamenstelling die er bestaan tussen de monsterpunten.

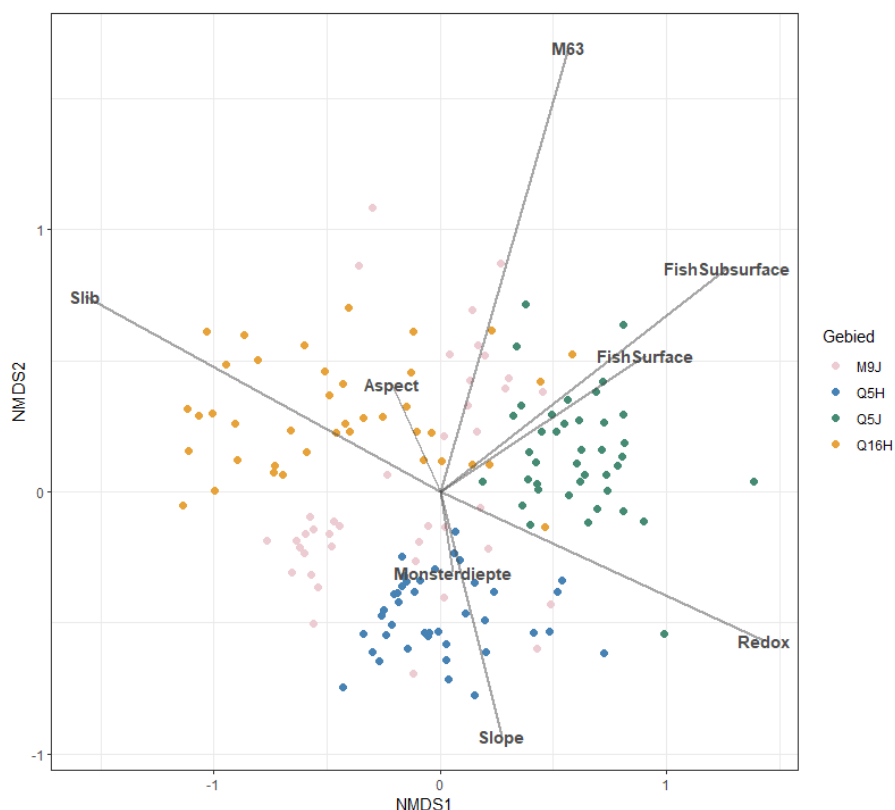
Ook voor alleen de referentiegebieden, in de env fit procedure toegepast om een beeld te krij-
gen bij de relatie van het benthos met de omgevingsvariabelen. Hieruit bleek dat de factor ge-
bied ook hier significant was ($r^2 = 0.5494$; $p = 0.001$). Dit is een bevestiging van de ANOSIM ana-
lyse die eerder werd gedaan (Global $R = 0.6$; $p = 0.001$). De R-waarden van de onderlinge ver-
schillen uit de pairwise tests van de ANOSIM zijn hieronder weergegeven. Hier betekent een
hogere waarde van R een groter verschil tussen de gebieden.

Tabel 3-4: R-waarden van de pairwise tests uit de ANOSIM op alleen de referentiegebieden ($p = 0.001$ in alle ge-
vallen).

Referenties	M9J	Q16H	Q5H	Q5J
M9J	-			
Q16H	0.4012	-		
Q5H	0.4825	0.6900	-	
Q5J	0.6288	0.6262	0.7993	-

Uit de env fit bleek dat de meest verklarende omgevingsvariabelen de mediane korrelgrootte van de zandfractie (M63; $r^2 = 0.4817$; $p = 0.001$) en het slibgehalte ($r^2 = 0.4545$; $p = 0.001$) waren. Opvallend hier is dat monsterdiepte niet significant verklarend was ($p = 0.315$), alsmede aspect ($p = 0.086$).

Met een SIMPER analyse is bekeken welke soorten kenmerkend zijn voor de referentiegebieden. De gemiddelde Bray-Curtis similariteit in de soortensamenstelling tussen de monsters in de referentiegebieden was 30.85. De meest kenmerkende taxa (cum. bijdrage aan de similariteit van min. 50%) waren *Nephtys cirrosa*, *Phoronidea*, *Megaluropus agilis*, *Nemertea*, *Mage-lona johnstoni* en *Bathyporeia elegans*.



Figuur 3-27: nMDS van alleen de referentiegebieden, stress= 0.21. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstelling in die monsters op elkaar lijkt. De gebieden zijn weergegeven met verschillende kleuren, en de zandwingebieden (Imp) en referentiegebieden (Ref) met bolletjes resp. driehoekjes. Op de figuur zijn de vectoren weergegeven van de omgevingsvariabelen. Hoe langer de pijl, hoe sterker de relatie met de soortensamenstelling; de richting van de pijl verklaart een sterkere relatie van de variabele met de punten die in de buurt liggen.

Zandwingebieden

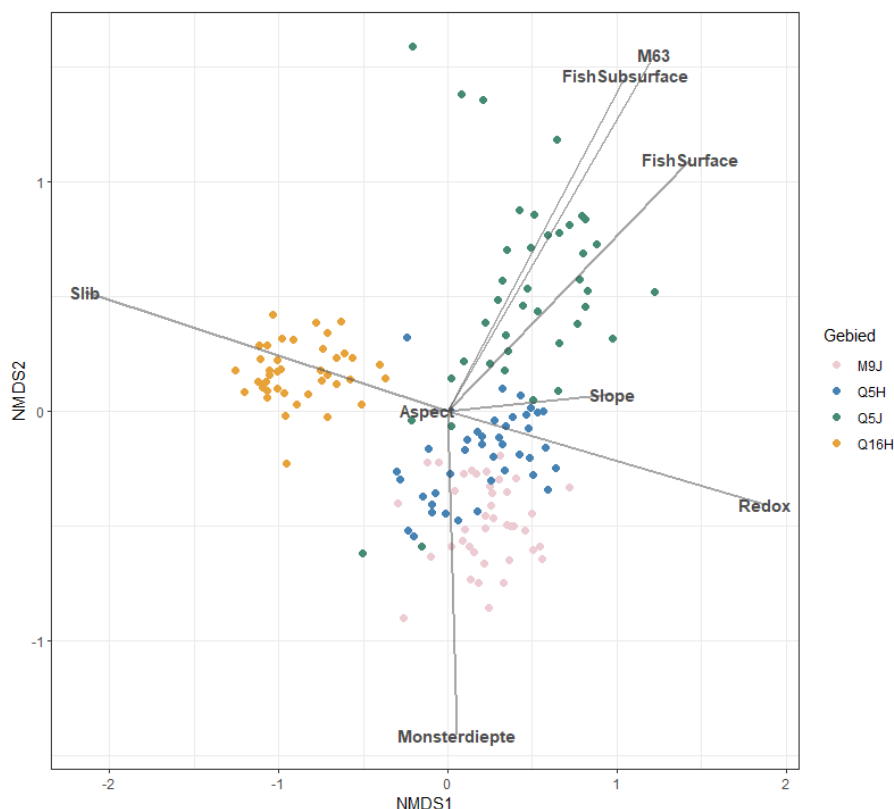
In Figuur 3-28 is de nMDS van alleen de zandwingebieden te zien. De env fit analyse wees uit dat gebied hier een sterk verklarende factor is ($r^2 = 0.7343$; $p = 0.001$). Ook een ANOSIM op alleen de zandwingebieden geeft een sterk significant verschil tussen de gebieden ($R = 0.785$; $p = 0.001$). Dit is ook goed te zien in de monsterpunten per gebied die hier dichter bij elkaar in de figuur liggen vergeleken met de plot met alleen de referentiegebieden (Figuur 3-27). Dit is ook terug te zien in Tabel 3-5, waar de R waarden hoog zijn. Wel valt op dat dit effect omgekeerd is voor Q5J en Q5H. Hier zijn de verschillen tussen deze twee gebieden juist groter in de referentiegebieden (Tabel 3-4; $R = 0.7993$), vergeleken met de zandwingebieden (Tabel 3-5; $R = 0.5468$).

Tabel 3-5: R-waarden van de pairwise tests uit de ANOSIM op alleen de zandwingebieden ($p = 0.001$ in alle gevallen).

Zandwinning	M9J	Q16H	Q5H	Q5J
M9J	-			
Q16H	0.9901	-		
Q5H	0.7312	0.9853	-	
Q5J	0.6562	0.8415	0.5468	-

De omgevingsvariabelen die in de zandwingebieden de meeste variatie verklaarden, waren slibgehalte ($r^2 = 0.7466$; $p = 0.001$) en de mediane korrelgrootte van de zandfractie (M63; $r^2 = 0.6012$; $p = 0.001$). Ook de diepte tot de redoxlaag verklaard redelijk veel variatie ($r^2 = 0.5641$; $p = 0.001$), alsmede visserij intensiteit ($r^2 = 0.50$ voor beide typen; $p = 0.001$). Ook hier is aspect niet significant verklarend ($r^2 = 0.024$; $p = 0.82$).

De similariteit in soortensamenstelling tussen de monsterpunten in de zandwingebieden was 29.93. De meest kenmerkende taxa (cum. bijdrage aan de similariteit van min. 50%) waren *Tellimya ferruginosa*, *Kurtiella bidentata*, *Echinocardium cordatum*, *Nephtys cirrosa*, *Nephtys hombergii*, *Nemertea* en *Magelona johnstoni*.



Figuur 3-28: nMDS van alleen de zandwingebieden, stress= 0.18. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstelling in die monsters op elkaar lijkt. De gebieden zijn weergegeven met verschillende kleuren, en de zandwingebieden (Imp) en referentiegebieden (Ref) met bolletjes resp. driehoekjes. Op de figuur zijn de vectoren weergegeven van de omgevingsvariabelen. Hoe langer de pijl, hoe sterker de relatie met de soortensamenstelling; de richting van de pijl verklaart een sterkere relatie van de variabele met de punten die in de buurt liggen.

3.5.2 Analyse per gebied

Hieronder worden de gebieden afzonderlijk geanalyseerd omdat uit de eerdere analyses duidelijk is gebleken dat de gebieden sterk van elkaar verschillen. Er wordt per gebied ook inzicht gegeven in de kenmerkende soorten voor elk van de deelgebieden. De belangrijkste soorten zijn ook weergegeven in ruimtelijke kaartjes in bijlage 6.6.

Q16H

In de nMDS van Q16H (Figuur 3-29) is een vrij duidelijke scheiding te zien tussen de monsterpunten van het zandwingebied en het referentiegebied. Zowel de ANOSIM ($R = 0.561$; $p = 0.001$) als de env fit ($r^2 = 0.5215$; $p = 0.001$) gaven aan dat de soortensamenstelling in het zandwingebied verschilt van het referentiegebied.

Mediane korrelgrootte van de zandfractie was de omgevingsvariabele die het best correleerde met de soortensamenstelling in Q16H (M63; $r^2 = 0.7659$; $p = 0.001$). De resultaten van de env fit zijn te zien in Tabel 3-6. Hierbij wordt het referentiegebied gekenmerkt door hogere korrelgroottes, en het zandwingebied juist door monsterpunten die dieper liggen en een hoger slibgehalte hebben.

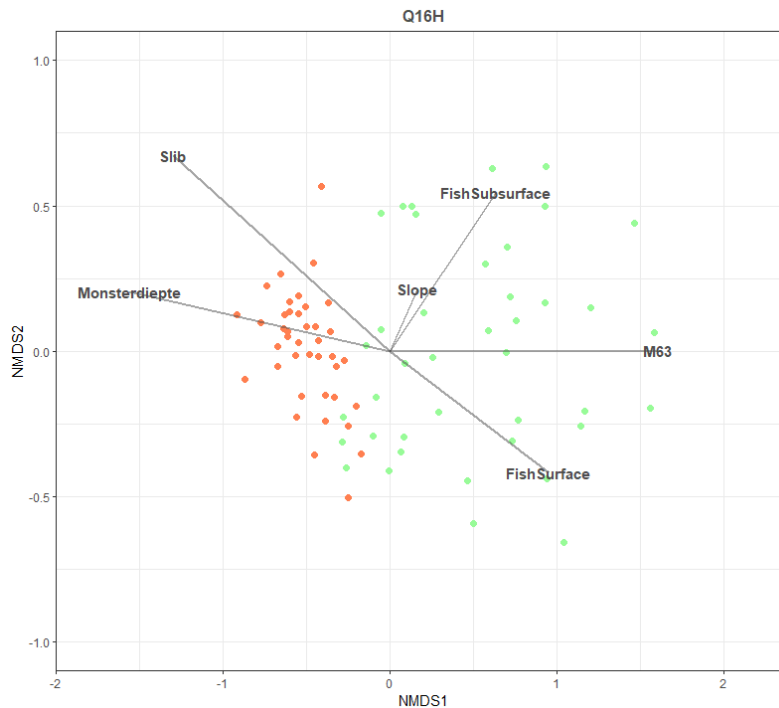
Tabel 3-6: Q16H env fit resultaten voor de omgevingsvariabelen; variabelen met een * bij de p-waarde zijn significant.

Q16H	r ²	p-waarde
M63	0.7659	0.001*
Diepte	0.7389	0.001*
Slib%	0.6365	0.001*
Redox	0.3633	0.001*
Visserij (oppvl.)	0.3220	0.001*
Visserij (bodem)	0.2093	0.001*
Aspect	0.0485	0.134
Slope	0.0219	0.435

Verder blijkt uit de figuur dat de soortensamenstellingen in monsters uit het zandwingebied meer op elkaar lijken dan die uit het referentiegebied doordat de punten veel dichterbij elkaar liggen. De gemiddelde similariteit (SIMPER) is dan ook 54.97 in het zandwingebied en 34.97 in het referentiegebied. De kenmerkende soorten staan in Tabel 3-7.

Tabel 3-7: Q16H SIMPER resultaten (kenmerkende soorten met cum. bijdrage aan de similariteit van min. 50%).

Q16H	Zandwingebied	Referentiegebied
Gem. similariteit	54.97	34.97
Kenmerkende soorten	Kurtiella bidentata	Phoronidae
	Owenia fusiformis	Kurtiella bidentata
	Abra alba	Nephtys cirrosa
	Nephtys hombergii	Abra alba
		Spisula subtruncata
		Nemertea



Figuur 3-29: nMDS van Q16H, stress= 0.16. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten; de zandwingsgebieden zijn weergegeven in rood en referentiegebieden in groen. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstelling in die monsters op elkaar lijkt. Op de figuur zijn de vectoren weergegeven van de omgevingsvariabelen. Hoe langer de pijl, hoe sterker de relatie met de soortensamenstelling; de richting van de pijl verklaart een sterkere relatie van de variabele met de punten die in de buurt liggen.

Q5J

Ook in in Q5J is de soortensamenstelling tussen het zandwingebied en het referentiegebied verschillend van elkaar (ANOSIM, $R = 0.515$; $p = 0.001$). De correlatie van de factor “zandwinning” is hier minder sterk dan voor Q16H, namelijk $r^2 = 0.3557$ ($p = 0.001$).

De best correlerende omgevingsvariabele is de diepte ($r^2 = 0.6706$). Deze is vooral dieper in de zandwingsgebieden, wat ook te verwachten is na zandwinning. Opvallend is dat hiernaast diepte tot redox significant correleert met de soortensamenstelling, echter met een lage r^2 van 0.1120, hetzelfde is het geval voor de hellingsrichting (aspect) (Tabel 3-8).

Tabel 3-8: Q5J env fit resultaten voor de omgevingsvariabelen; variabelen met een * bij de p-waarde zijn significant.

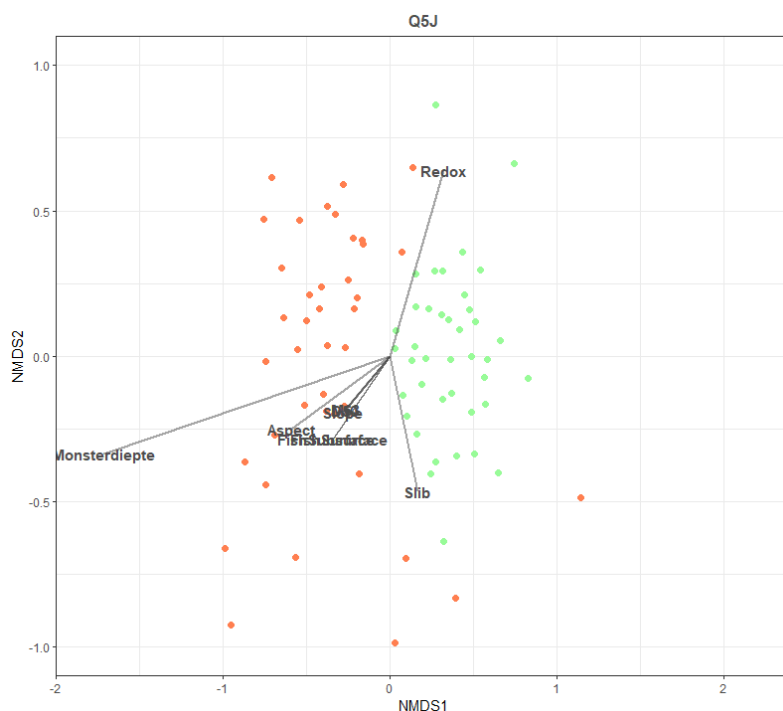
Q5J	r^2	p-waarde
Diepte	0.6706	0.001*
Redox	0.1120	0.009*
Aspect	0.0899	0.025*
Slip%	0.0533	0.104
Visserij (oppvl.)	0.0431	0.187
Visserij (bodem)	0.0431	0.187
Slope	0.0257	0.373
D50	0.0238	0.390
M63	0.0225	0.415

De soortensamenstelling binnen het referentiegebied is meer gelijkend dat die in het zandwingebied, zo blijkt uit de gemiddelde similariteit (

Tabel 3-9). De kenmerkende soorten worden ingenomen door slechts 3 taxa voor beide gebieden.

Tabel 3-9: Q5J SIMPER resultaten (kenmerkende soorten met cum. bijdrage aan de similariteit van min. 50%).

Q5J	Zandwingebied	Referentiegebied
Gem. similariteit	33.12	41.77
Kenmerkende soorten	Nephtys cirrosa	Phoronidae
	Echinocardium cordatum	Nephtys cirrosa
	Tellimya ferruginosa	Megaluropus agilis



Figuur 3-30: nMDS van Q5J, stress= 0.22. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten; de zandwingebieden zijn weergegeven in rood en referentiegebieden in groen. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstelling in die monsters op elkaar lijkt. Op de figuur zijn de vectoren weergegeven van de omgevingsvariabelen. Hoe langer de pijl, hoe sterker de relatie met de soortensamenstelling; de richting van de pijl verklaart een sterkere relatie van de variabele met de punten die in de buurt liggen.

Q5H

De soortensamenstelling in beide deelgebieden Q5H lijkt in Figuur 3-31 meer op elkaar te lijken dan in de andere gebieden. Dit blijkt ook uit de lagere Global R van de ANOSIM van 0.298 ($p=0.001$). Ook de correlatie van de factor zandwinning is iets lager ($r^2=0.3401$; $p=0.001$). De omgevingsvariabele die het meest verklaart in de soortensamenstelling is diepte (Tabel 3-10). Ook slibgehalte correleert significant.

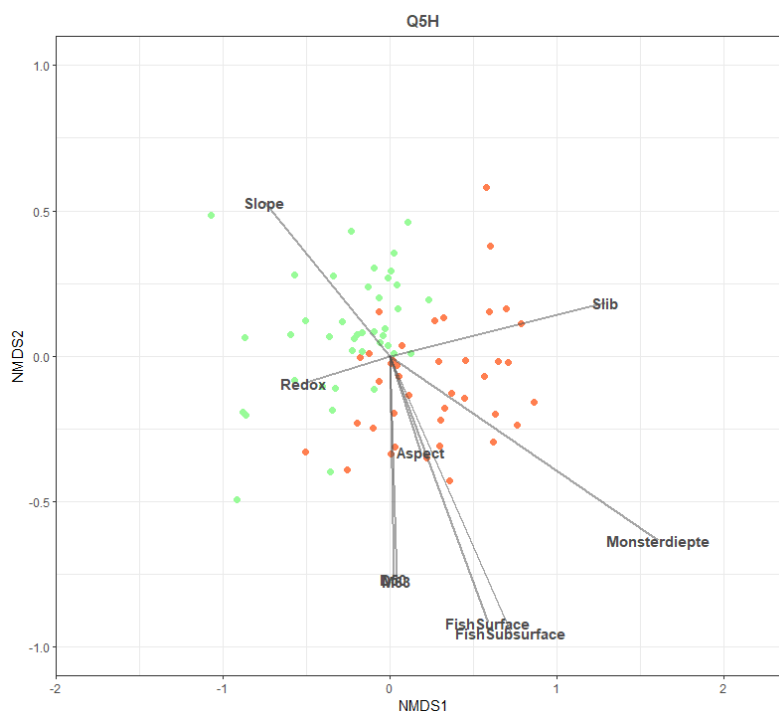
Tabel 3-10: Q5H env fit resultaten voor de omgevingsvariabelen; variabelen met een * bij de p-waarde zijn significant.

Q5H	r ²	p-waarde
Diepte	0.7501	0.001*
Slib%	0.4284	0.001*
Visserij (bodem)	0.3601	0.001*
Visserij (oppvl.)	0.2995	0.001*
Slope	0.2122	0.001*
M63	0.1513	0.002*
D50	0.1481	0.002*
Aspect	0.0357	0.243
Redox	0.0100	0.065

Zowel het zandwingebed als het referentiegebied hebben een vrij hoge similariteit in de soortensamenstelling (Tabel 3-11). Opvallend is dat beide deelgebieden de vlokreeft *Urothoe poseidonis* als eerst kenmerkende soort hebben (in beide gevallen ongeveer 12% bijdrage aan de similariteit). Daarnaast zijn er nog een paar overeenkomstige soorten tussen beide deelgebieden (*Magelona johnstoni* en *Magelona filiformis*). Dit verklaart mogelijk ook de vrij lage R waarde uit de ANOSIM, wat betekent dat het verschil tussen de deelgebieden niet zo heel groot is.

Tabel 3-11: Q5H SIMPER resultaten (kenmerkende soorten met cum. bijdrage aan de similariteit van min. 50%).

Q5H	Zandwingebed	Referentiegebied
Gem. similariteit	50.64	52.55
Kenmerkende soorten	<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>
	<i>Tellimya ferruginosa</i>	<i>Megaluropus agilis</i>
	<i>Fabulina fabula</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>
	<i>Kurtiella bidentata</i>	<i>Bathyporeia elegans</i>
	<i>Magelona johnstoni</i>	<i>Magelona johnstoni</i>
	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Magelona filiformis</i>
	<i>Megaluropus agilis</i>	
	<i>Magelona filiformis</i>	



Figuur 3-31: nMDS van Q5H, stress= 0.17. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten; de zandwingebeden zijn weergegeven in rood en referentiegebieden in groen. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstelling in die monsters op elkaar lijkt. Op de figuur zijn de vectoren weergegeven van de omgevingsvariabelen. Hoe langer de pijl, hoe sterker de relatie met de soortensamenstelling; de richting van de pijl verklaart een sterkere relatie van de variabele met de punten die in de buurt liggen.

M9J

In Figuur 3-32 van M9J valt op dat de monsterpunten van het zandwingebed dicht bij elkaar liggen, terwijl die van het referentiegebied juist ver uit elkaar liggen. De ANOSIM analyse geeft aan dat de Global R waarde 0.343 is ($p=0.001$), wat aangeeft dat er weliswaar een significant verschil is in de soortensamenstelling, maar dat dit verschil niet heel sterk is. Ook de env fit correlatie met de factor zandwinning is niet heel hoog ($r^2= 0.2778$; $p= 0.001$).

De mediane korrelgrootte (zowel D50 als M63, welke onderling zeer sterk gecorreleerd zijn, $r^2 = 0.995$) correleert het beste met de soortensamenstelling. De overige omgevingsvariabelen hebben ook een significante relatie met de soortensamenstelling, echter veel minder sterk.

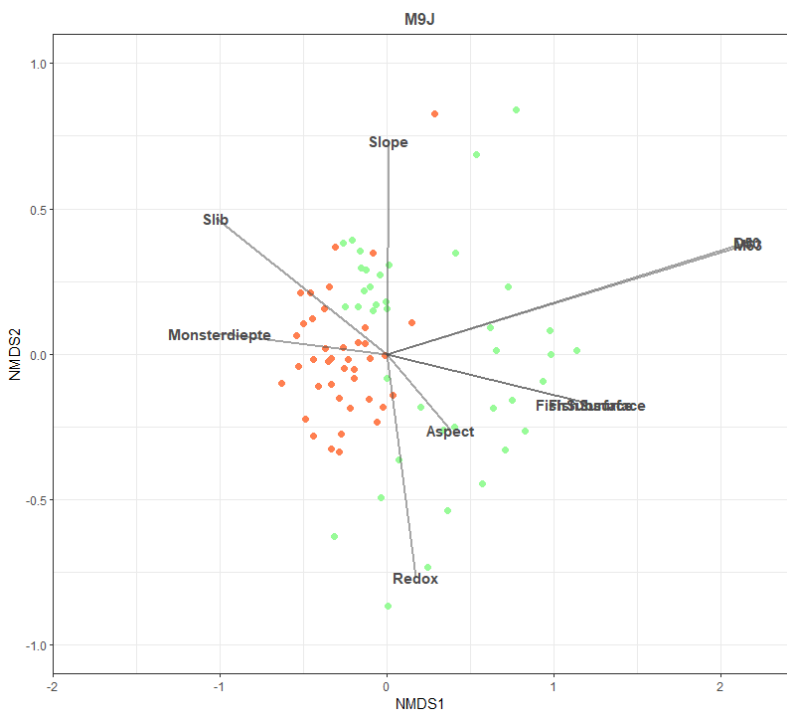
Tabel 3-12: M9J env fit resultaten voor de omgevingsvariabelen; variabelen met een * bij de p-waarde zijn significant.

M9J	r2	p-waarde
D50	0.7918	0.002*
M63	0.7915	0.001*
Visserij (oppvl.)	0.2524	0.001*
Visserij (bodem)	0.2524	0.001*
Slib%	0.2080	0.001*
Diepte	0.1773	0.001*
Redox	0.1020	0.018*
Slope	0.0884	0.028*
Aspect	0.0345	0.234

De gemiddelde similariteit in het zandwingebed is hoger dan in het referentiegebied (Tabel 3-11). Dit is ook terug te zien in de monsterpunten van het zandwingebed die veel dichter bij elkaar liggen. Wat betreft de kenmerkende soorten zijn er twee soorten die overeen komen tussen de deelgebieden, namelijk *Magelona johnstoni* en *Scoloplos armiger*.

Tabel 3-13: M9J SIMPER resultaten (kenmerkende soorten met cum. bijdrage aan de similariteit van min. 50%).

M9J	Zandwingebed	Referentiegebied
Gem. similariteit	51.27	39.49
Kenmerkende soorten	Magelona johnstoni	Phoronidae
	Scoloplos armiger	Magelona johnstoni
	Fabulina fabula	Scoloplos armiger
	Poecilochaetus serpens	Nephtys cirrosa
	Tellimya ferruginosa	Lanice conchilega



Figuur 3-32: nMDS van M9J, stress= 0.21. De punten in de figuur corresponderen met de monsterpunten; de zandwingebieden zijn weergegeven in rood en referentiegebieden in groen. Hoe dichter de punten bij elkaar liggen, hoe meer de soortensamenstelling in die monsters op elkaar lijkt. Op de figuur zijn de vectoren weergegeven van de omgevingsvariabelen. Hoe langer de pijl, hoe sterker de relatie met de soortensamenstelling; de richting van de pijl verklaart een sterkere relatie van de variabele met de punten die in de buurt liggen.

4 Conclusie en discussie

Voor het onderhoud en ter bescherming van de Nederlandse kust wordt er door Rijkswaterstaat zand gewonnen in de Noordzee. In de gebieden waar dit zand gewonnen wordt ontstaan middel-diepe zandwingebieden die >2-6 meter dieper worden dan de originele zeebodemhoogte. Bij de zandwinning wordt al het bodemleven dat op en in de zeebodem leeft verwijderd. Wat achterblijft is een “lege” zeebodem zonder bodemleven. Na afronding van de zandwinning kan het bodemleven zich weer gaan ontwikkelen, en vindt er ook abiotische ontwikkeling plaats.

Rijkswaterstaat en Stichting La MER zijn vanuit de Ontgrondingenvergunning verplicht onderzoek te doen naar effecten van zandwinning. Daartoe is een Monitorings- en Evaluatie plan (MEP) opgesteld, waarbinnen een van de thema's “Rekolonisatie van benthos” is. Vanuit dit thema is de volgende evaluatievraag opgesteld:

“Hoe verloopt de ontwikkeling van benthosgemeenschappen van middeldiepe zandwingebieden in relatie tot de karakteristieken van het wingebied en de veranderende abiotische condities?”

Deze evaluatievraag is door Rijkswaterstaat verder gespecificeerd in de onderstaande onderzoeksvragen:

1. Welke benthosgemeenschappen ontwikkelen zich in middeldiepe zandwinvakken na afronding van de zandwinning?
 - a. Welke fases kunnen in de ontwikkeling van de benthosgemeenschappen worden onderscheiden en hoe lang duren de verschillende fases?
 - b. Hoe kunnen de benthosgemeenschappen van de verschillende fases worden gekarakteriseerd op basis van bodemdierparameters en/of samenstelling?
 - c. Is er sprake van “herstel” van de benthosgemeenschap in middeldiepe zandwinvakken?
2. Hoe verschillen de benthosgemeenschappen in zandwinvakken ten opzichte van de referentiegebieden?
 - a. In welke mate zijn biotische en abiotische factoren zoals diepte, geografische ligging, sedimentsamenstelling en biochemische parameters bepalend voor de benthosgemeenschappen in zandwinvakken en referentiegebieden?
 - b. In welke mate is de visserij-intensiteit bepalend voor de benthosgemeenschappen in zandwinvakken en referentiegebieden?

Om antwoord te kunnen geven op deze vragen is een bemonstering van bodemdieren (macrozoobenthos) uitgevoerd over een zogenaamde chronosequentie. Hierbij zijn 4 zandwingebieden waar in het verleden eenmalig zand is gewonnen bemonsterd, alsmede 4 referentiegebieden in de nabijheid van deze zandwingebieden. De tijdreeks van zandwinning beslaat de jaren 2010 (Q16H), 2014 (Q5J), 2018 (Q5H) en 2020 (M9J). Hierdoor heeft de bodemgemeenschap verschillende periodes van ontwikkeling door kunnen maken. De data-analyses in dit rapport proberen antwoord te geven op de gestelde onderzoeksvragen.

Vooraf is de impliciete aanname gedaan dat de vier referentiegebieden vergelijkbaar zouden zijn qua soortensamenstelling. Dit zou een optimale vergelijking van de wingebieden door de tijd mogelijk maken, doordat het “herstel” van de wingebieden steeds vergeleken zou kunnen worden met de “nulsituatie” in de referentiegebieden. Echter uit de analyse van de data bleek dat de soortensamenstelling in de referentiegebieden onderling van elkaar verschilden, zowel

overall als alle referentiegebieden onderling. Dit maakt een analyse met betrekking tot het herstel van de soortengemeenschap en de verschillende fases (vraag 1a en 1b) daarin dus niet mogelijk.

Wel kan meer algemeen antwoord worden gegeven op de vraag welke benthosgemeenschappen nu aanwezig zijn in de zandwingebieden (vraag 1) en ook hoe deze verschillen ten opzichte van de referentiegebieden (vraag 2).

De zandwingebieden verschillen qua soortensamenstelling sterk van elkaar, zo bleek uit dit onderzoek. Ook uit de studie van Witbaard & Craeymeersch (2023; hierna gerefereerd als “schaafstudie”) die in dezelfde gebieden en op dezelfde wijze onderzoek deden als voorliggend onderzoek, maar dan met een bodemschaaf, werd geconcludeerd dat de zandwingebieden qua soortensamenstelling van elkaar verschillen. Ook onderling is dit het geval, waarbij Q5H en Q5J het meeste op elkaar leken (maar nog steeds significant verschillend waren). Gezien hun ligging in elkaars nabijheid is dit in de lijn der verwachting.

De zandwingebieden werden overall gekenmerkt door de soorten *Tellimya ferruginosa*, *Kurtiella bidentata*, *Echinocardium cordatum*, *Nephtys cirrosa*, *Nephtys hombergii*, *Nemertea* en *Magelona johnstoni*. Indien er werd ingezoomd op de gebieden, waren daar wel individuele verschillen tussen de gebieden. Zo was *Echinocardium cordatum* (zeeklit) vooral aanwezig in Q5J en Q5H en in iets mindere mate in Q16H, maar veel minder aanwezig in M9J. Ook uit de schaafstudie bleek *Echinocardium cordatum* een van de belangrijkste soorten in de zandwingebieden te zijn. Van de soort *Tellimya ferruginosa*, ook wel ovale zeeklitschelp genoemd, is bekend dat deze vaak voorkomt samen met *Echinocardium*. Wormen worden vaak genoemd als oppertunistische soorten, en vergeleken met de referentiegebieden lijkt deze soortgroep inderdaad wat meer voor te komen en ook in hogere dichtheden in de zandwingebieden dan in de referentiegebieden.

Ook de referentiegebieden verschillen significant van elkaar qua soortensamenstelling, ook onderling. Opvallend hier is dat waar binnen de zandwingebieden Q5H en Q5J juist het meeste op elkaar leken, deze twee gebieden qua soortensamenstelling in de referenties juist het meest van elkaar verschilden ten opzichte van de andere gebieden.

De referentiegebieden werden overall gekenmerkt door de soorten *Phoronidea*, *Nephtys cirrosa* en *Urothoe poseidonis*. Met name de hoefijzerwormen (*Phoronidea*) vallen hierbij erg op. Deze soortgroep maakt kokers van zand. Klaarblijkelijk zijn de omstandigheden in de zandwingebieden voor dit taxon niet heel aantrekkelijk, want ze komen daar veel minder voor. Dit blijkt ook uit de relatief hogere dichtheden van de soortgroep “Overig”, waar onder andere de *Phoronidea* toe behoren, maar ook *Oligochaeta* en *Nemertea*.

Opvallend zijn ook de relatief hogere dichtheden van de Bivalvia in de zandwingebieden ten opzichte van de referentiegebieden. Mogelijk heeft de spat van bivalven een hogere overlevingskans in ‘lege’ gebieden, door minder predatie. *Spisula subtruncata* was juist zeer abundant in het referentiegebied van Q16H, in het bijzonder in 4 monsterlocaties. Mogelijk was hier sprake van een schelpdierbank. Ook in de schaafstudie was *S. subtruncata* juist abundant in de referentiegebieden. Opvallend is ook dat de biomassa van de bivalven in een aantal gevallen juist hoger is in de referentiegebieden (Q16H, Q5J en M9J). Dit geeft aan dat er in de zandwingebieden kleinere exemplaren (juvenielen) voorkomen dan in de referentiegebieden. Dit werd ook gevonden in de schaafstudie, waar de schelp lengte van een aantal soorten bivalven in de zandwingebieden kleiner was dan in de referentiegebieden (o.a. *Abra alba*, *Donax vittatus* en vooral *Spisula subtruncata*). Verder is de hoge dichtheid van de soortgroep Crustacea in Q5H erg opvallend, omdat deze soortgroep in de andere gebieden significant minder voorkomt. De hoge dichtheid in deze soortgroep wordt vooral gestuurd door de soort *Urothoe poseidonis*, waarbij de dichtheid in het referentiegebied zelfs een factor 6 hoger is dan de daaropvolgende meest abundante soort, *Bathyporeia elegans*. *U. poseidonis* is een soort die de voorkeur geeft aan fijn zand en slib liever vermijdt. Q5H heeft dan ook een laag slibgehalte en een mediane

korrelgrootte van iets boven de 200 μm voor beide deelgebieden. Waarom de soort dan veel minder voorkomt in M9J, ook een fijnzandig gebied, is niet duidelijk.

Uit de nmds plots voor de zandwingebieden en referentiegebieden apart, blijkt dat soortensamenstelling in de vier geografische gebieden duidelijk van elkaar verschillen. Dit is sterker het geval bij de zandwingebieden dan bij de referentiegebieden. Bij deze laatste is duidelijk meer variatie aanwezig in de soortensamenstelling van het benthos, waardoor het onderlinge verschil wat kleiner is. Ook de individuele gebieden zijn vergeleken qua soortensamenstelling tussen zandwingebied en referentiegebied. Er lijkt daarop een grof patroon aanwezig te zijn waarbij het verschil tussen zandwingebied en referentiegebied toeneemt van noord naar zuid. Oftewel in M9J verschilt de soortensamenstelling tussen zandwingebied en referentiegebied minder van elkaar dan in Q16H. Als je dit zou houden tegen het licht van de tijdsduur sinds zandwinning, is dat juist tegengesteld aan de verwachting. Het verschil tussen zandwinning en referentie zou dan juist moeten afnemen van M9J, die in 2020 voor het laatst gewonnen is, ten opzichte van Q16H, die in 2010 voor het laatst gewonnen is. Ook hieruit valt af te leiden dat er grote verschillen zijn tussen de geografische gebieden en dat deze de verschillen tussen zandwingebieden en referentiegebieden vertroebelen. Er spelen hier echter waarschijnlijk ook andere processen. Zoals uit de analyses van de abiotiek is gebleken, blijven er duidelijke abiotische verschillen aanwezig tussen de zandwingebieden en referentiegebieden. De zandwingebieden vullen zich niet naarmate het langer geleden is sinds er zand gewonnen is. Het slibgehalte in de putten neemt over het algemeen wel toe ten opzichte van de referentiegebieden, wat ook invloed heeft op de korrelgrootte. De omgeving van de zandwingebieden is dus duidelijk anders, wat zorgt voor een ander habitat. Na de initiële rekolonisatie van de zandwingebieden met pioniersoorten, zorgt de lokale omgeving ervoor dat zich daar soorten gaan vestigen die daar goed gedijen. Dit zorgt dus per definitie voor een andere soortensamenstelling tussen zandwingebied en referentie.

Indien naar de univariate variabelen wordt gekeken, dan zijn de patronen wat minder duidelijk dan bij de multivariate analyses. Het varieert per gebied of het aantal taxa, de dichtheid en de biomassa hoger zijn in het zandwingebied, of in het referentiegebied. Veelal zijn eventuele verschillen niet significant, zowel binnen als tussen gebieden. Opvallend is wel de lage dichtheden in Q5J, evenals de lage biomassa in dat referentiegebied. Mogelijk zorgen de zandgolven in dat gebied voor dit effect. Zandgolven zorgen voor meer dynamiek in het systeem, aangezien deze vaak "lopen", zij het langzaam. Deze natuurlijke verstoring kan zorgen voor lagere dichtheden en biomassa. Ook het aantal taxa in dit gebied is relatief laag. De schaafstudie laat hier iets consistentere resultaten zien. Daar was de dichtheid hoger in de zandwingebieden ten opzichte van de referentiegebieden. Bij de voorliggende studie was dit alleen in Q16H het geval. Het beeld van de biomassa is meer vergelijkbaar tussen beide studies, waar alleen in Q5J en Q5H de biomassa hoger was in de zandwingebieden. De diversiteit vertoont wel een duidelijk patroon over en binnen de gebieden. Hierbij zijn in Q16H en M9J de patronen gelijk, waarbij de diversiteit in de referentiegebieden hoger is; bij Q16H is dit ook significant. In Q5J en Q5H is het patroon omgekeerd, met een hogere diversiteit in de zandwingebieden (significant bij Q5H). Deze zelfde patronen zijn ook terug te zien in de similariteit binnen de deelgebieden, waarbij een hogere similariteit meer overeenkomst in soortensamenstelling betekent, en daarmee een lagere diversiteit. Wat betreft de overall diversiteit is de ontwikkeling van het benthos dus verschillend per geografisch gebied, en kan dit niet worden toegewezen aan de aan- of afwezigheid van zandwinning. De resultaten uit de schaafstudie geven een iets consistentere beeld, waarbij de diversiteit in de zandwingebieden over het algemeen lager is, en de dominantie hoger.

Een mogelijke oorzaak van deze verschillen in dichtheid en ook diversiteit ligt in de fundamenteel andere methode van bemonsteren, en de invloed daarvan op de data. Bij het schaven wordt een monster genomen over een langere afstand, in het geval van de schaafstudie van

ongeveer 50 meter, overeenkomend met een bemonsterd oppervlak van 10 m². Ten opzichte van de bemonstering met een boxcorer van 30 cm in diameter (0.078 m²) is dit een veelvoud (128 boxcores in 1 schaaf trek). Het voordeel van de schaaft methode is dat soorten die voorkomen in lagere dichtheden, toch kwantitatief bemonsterd kunnen worden. Echter de variatie die van nature aanwezig is in de bodem en het aanwezige benthos, wordt als het ware uitgemiddeld. Een bemonstering met de boxcorer brengt deze heterogeniteit beter in beeld, waardoor ook eventuele zeer lokale patronen en relaties met omgevingsvariabelen (mogelijk) ook makkelijker gelegd kunnen worden, mits er voldoende monsters genomen worden. Met de bodemschaaf zullen deze relaties alleen op een wat hoger schaalniveau gelegd kunnen worden. Daarnaast is de bodemschaaf vooral geschikt voor het bemonsteren van de grotere macrozoobenthos en epibenthos soorten, aangezien er gebruikt wordt gemaakt van een grotere maaswijdte. Er wordt ten opzichte van de boxcorer dus ook een grotendeels andere soortgemeenschap bemonsterd, waar overigens wel wat overlap in zit.

Overall zijn er dus allerlei verschillen in soorten, dichtheden en diversiteit, waarbij de verschillen tussen de gebieden over het algemeen groter zijn dan binnen de gebieden (zandwinning vs referentie). Dit is grotendeels toe te wijzen aan de geografische ligging van de gebieden ten opzichte van elkaar. Er waren dan ook wat betreft omgevingsvariabelen duidelijke verschillen aanwezig tussen de gebieden onderling en tussen de zandwingebieden en referentiegebieden. De zandwingebieden zijn altijd dieper dan de referentiegebieden. Dit is ook wat verwacht wordt na zandwinning. Wat echter opvalt is dat het verschil in diepte niet afneemt naarmate er langer geleden zand is gewonnen. Het “put-effect” blijft bestaan en de zandwingebieden lijken niet dicht te groeien naarmate de jaren verstrijken.

De parameters die gekoppeld zijn aan het sediment, vertonen in de meeste gevallen veel variatie tussen de gebieden. Dit geldt vooral voor de mediane korrelgrootte (D50/ M63) en slibgehalte. Het slibgehalte is in alle gevallen significant hoger in de zandwingebieden. Vooral in Q16H is het slibgehalte in het zandwingebied zeer hoog. Mogelijk heeft dit te maken met de ligging van deze locatie in de buurt van loswallen waar baggerslib wordt gelost. Een andere mogelijkheid is dat de aanleg van een kabeltrace dwars door het zandwingebied voor verstoring in de sliblagen heeft geleid, waarbij het vrijgekomen slib zich heeft opgehoopt in de diepste delen van het zandwingebied, waar ook de monsterpunten lagen. De mediane korrelgrootte is erg verschillend tussen de gebieden, en in sommige gevallen ook binnen de gebieden. Zoals verwacht is de korrelgrootte in het referentiegebied van Q16H veel groter dan in het zandwingebied. Binnen Q5J, Q5H en M9J zijn er geen verschillen, al is de variatie in het referentiegebied van M9J erg groot. Ook de diepte tot de redoxlaag in een genomen boxcore is gemeten, in centimeters vanaf het bodemoppervlak. Hier is alleen duidelijk effect te zien in Q16H, waar meer variatie in de metingen aanwezig was, en de redoxlaag (anaërobie) eerder begon in het zandwingebied dan in het referentiegebied. Hier is duidelijk een relatie met de aanwezigheid van slib. De andere gebieden zijn veel zandiger, waardoor er ook minder anaërobie (en dus een redoxlaag) aanwezig was.

Overall lijkt de monsterdiepte een belangrijke verklarende variabele voor het aanwezige benthos te zijn. Deze variabele speelt alleen een rol in het verklaren van de verschillen tussen de zandwingebieden en de referentiegebieden. Dit is goed terug te zien in de analyses waar alleen de soortensamenstelling in zandwingebieden met elkaar worden vergeleken, en alleen de soortensamenstelling in de referentiegebieden. Diepte speelt dan niet (tussen referentiegebieden) of nauwelijks een rol. Gezien de significante verschillen in diepte tussen de zandwingebieden en referentiegebieden was dit te verwachten. Binnen elk van de geografische gebieden had diepte in de 3 van de 4 gebieden wel een sterke correlatie met de soortensamenstelling. Binnen Q5J was dit zelfs de enige variabele die sterk correleerde met de soortensamenstelling, waarbij deze gerelateerd is aan het diepere zandwingebied. Opvallend was dat binnen M9J

diepte geen significante rol speelde. Indien er wordt gekeken naar de rol van de andere omgevingsvariabelen ten opzichte van de soortensamenstelling, wordt duidelijk dat de variabelen die naast diepte het meeste verklaren in de soortensamenstelling, het slibgehalte, de korrelgrootte en redox zijn. Redox hangt hier nauw samen met het slibgehalte.

De verschillen tussen de soortgemeenschappen voor de zandwingebieden versus de referentiegebieden waren aanwezig, maar niet heel sterk. In de ANOSIM en de env fit analyses was het effect van geografisch gebied altijd sterker dan dat van zandwinning. Dat betekent dat er dus wel verschillen zijn tussen de gemeenschappen van zandwingebieden en referentiegebieden, maar dat er ook veel soorten overeenkomen. Wel wordt duidelijk dat een deel van de kenmerkende soorten in de referentiegebieden vooral de voorkeur geven aan sedimenten met lage slibgehalten. Dit zijn bijvoorbeeld de *Phoronidae* en *Bathyporeia elegans*. Maar ook de zandzager *Nephtys cirrosa* heeft een lichte voorkeur voor lage slibgehalten, al was deze soort ook kenmerkend voor de zandwingebieden. *Echinocardium cordatum* was een van de kenmerkende soorten voor de zandwingebieden. Ook in de schaafstudie werd deze soort meer aangetroffen in de zandwingebieden dan in de referentiegebieden. *Tellinomya ferruginosa* komt vaak voor in associatie met *E. cordatum*, evenals *Kurtiella bidentata*, welke graag leeft in fijn zand met een hoger slibgehalte (10-40%). De worm *Nephtys hombergii* komt graag voor in (zeer) fijn sediment en geeft de voorkeur aan hoge slibgehalten; dit was dan ook een kenmerkende soort in de zandwingebieden.

Indien de rol van visserij intensiteit in ogenschouw genomen wordt, blijkt dat hoogste visserij intensiteit plaats vond in Q5J, waarbij de intensiteit in een klein deel van het zandwingebied het hoogste was, en in de rest van het hele gebied gelijk. Visserij speelde bijna overal wel een rol bij de verklaring van de soortensamenstelling, zij het in geringe mate. Dit geldt zowel tussen de geografische gebieden als geheel, als tussen de zandwingebieden en tussen de referentiegebieden, als binnen de elk van de geografische gebieden. Alleen binnen Q5J leverde visserij geen significante bijdrage aan het verklaren van de soortensamenstelling, doordat de visserij-intensiteit daar in het hele gebied nagenoeg gelijk was. Echter deze resultaten moeten wel met een hoge mate van voorzichtigheid worden benaderd. Aangezien de gegevens van de visserij intensiteit op een hoog schaalniveau is verzameld, namelijk een cumulatief getal per gridcel van ongeveer 15km², kan niet met zekerheid gezegd worden of er op de locatie van de monsterpunten ook daadwerkelijk is gevist. Ook is niet bekend of er al dan niet specifiek in de zandwingebieden werd gevist, omdat er hier de gegevens geen rekening mee wordt gehouden. Het dient de aanbeveling om nader te onderzoeken of er visserij gegevens beschikbaar zijn op het schaalniveau van de monsterpunten.

In deze studie zijn verschillende omgevingsvariabelen bekeken met betrekking tot hun invloed op de benthosgemeenschap. Er is echter veel variatie aanwezig in zowel de soorten als de omgevingsvariabelen en dit maakt eenduidige conclusies lastig. Bovendien kon geen antwoord gegeven worden op de vraag hoelang het herstel duurt en welke ontwikkelingsfasen er onderscheiden kunnen worden. De omgevingsvariabelen zijn hier als individuele kenmerken benaderd. Een andere benadering, en een volgende stap in de analyse, kan dan zijn om groepen van monsterlocaties te definiëren op basis van de daar aanwezige omstandigheden, waarmee "habitats" gedefinieerd kunnen worden. Door habitats te definiëren wordt de variatie in abiotiek binnen de habitats kleiner ten opzichte van een heel gebied. Daarmee zou het mogelijk zijn om op habitats-niveau de soortensamenstelling te vergelijken tussen de zandwingebieden en de referentiegebieden. Op die manier zijn er toch uitspraken te doen over het herstel van het benthos na zandwinning, echter dan op habitatniveau, en niet op gebiedsniveau. Er zit wel een voorwaarde aan deze benadering, en dat is dat er habitats te definiëren zijn die zowel in de referentiegebieden als in de zandwingebieden in voldoende mate voorkomen. Indien bepaalde habitats alleen in de referentiegebieden voorkomen en andere habitats alleen in de zandwingebieden, dan is deze vergelijking niet te maken. Bij een dergelijke benadering kunnen

ook de variabelen hellingshoek en hellingsrichting worden meegenomen op een manier die aansluit bij deze habitat benadering. Waar de waarden van die variabelen die in deze studie per monsterpunt zijn geextraheerd, kunnen deze dan op een hoger ruimtelijkschaal niveau worden geanalyseerd. Daardoor kunnen ze mogelijk een betere bijdrage leveren aan het verklaren van de soortengemeenschappen. De methode gebruikt voor het Amelandse Zeegat (Holzhauer, 2017) zou hier geschikt voor kunnen zijn. Daar is een meer vlakdekkende GIS analyse van de bathymetriegegevens gebruikt (schaalniveau 20*20 meter) om zo habitats te definiëren. Het toevoegen van de tijdens de monsternamen verzamelde sediment gegevens zou nog meer definitie kunnen aanbrengen in de habitats.

Concluderend kan gezegd worden dat alle zandwingebieden die in dit onderzoek geanalyseerd zijn, niet zijn hersteld naar hun oorspronkelijke situatie wat betreft soortensamenstelling, ongeacht de tijd die verlopen is na zandwinning. De variatie in benthosgemeenschappen tussen de zandwingebieden is groot, en ook binnen de gebieden is er veel variatie. Dit heeft vooral te maken met de aanwezige omgevingsverschillen, zowel geografisch, tussen zandwingebieden en referentiegebieden, als binnen de gebieden. Sedimentkarakteristieken (korrelgrootte en slob) zijn hierbij het belangrijkste, evenals het verschil in diepte tussen het zandwingebied en referentiegebied. De middeldiepe zandwingebieden “groeien” niet dicht binnen de termijn van de gebieden die in deze studie zijn onderzocht (12 jaar voor Q16H). Hierdoor is het waarschijnlijk dat de benthosgemeenschap in middeldiepe zandwingebieden langdurig zullen blijven verschillen van hun omgeving zonder zandwinning. Wel is duidelijk dat alle zandwingebieden volledig gerekoloniseerd zijn, en dat ook na 2 jaar al rekolonisatie heeft plaatsgevonden (M9J).

5 Referenties

- Degraer, S et. al. (2006), De macrobenthos atlas van het Belgische deel van de Noord-zee, Federaal Wetenschapsbeleid D/2002/1191/5
- Holzhauer, H. (2017), Meetlocaties benthos, Bemonstering van de buitendelta van Ameland in september 2017 voorafgaand aan de proefsuppletie. Rapport Universiteit Twente
- <https://emodnet.ec.europa.eu/geoviewer/#;>
- Schellekens, T. & L. Van Son (2022), Zand uit Zee chronosequentie, Veldrapportage Boxcore-campagne, J00003187
- Van den Boom, J. (2023), Foto-analyse van marine sediment op aanwezigheid van microalgen, Stageverslag HAS Den Bosch
- Witbaard, R. & J. Craeymeersch, 2023. Littekens op de zeebodem. Een onderzoek naar de faunistische effecten op lange termijn van diepe zandwinning voor de Nederlandse kust. NIOZ rapport 2023-01, 42pp. DOI: 10.25850/nioz/7b.b.8d

6 BIJLAGEN

6.1 Lijst van veranderingen in de dataset

taxon in data	taxon voor analyse
Balanidae	Balanus crenatus
Bathyporeidae	Bathyporeia
Bodotriidae	Bodotria scorioides
Caprellidea	Pariambus typicus
Cirripedia	Balanus crenatus
Diogenes pugilator	Diogenes
Echinocardium	Echinocardium cordatum
Kurtiella	Kurtiella bidentata
Lutraria	Lutraria lutraria
Malmgrenia	Malmgrenia bicki
Nephtyidae	Nephtys
Nereididae	Nereidinae
Ophiuridae	Ophiura
Phoronida	Phoronidae
Pusillina	Pusillina inconspicua
Tellimya	Tellimya ferruginosa
Abra	Abra alba

6.2 Sedimentdata

Meetobjectcode	Gebied	Treatment	zandwinning jaartal	Silt (% <63µm)	D50
NRDZE_0875	MJ9	Impact	2020	5.76	0.16
NRDZE_0886	MJ9	Impact	2020	0.46	0.15
NRDZE_0897	MJ9	Impact	2020	9.22	0.14
NRDZE_0908	MJ9	Impact	2020	0.40	0.15
NRDZE_0910	MJ9	Impact	2020	0.50	0.30
NRDZE_0911	MJ9	Impact	2020	0.72	0.15
NRDZE_0912	MJ9	Impact	2020	0.49	0.14
NRDZE_0913	MJ9	Impact	2020	0.55	0.15
NRDZE_0914	MJ9	Impact	2020	0.78	0.14
NRDZE_0876	MJ9	Impact	2020	0.86	0.15
NRDZE_0877	MJ9	Impact	2020	1.17	0.15
NRDZE_0878	MJ9	Impact	2020	0.61	0.14
NRDZE_0879	MJ9	Impact	2020	0.67	0.15
NRDZE_0880	MJ9	Impact	2020	3.23	0.15
NRDZE_0881	MJ9	Impact	2020	6.31	0.14
NRDZE_0882	MJ9	Impact	2020	0.77	0.16
NRDZE_0883	MJ9	Impact	2020	1.76	0.13
NRDZE_0884	MJ9	Impact	2020	1.08	0.14
NRDZE_0885	MJ9	Impact	2020	0.78	0.15
NRDZE_0887	MJ9	Impact	2020	0.98	0.15
NRDZE_0888	MJ9	Impact	2020	5.50	0.14
NRDZE_0889	MJ9	Impact	2020	1.57	0.15
NRDZE_0890	MJ9	Impact	2020	3.91	0.12
NRDZE_0891	MJ9	Impact	2020	2.99	0.14
NRDZE_0892	MJ9	Impact	2020	2.51	0.14
NRDZE_0893	MJ9	Impact	2020	2.54	0.14
NRDZE_0894	MJ9	Impact	2020	3.60	0.14
NRDZE_0895	MJ9	Impact	2020	1.20	0.15
NRDZE_0896	MJ9	Impact	2020	1.16	0.14
NRDZE_0898	MJ9	Impact	2020	2.58	0.14

Meetobjectcode	Gebied	Treatment	zandwinning jaartal	Silt (% <63µm)	D50
NRDZE_0899	MJ9	Impact	2020	1.61	0.15
NRDZE_0900	MJ9	Impact	2020	1.40	0.16
NRDZE_0901	MJ9	Impact	2020	7.11	0.12
NRDZE_0902	MJ9	Impact	2020	8.84	0.13
NRDZE_0903	MJ9	Impact	2020	4.93	0.14
NRDZE_0904	MJ9	Impact	2020	5.62	0.15
NRDZE_0905	MJ9	Impact	2020	3.58	0.14
NRDZE_0906	MJ9	Impact	2020	5.92	0.14
NRDZE_0907	MJ9	Impact	2020	2.78	0.14
NRDZE_0909	MJ9	Impact	2020	1.43	0.14
NRDZE_0915	MJ9	Referentie	2020	0.84	0.17
NRDZE_0926	MJ9	Referentie	2020	0.27	0.20
NRDZE_0937	MJ9	Referentie	2020	0.33	0.27
NRDZE_0948	MJ9	Referentie	2020	0.28	0.27
NRDZE_0950	MJ9	Referentie	2020	0.46	0.28
NRDZE_0951	MJ9	Referentie	2020	0.43	0.16
NRDZE_0952	MJ9	Referentie	2020	0.30	0.17
NRDZE_0953	MJ9	Referentie	2020	0.49	0.17
NRDZE_0954	MJ9	Referentie	2020	0.37	0.17
NRDZE_0916	MJ9	Referentie	2020	0.34	0.16
NRDZE_0917	MJ9	Referentie	2020	0.34	0.33
NRDZE_0918	MJ9	Referentie	2020	0.40	0.32
NRDZE_0919	MJ9	Referentie	2020	0.62	0.32
NRDZE_0920	MJ9	Referentie	2020	0.38	0.32
NRDZE_0921	MJ9	Referentie	2020	0.61	0.33
NRDZE_0922	MJ9	Referentie	2020	0.46	0.36
NRDZE_0923	MJ9	Referentie	2020	0.56	0.36
NRDZE_0924	MJ9	Referentie	2020	0.51	0.36
NRDZE_0925	MJ9	Referentie	2020	0.45	0.37
NRDZE_0927	MJ9	Referentie	2020	0.48	0.36
NRDZE_0928	MJ9	Referentie	2020	0.38	0.38
NRDZE_0929	MJ9	Referentie	2020	1.17	0.39
NRDZE_0930	MJ9	Referentie	2020	0.32	0.42
NRDZE_0931	MJ9	Referentie	2020	0.63	0.39
NRDZE_0932	MJ9	Referentie	2020	0.53	0.40
NRDZE_0933	MJ9	Referentie	2020	0.97	0.15
NRDZE_0934	MJ9	Referentie	2020	0.78	0.15
NRDZE_0935	MJ9	Referentie	2020	0.84	0.20
NRDZE_0936	MJ9	Referentie	2020	1.16	0.15
NRDZE_0938	MJ9	Referentie	2020	1.04	0.15
NRDZE_0939	MJ9	Referentie	2020	2.26	0.15
NRDZE_0940	MJ9	Referentie	2020	1.20	0.15
NRDZE_0941	MJ9	Referentie	2020	1.56	0.15
NRDZE_0942	MJ9	Referentie	2020	1.81	0.15
NRDZE_0943	MJ9	Referentie	2020	0.98	0.15
NRDZE_0944	MJ9	Referentie	2020	0.94	0.16
NRDZE_0945	MJ9	Referentie	2020	1.49	0.16
NRDZE_0946	MJ9	Referentie	2020	0.60	0.16
NRDZE_0947	MJ9	Referentie	2020	1.16	0.15
NRDZE_0949	MJ9	Referentie	2020	0.56	0.16
NRDZE_1136	Q5J	Impact	2014	0.16	0.46
NRDZE_1137	Q5J	Impact	2014	0.17	0.27
NRDZE_1138	Q5J	Impact	2014	0.18	0.26
NRDZE_1139	Q5J	Impact	2014	0.19	0.31
NRDZE_1140	Q5J	Impact	2014	0.20	0.28
NRDZE_1141	Q5J	Impact	2014	0.21	0.41
NRDZE_1142	Q5J	Impact	2014	4.67	0.41
NRDZE_1143	Q5J	Impact	2014	0.21	0.23
NRDZE_1144	Q5J	Impact	2014	0.20	0.27
NRDZE_1145	Q5J	Impact	2014	0.21	0.31
NRDZE_1146	Q5J	Impact	2014	0.18	0.40
NRDZE_1147	Q5J	Impact	2014	0.30	0.33
NRDZE_1148	Q5J	Impact	2014	0.24	0.22
NRDZE_1149	Q5J	Impact	2014	0.19	0.34
NRDZE_1150	Q5J	Impact	2014	0.30	0.36
NRDZE_1151	Q5J	Impact	2014	0.29	0.32
NRDZE_1152	Q5J	Impact	2014	0.20	0.33

Meetobjectcode	Gebied	Treatment	zandwinning jaartal	Silt (% <63µm)	D50
NRDZE_1153	Q5J	Impact	2014	0.19	0.29
NRDZE_1154	Q5J	Impact	2014	0.22	0.20
NRDZE_1115	Q5J	Impact	2014	0.41	0.27
NRDZE_1116	Q5J	Impact	2014	1.57	0.23
NRDZE_1117	Q5J	Impact	2014	0.37	0.19
NRDZE_1118	Q5J	Impact	2014	0.56	0.33
NRDZE_1119	Q5J	Impact	2014	0.39	0.26
NRDZE_1120	Q5J	Impact	2014	0.21	0.38
NRDZE_1121	Q5J	Impact	2014	0.53	0.29
NRDZE_1176	Q5J	Referentie	2014	0.23	0.27
NRDZE_1177	Q5J	Referentie	2014	0.26	0.27
NRDZE_1178	Q5J	Referentie	2014	0.14	0.36
NRDZE_1179	Q5J	Referentie	2014	0.20	0.23
NRDZE_1180	Q5J	Referentie	2014	0.40	0.45
NRDZE_1181	Q5J	Referentie	2014	0.20	0.35
NRDZE_1182	Q5J	Referentie	2014	0.22	0.27
NRDZE_1183	Q5J	Referentie	2014	0.24	0.32
NRDZE_1184	Q5J	Referentie	2014	0.20	0.26
NRDZE_1185	Q5J	Referentie	2014	0.20	0.29
NRDZE_1186	Q5J	Referentie	2014	0.25	0.32
NRDZE_1187	Q5J	Referentie	2014	0.23	0.24
NRDZE_1188	Q5J	Referentie	2014	0.16	0.41
NRDZE_1189	Q5J	Referentie	2014	0.15	0.22
NRDZE_1190	Q5J	Referentie	2014	0.88	0.24
NRDZE_1191	Q5J	Referentie	2014	0.24	0.24
NRDZE_1192	Q5J	Referentie	2014	0.10	0.31
NRDZE_1193	Q5J	Referentie	2014	0.20	0.22
NRDZE_1194	Q5J	Referentie	2014	0.18	0.23
NRDZE_0955	Q16H	Impact	2010	14.43	0.16
NRDZE_0956	Q16H	Impact	2010	13.16	0.23
NRDZE_0957	Q16H	Impact	2010	28.14	0.10
NRDZE_0958	Q16H	Impact	2010	43.36	0.08
NRDZE_0959	Q16H	Impact	2010	44.47	0.08
NRDZE_0960	Q16H	Impact	2010	14.47	0.15
NRDZE_0961	Q16H	Impact	2010	14.11	0.14
NRDZE_0962	Q16H	Impact	2010	14.83	0.14
NRDZE_0963	Q16H	Impact	2010	16.46	0.14
NRDZE_0964	Q16H	Impact	2010	10.12	0.18
NRDZE_0965	Q16H	Impact	2010	19.10	0.14
NRDZE_0966	Q16H	Impact	2010	46.32	0.07
NRDZE_0967	Q16H	Impact	2010	42.98	0.08
NRDZE_1035	Q5H	Impact	2018	0.38	0.22
NRDZE_1036	Q5H	Impact	2018	0.23	0.22
NRDZE_1037	Q5H	Impact	2018	1.05	0.21
NRDZE_1038	Q5H	Impact	2018	0.55	0.22
NRDZE_1039	Q5H	Impact	2018	0.31	0.21
NRDZE_1040	Q5H	Impact	2018	0.35	0.20
NRDZE_1041	Q5H	Impact	2018	0.80	0.21
NRDZE_1042	Q5H	Impact	2018	0.38	0.23
NRDZE_1043	Q5H	Impact	2018	0.13	0.20
NRDZE_1044	Q5H	Impact	2018	0.43	0.21
NRDZE_1045	Q5H	Impact	2018	1.15	0.20
NRDZE_1046	Q5H	Impact	2018	0.73	0.25
NRDZE_1047	Q5H	Impact	2018	0.26	0.22
NRDZE_1048	Q5H	Impact	2018	0.22	0.29
NRDZE_1049	Q5H	Impact	2018	0.49	0.23
NRDZE_1050	Q5H	Impact	2018	0.41	0.25
NRDZE_1051	Q5H	Impact	2018	0.40	0.25
NRDZE_1052	Q5H	Impact	2018	0.77	0.20
NRDZE_1053	Q5H	Impact	2018	0.39	0.20
NRDZE_1054	Q5H	Impact	2018	1.59	0.18
NRDZE_1055	Q5H	Impact	2018	1.33	0.21
NRDZE_1056	Q5H	Impact	2018	1.98	0.20
NRDZE_1057	Q5H	Impact	2018	2.25	0.20
NRDZE_1058	Q5H	Impact	2018	1.36	0.22
NRDZE_1059	Q5H	Impact	2018	0.43	0.20
NRDZE_1060	Q5H	Impact	2018	1.52	0.19

Meetobjectcode	Gebied	Treatment	zandwinning jaartal	Silt (% <63µm)	D50
NRDZE_1061	Q5H	Impact	2018	1.04	0.20
NRDZE_1062	Q5H	Impact	2018	0.53	0.25
NRDZE_1063	Q5H	Impact	2018	1.58	0.20
NRDZE_1064	Q5H	Impact	2018	0.65	0.25
NRDZE_1065	Q5H	Impact	2018	0.50	0.21
NRDZE_1066	Q5H	Impact	2018	0.69	0.22
NRDZE_1067	Q5H	Impact	2018	0.56	0.21
NRDZE_1068	Q5H	Impact	2018	0.79	0.21
NRDZE_1069	Q5H	Impact	2018	0.81	0.21
NRDZE_1070	Q5H	Impact	2018	0.78	0.20
NRDZE_1071	Q5H	Impact	2018	0.42	0.21
NRDZE_1072	Q5H	Impact	2018	0.46	0.20
NRDZE_1073	Q5H	Impact	2018	0.45	0.20
NRDZE_1074	Q5H	Impact	2018	0.75	0.21
NRDZE_1075	Q5H	Referentie	2018	0.37	0.20
NRDZE_1076	Q5H	Referentie	2018	0.58	0.21
NRDZE_1077	Q5H	Referentie	2018	0.23	0.21
NRDZE_1078	Q5H	Referentie	2018	0.33	0.20
NRDZE_1079	Q5H	Referentie	2018	0.32	0.20
NRDZE_1080	Q5H	Referentie	2018	0.56	0.20
NRDZE_1081	Q5H	Referentie	2018	0.53	0.20
NRDZE_1082	Q5H	Referentie	2018	0.54	0.20
NRDZE_1083	Q5H	Referentie	2018	0.42	0.20
NRDZE_1084	Q5H	Referentie	2018	0.28	0.20
NRDZE_1085	Q5H	Referentie	2018	0.45	0.20
NRDZE_1086	Q5H	Referentie	2018	0.72	0.20
NRDZE_1087	Q5H	Referentie	2018	0.44	0.20
NRDZE_1088	Q5H	Referentie	2018	0.57	0.20
NRDZE_1089	Q5H	Referentie	2018	1.28	0.20
NRDZE_1090	Q5H	Referentie	2018	0.40	0.20
NRDZE_1091	Q5H	Referentie	2018	0.52	0.20
NRDZE_1092	Q5H	Referentie	2018	0.44	0.21
NRDZE_1093	Q5H	Referentie	2018	0.57	0.21
NRDZE_1094	Q5H	Referentie	2018	0.66	0.20
NRDZE_1095	Q5H	Referentie	2018	0.38	0.21
NRDZE_1096	Q5H	Referentie	2018	0.32	0.21
NRDZE_1097	Q5H	Referentie	2018	0.33	0.21
NRDZE_1098	Q5H	Referentie	2018	0.28	0.21
NRDZE_1099	Q5H	Referentie	2018	0.30	0.22
NRDZE_1100	Q5H	Referentie	2018	0.30	0.22
NRDZE_1101	Q5H	Referentie	2018	0.26	0.22
NRDZE_1102	Q5H	Referentie	2018	0.32	0.21
NRDZE_1103	Q5H	Referentie	2018	0.24	0.21
NRDZE_1104	Q5H	Referentie	2018	0.32	0.21
NRDZE_1105	Q5H	Referentie	2018	0.31	0.21
NRDZE_1106	Q5H	Referentie	2018	0.32	0.21
NRDZE_1107	Q5H	Referentie	2018	0.36	0.21
NRDZE_1108	Q5H	Referentie	2018	0.31	0.21
NRDZE_1109	Q5H	Referentie	2018	0.44	0.21
NRDZE_1110	Q5H	Referentie	2018	0.42	0.21
NRDZE_1111	Q5H	Referentie	2018	0.29	0.21
NRDZE_1112	Q5H	Referentie	2018	0.35	0.20
NRDZE_1113	Q5H	Referentie	2018	0.59	0.21
NRDZE_1114	Q5H	Referentie	2018	0.91	0.20
NRDZE_1122	Q5J	Impact	2014	0.21	0.40
NRDZE_1123	Q5J	Impact	2014	0.67	0.40
NRDZE_1124	Q5J	Impact	2014	0.32	0.25
NRDZE_1125	Q5J	Impact	2014	0.34	0.28
NRDZE_1126	Q5J	Impact	2014	0.23	0.37
NRDZE_1127	Q5J	Impact	2014	0.35	0.42
NRDZE_1128	Q5J	Impact	2014	0.50	0.38
NRDZE_1129	Q5J	Impact	2014	0.27	0.20
NRDZE_1130	Q5J	Impact	2014	0.23	0.29
NRDZE_1131	Q5J	Impact	2014	0.28	0.56
NRDZE_1132	Q5J	Impact	2014	0.17	0.47
NRDZE_1133	Q5J	Impact	2014	0.76	0.29
NRDZE_1134	Q5J	Impact	2014	0.33	0.39

Meetobjectcode	Gebied	Treatment	zandwinning jaartal	Silt (% <63µm)	D50
NRDZE_1135	Q5J	Impact	2014	0.46	0.40
NRDZE_0968	Q16H	Impact	2010	54.62	
NRDZE_0969	Q16H	Impact	2010	30.63	0.10
NRDZE_0970	Q16H	Impact	2010	51.64	
NRDZE_0971	Q16H	Impact	2010	47.81	0.07
NRDZE_0972	Q16H	Impact	2010	55.59	
NRDZE_0973	Q16H	Impact	2010	39.77	0.09
NRDZE_0974	Q16H	Impact	2010	47.57	0.07
NRDZE_0975	Q16H	Impact	2010	64.18	
NRDZE_0976	Q16H	Impact	2010	63.12	
NRDZE_0977	Q16H	Impact	2010	70.80	
NRDZE_0978	Q16H	Impact	2010	64.25	
NRDZE_0979	Q16H	Impact	2010	61.48	
NRDZE_0980	Q16H	Impact	2010	74.91	
NRDZE_0981	Q16H	Impact	2010	69.76	
NRDZE_0982	Q16H	Impact	2010	70.02	
NRDZE_0983	Q16H	Impact	2010	48.37	0.07
NRDZE_0984	Q16H	Impact	2010	75.03	
NRDZE_0985	Q16H	Impact	2010	61.13	
NRDZE_0986	Q16H	Impact	2010	78.14	
NRDZE_0987	Q16H	Impact	2010	56.41	
NRDZE_0988	Q16H	Impact	2010	59.79	
NRDZE_0989	Q16H	Impact	2010	63.25	
NRDZE_0990	Q16H	Impact	2010	53.97	
NRDZE_0991	Q16H	Impact	2010	48.81	0.07
NRDZE_0992	Q16H	Impact	2010	82.17	
NRDZE_0993	Q16H	Impact	2010	75.13	
NRDZE_0994	Q16H	Impact	2010	50.95	
NRDZE_0995	Q16H	Referentie	2010	1.38	0.32
NRDZE_0996	Q16H	Referentie	2010	0.75	0.31
NRDZE_0997	Q16H	Referentie	2010	0.43	0.29
NRDZE_0998	Q16H	Referentie	2010	0.70	0.31
NRDZE_0999	Q16H	Referentie	2010	0.45	0.31
NRDZE_1000	Q16H	Referentie	2010	0.38	0.28
NRDZE_1001	Q16H	Referentie	2010	0.67	0.33
NRDZE_1002	Q16H	Referentie	2010	0.63	0.31
NRDZE_1003	Q16H	Referentie	2010	1.89	0.31
NRDZE_1004	Q16H	Referentie	2010	6.43	0.18
NRDZE_1005	Q16H	Referentie	2010	6.85	0.19
NRDZE_1006	Q16H	Referentie	2010	8.15	0.21
NRDZE_1007	Q16H	Referentie	2010	1.23	0.30
NRDZE_1008	Q16H	Referentie	2010	3.00	0.31
NRDZE_1009	Q16H	Referentie	2010	1.01	0.27
NRDZE_1010	Q16H	Referentie	2010	7.27	0.20
NRDZE_1011	Q16H	Referentie	2010	8.94	0.18
NRDZE_1012	Q16H	Referentie	2010	15.40	0.18
NRDZE_1013	Q16H	Referentie	2010	0.44	0.35
NRDZE_1014	Q16H	Referentie	2010	0.43	0.37
NRDZE_1015	Q16H	Referentie	2010	0.66	0.36
NRDZE_1016	Q16H	Referentie	2010	0.95	0.37
NRDZE_1017	Q16H	Referentie	2010	1.10	0.36
NRDZE_1018	Q16H	Referentie	2010	0.73	0.54
NRDZE_1019	Q16H	Referentie	2010	0.56	0.32
NRDZE_1020	Q16H	Referentie	2010	0.78	0.33
NRDZE_1021	Q16H	Referentie	2010	0.83	0.32
NRDZE_1022	Q16H	Referentie	2010	1.07	0.33
NRDZE_1023	Q16H	Referentie	2010	1.02	0.33
NRDZE_1024	Q16H	Referentie	2010	1.22	0.29
NRDZE_1025	Q16H	Referentie	2010	8.64	0.22
NRDZE_1026	Q16H	Referentie	2010	5.73	0.22
NRDZE_1027	Q16H	Referentie	2010	7.17	0.24
NRDZE_1028	Q16H	Referentie	2010	8.68	0.26
NRDZE_1029	Q16H	Referentie	2010	7.37	0.24
NRDZE_1030	Q16H	Referentie	2010	7.40	0.24
NRDZE_1031	Q16H	Referentie	2010	7.29	0.22
NRDZE_1032	Q16H	Referentie	2010	4.47	0.24
NRDZE_1033	Q16H	Referentie	2010	7.37	0.23

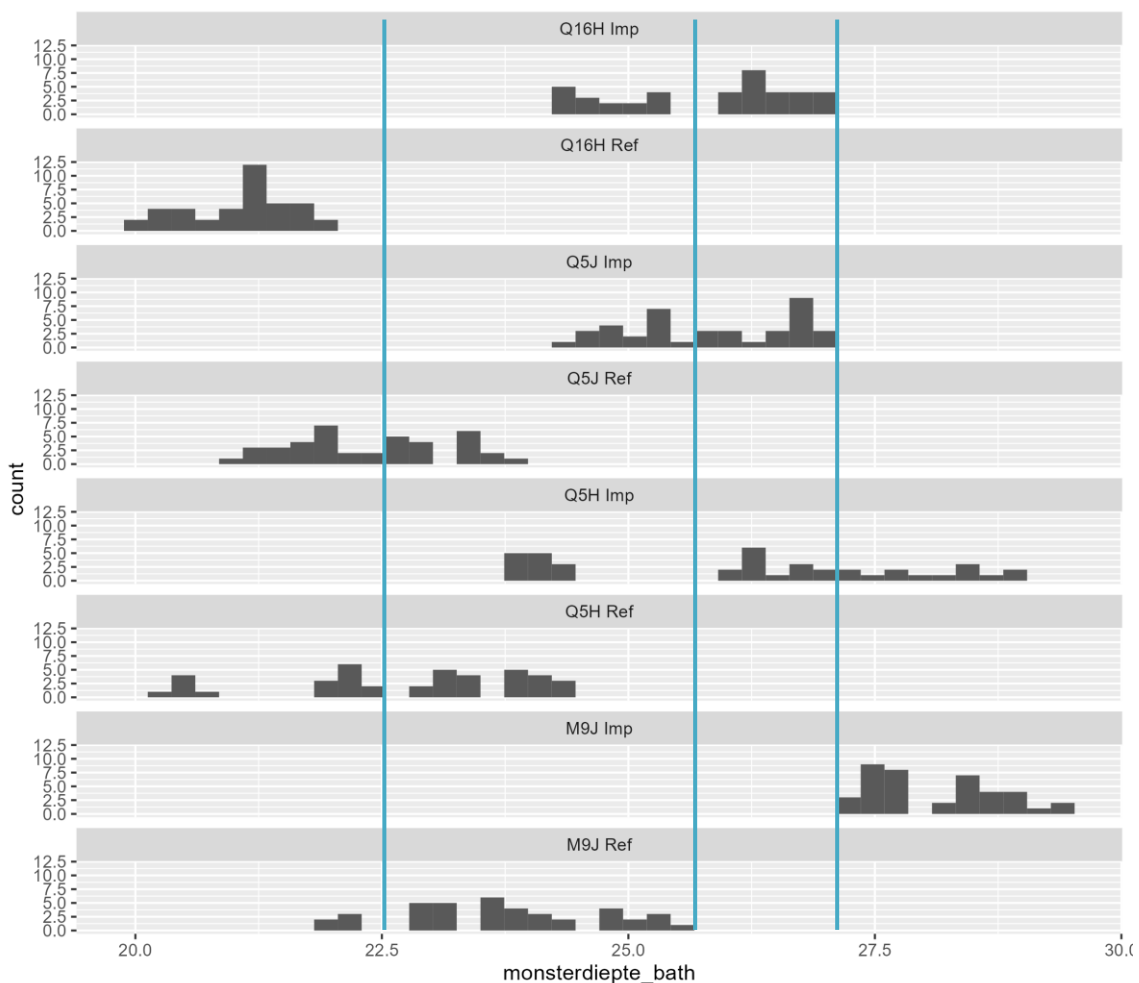
Meetobjectcode	Gebied	Treatment	zandwinning jaartal	Silt (% <63µm)	D50
NRDZE_1034	Q16H	Referentie	2010	1.51	0.34
NRDZE_1155	Q5J	Referentie	2014	0.23	0.27
NRDZE_1156	Q5J	Referentie	2014	0.17	0.25
NRDZE_1157	Q5J	Referentie	2014	0.15	0.29
NRDZE_1158	Q5J	Referentie	2014	0.17	0.30
NRDZE_1159	Q5J	Referentie	2014	0.17	0.27
NRDZE_1160	Q5J	Referentie	2014	0.21	0.22
NRDZE_1161	Q5J	Referentie	2014	0.19	0.31
NRDZE_1162	Q5J	Referentie	2014	0.18	0.27
NRDZE_1163	Q5J	Referentie	2014	0.22	0.23
NRDZE_1164	Q5J	Referentie	2014	0.17	0.25
NRDZE_1165	Q5J	Referentie	2014	0.18	0.27
NRDZE_1166	Q5J	Referentie	2014	0.16	0.26
NRDZE_1167	Q5J	Referentie	2014	0.17	0.24
NRDZE_1168	Q5J	Referentie	2014	0.18	0.29
NRDZE_1169	Q5J	Referentie	2014	0.17	0.28
NRDZE_1170	Q5J	Referentie	2014	0.19	0.33
NRDZE_1171	Q5J	Referentie	2014	0.27	0.23
NRDZE_1172	Q5J	Referentie	2014	0.16	0.30
NRDZE_1173	Q5J	Referentie	2014	0.17	0.29
NRDZE_1174	Q5J	Referentie	2014	0.18	0.32
NRDZE_1175	Q5J	Referentie	2014	0.16	0.29

6.3

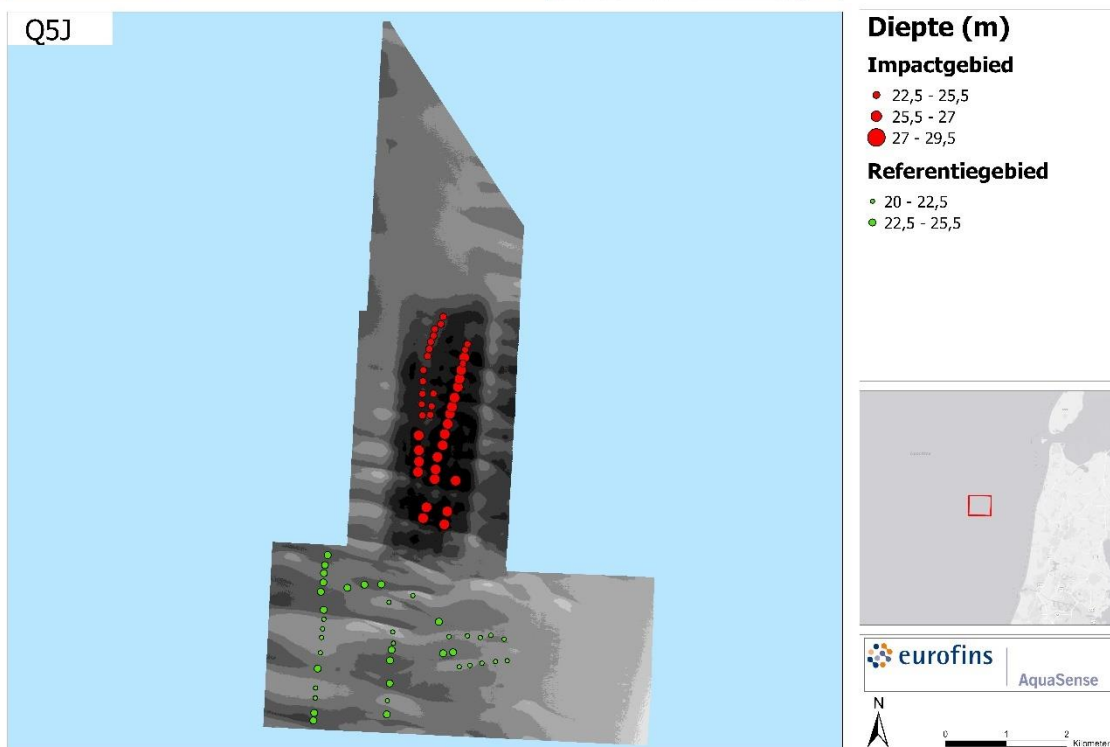
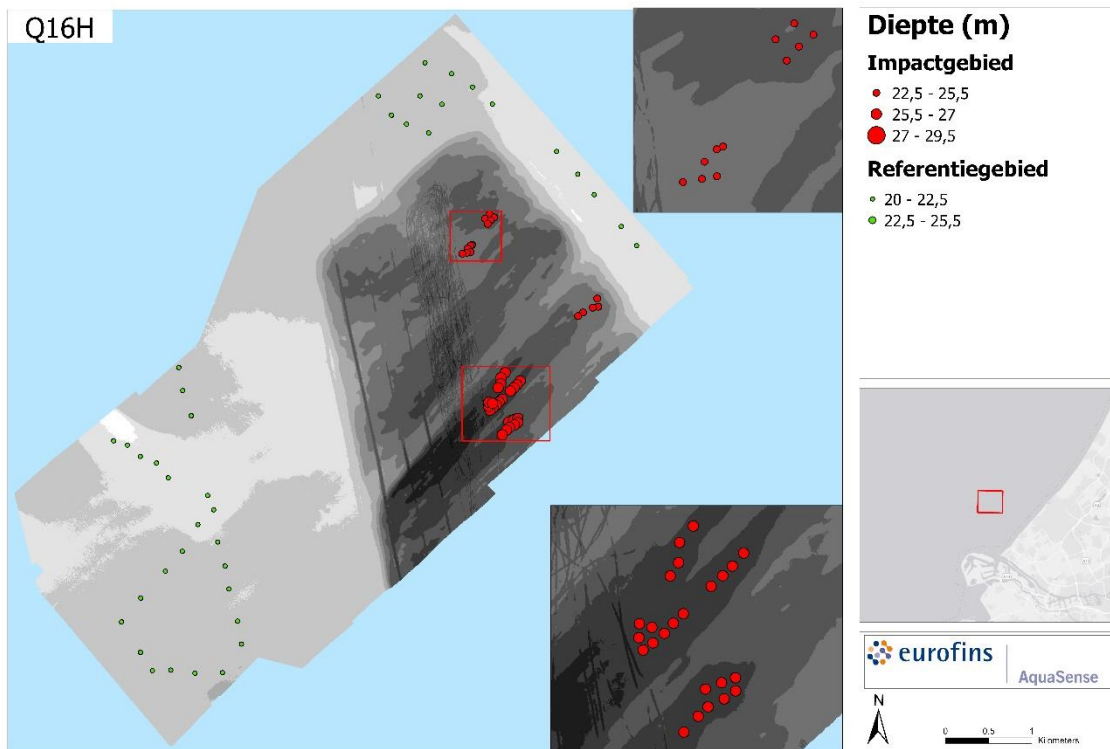
Variatie in gebiedskenmerken

6.3.1

Diepte



Frequentiediagram per deelgebied (Imp = zandwingebied, Ref = referentiegebied). Blauwe lijnen geven de ingedeelde klassen weer. Deze klassen zijn tevens terug te zien in de ruimtelijke figuren per gebied.



Q5H



Diepte (m)

Impactgebied

- 22,5 - 25,5
- 25,5 - 27
- 27 - 29,5

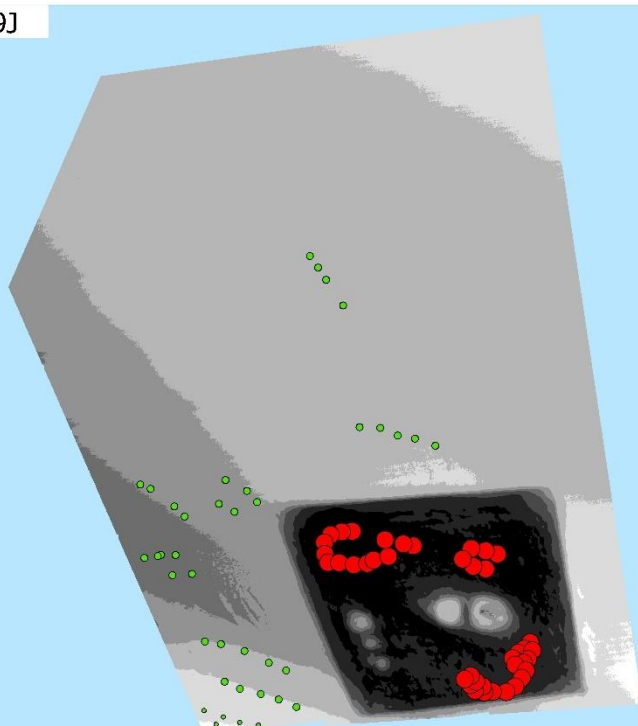
Referentiegebied

- 20 - 22,5
- 22,5 - 25,5



0 0,5 1 Kilometers

M9J



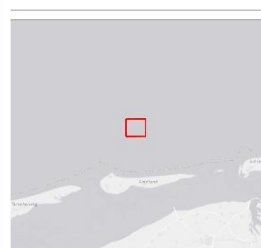
Diepte (m)

Impactgebied

- 22,5 - 25,5
- 25,5 - 27
- 27 - 29,5

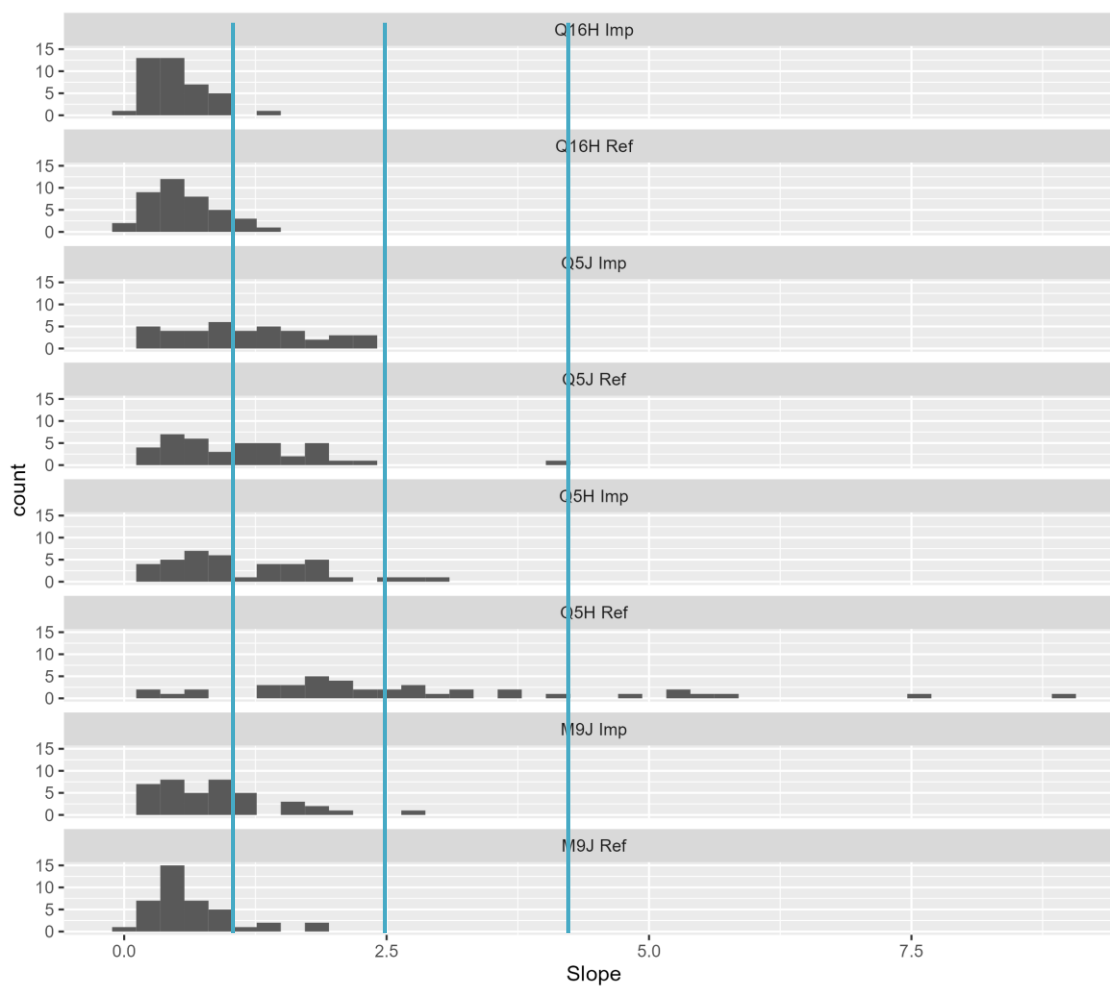
Referentiegebied

- 20 - 22,5
- 22,5 - 25,5



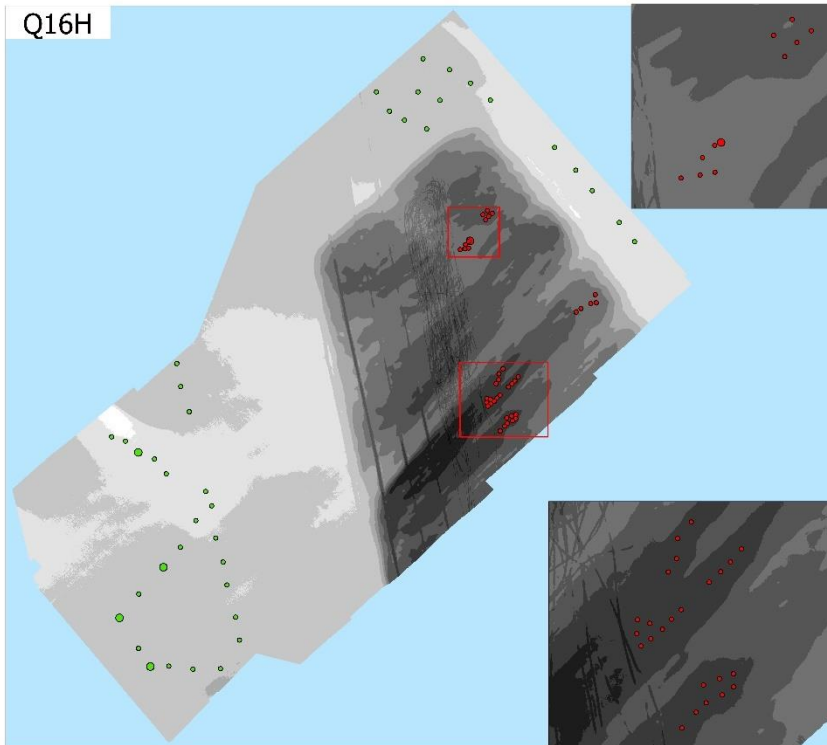
0 0,5 1 Kilometers

6.3.2 Hellingshoek (slope)



Frequentiediagram per deelgebied (Imp = zandwingebied, Ref = referentiegebied). Blauwe lijnen geven de ingedeelde klassen weer. Deze klassen zijn tevens terug te zien in de hieropvolgende ruimtelijke figuren per gebied.

Q16H



Hellingshoek (°)

Impactgebied

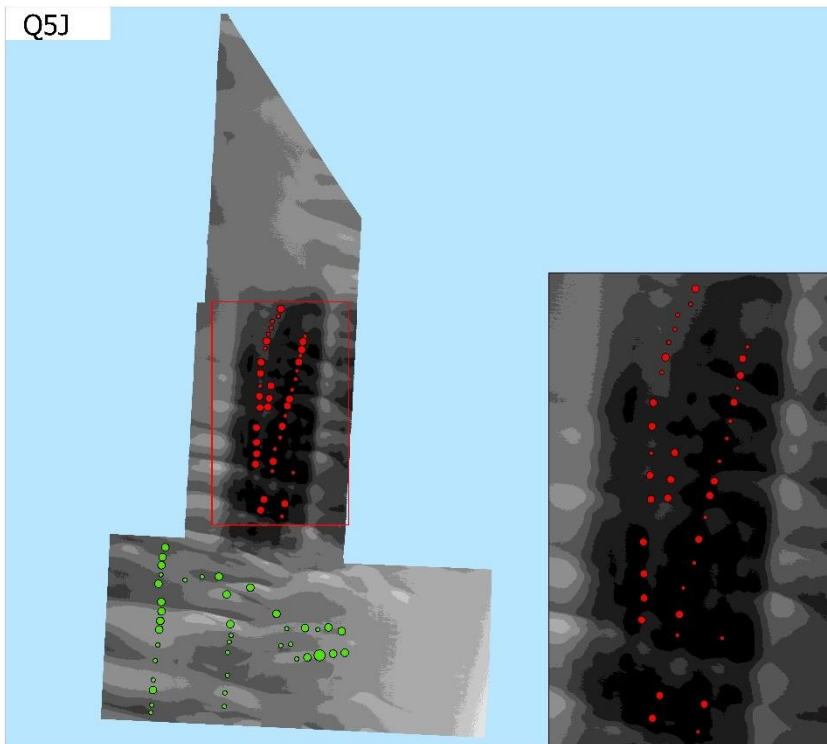
- 0 - 1
- 1 - 2,5
- 2,5 - 4,5

Referentiegebied

- 0 - 1
- 1 - 2,5
- 2,5 - 4,5
- 4,5 - 10



Q5J



Hellingshoek (°)

Impactgebied

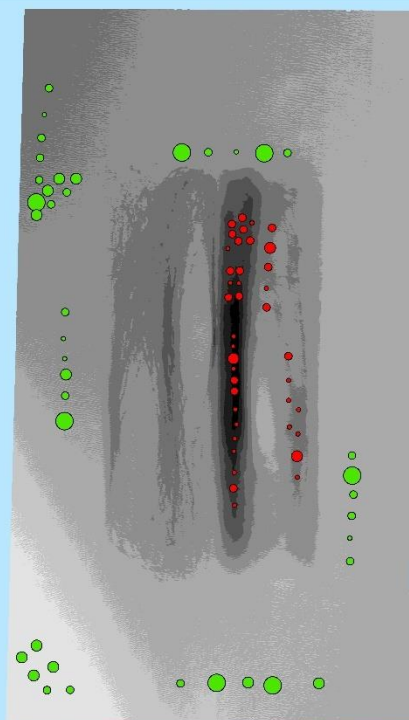
- 0 - 1
- 1 - 2,5
- 2,5 - 4,5

Referentiegebied

- 0 - 1
- 1 - 2,5
- 2,5 - 4,5
- 4,5 - 10



Q5H



Hellingshoek (°)

Impactgebied

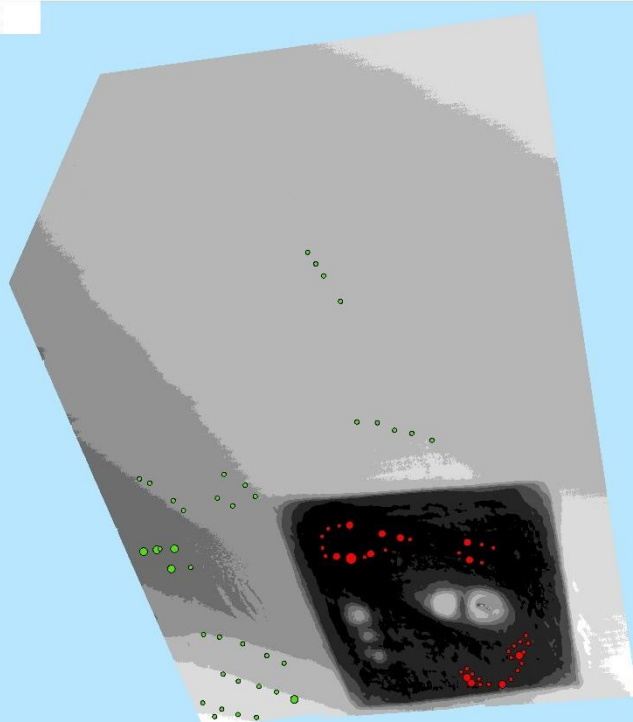
- 0 - 1
- 1 - 2,5
- 2,5 - 4,5

Referentiegebied

- 0 - 1
- 1 - 2,5
- 2,5 - 4,5
- 4,5 - 10



M9J



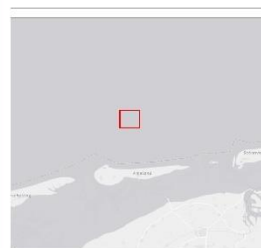
Hellingshoek (°)

Impactgebied

- 0 - 1
- 1 - 2,5
- 2,5 - 4,5

Referentiegebied

- 0 - 1
- 1 - 2,5
- 2,5 - 4,5
- 4,5 - 10

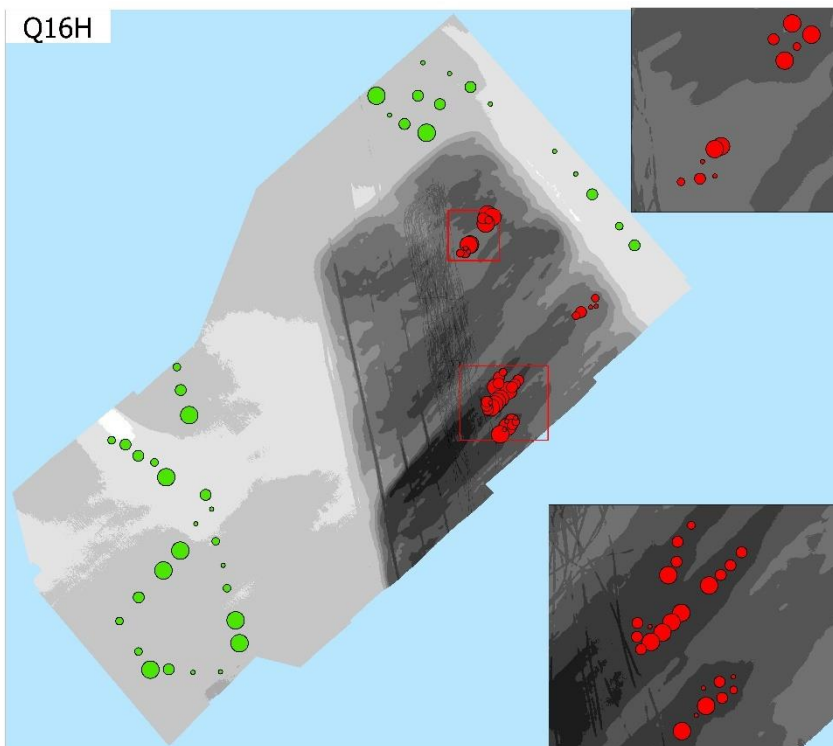


6.3.3 *Hellingsrichting (aspect)*



Frequentiediagram per deelgebied (Imp = zandwingebied, Ref = referentiegebied). Blauwe lijnen geven de ingedeelde klassen weer. Deze klassen zijn tevens terug te zien in de hieropvolgende ruimtelijke figuren per gebied.

Q16H



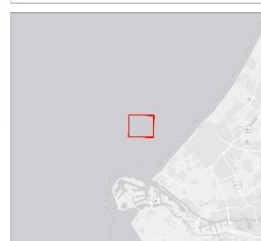
Hellingsrichting (°)

Impactgebied

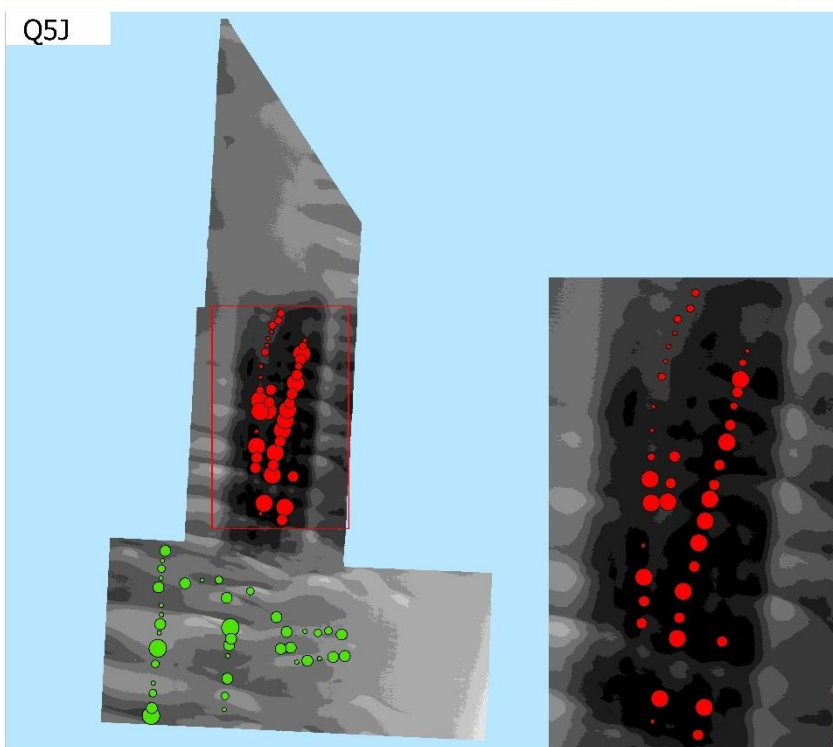
- 0 - 90
- 90 - 180
- 180 - 270
- 270 - 360

Referentiegebied

- 0 - 90
- 90 - 180
- 180 - 270
- 270 - 360



Q5J



Hellingsrichting (°)

Impactgebied

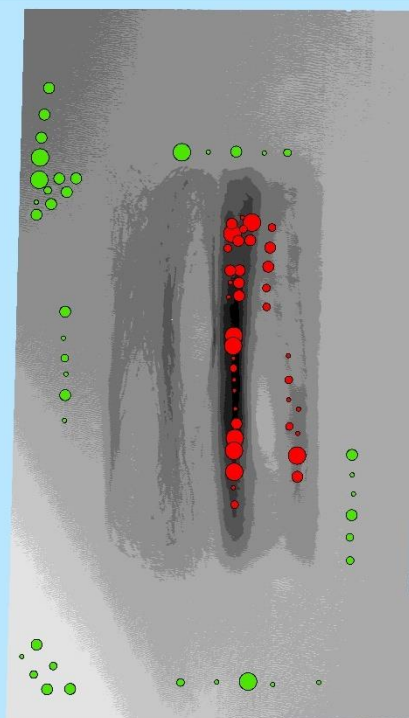
- 0 - 90
- 90 - 180
- 180 - 270
- 270 - 360

Referentiegebied

- 0 - 90
- 90 - 180
- 180 - 270
- 270 - 360



Q5H



Hellingsrichting (°)

Impactgebied

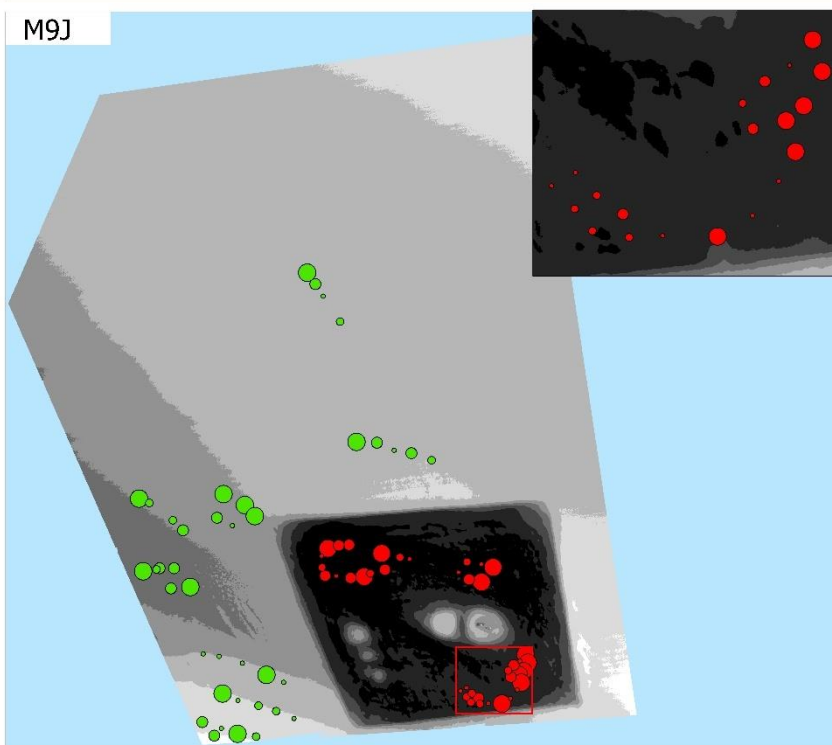
- 0 - 90
- 90 - 180
- 180 - 270
- 270 - 360

Referentiegebied

- 0 - 90
- 90 - 180
- 180 - 270
- 270 - 360



M9J



Hellingsrichting (°)

Impactgebied

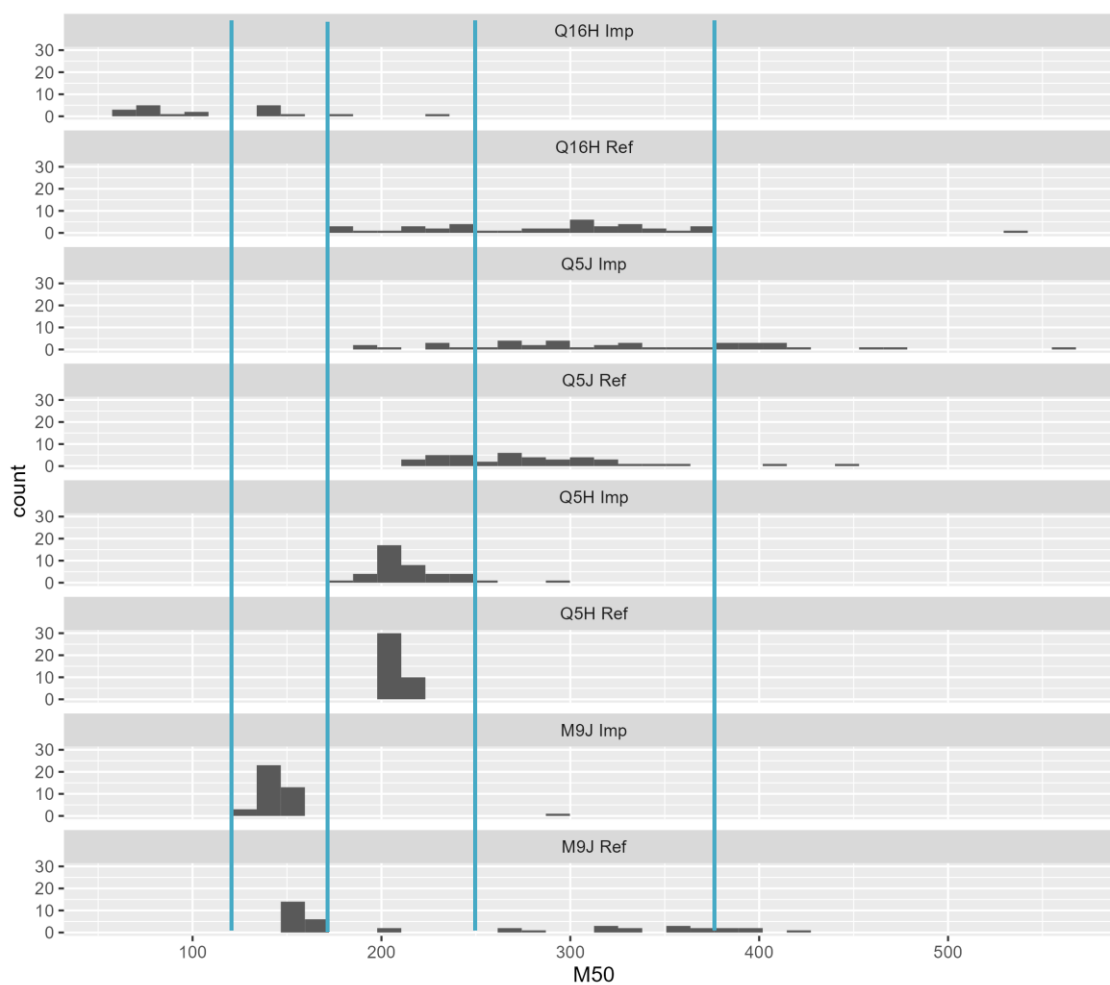
- 0 - 90
- 90 - 180
- 180 - 270
- 270 - 360

Referentiegebied

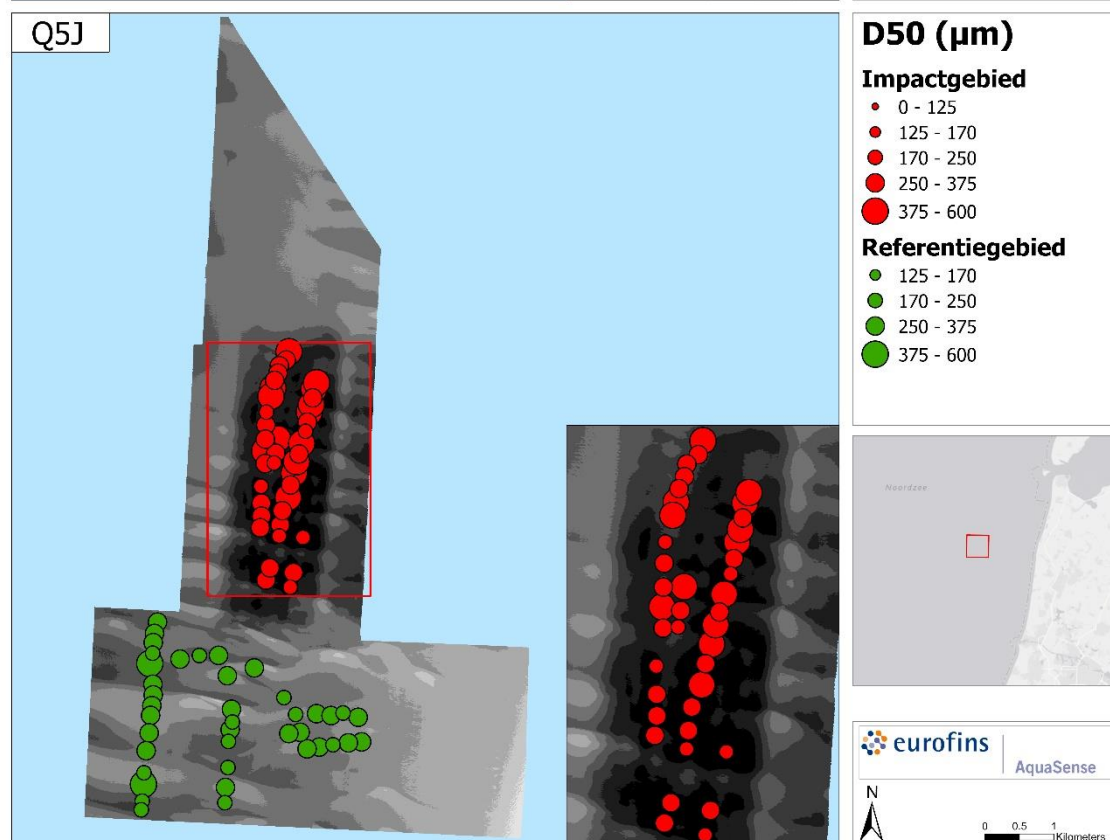
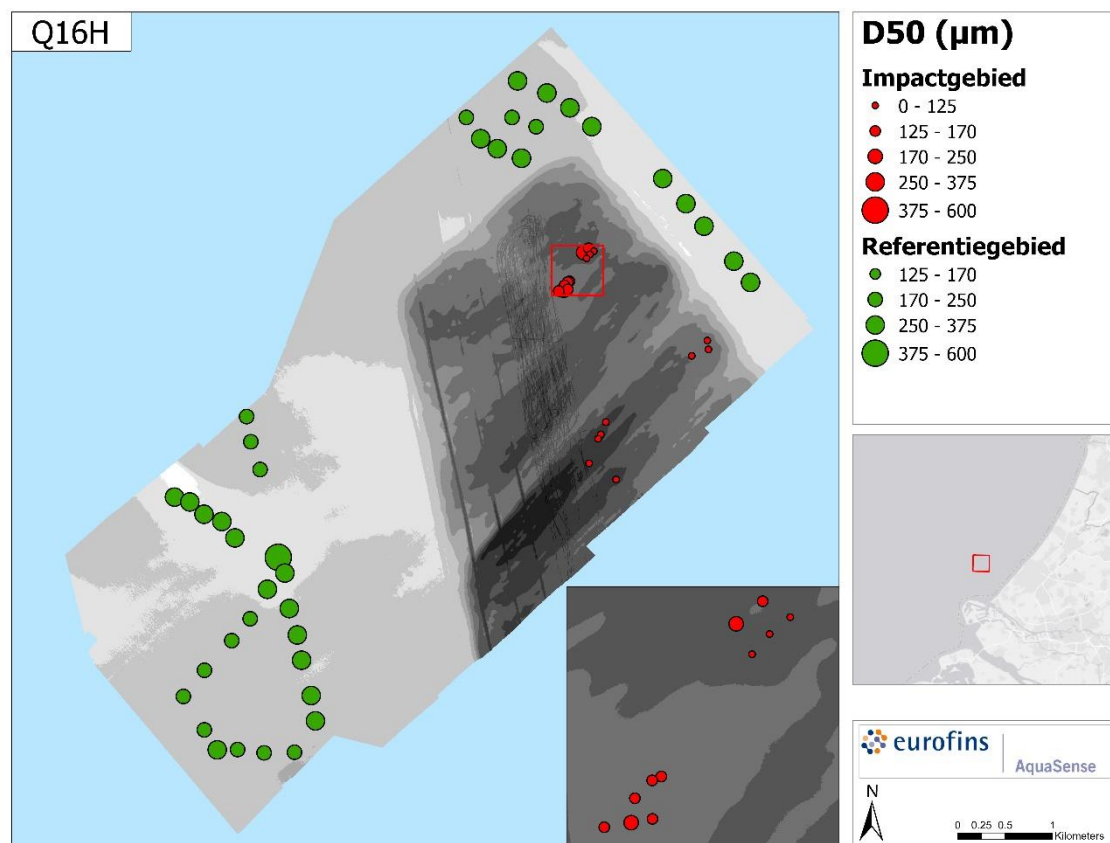
- 0 - 90
- 90 - 180
- 180 - 270
- 270 - 360



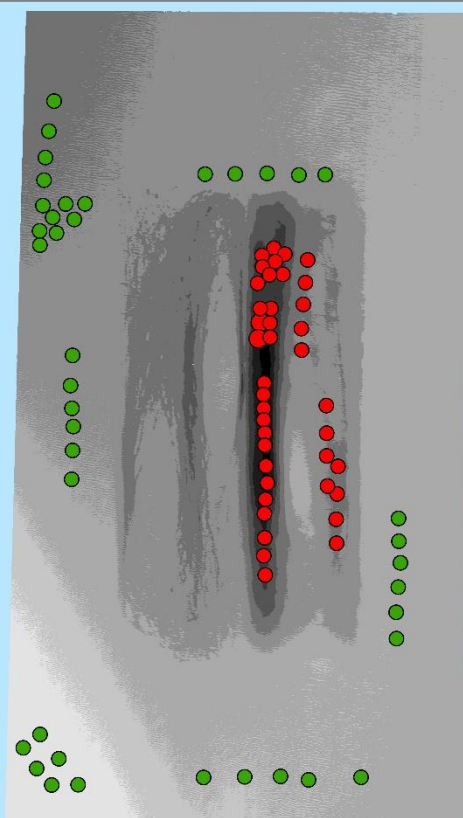
6.3.4 Mediane korrelgrootte (M50 of D50)



Frequentiediaagram per deelgebied (Imp = zandwingebied, Ref = referentiegebied). Blauwe lijnen geven de ingedeelde klassen weer. Deze klassen zijn tevens terug te zien in de hieropvolgende ruimtelijke figuren per gebied.



Q5H



D50 (µm)

Impactgebied

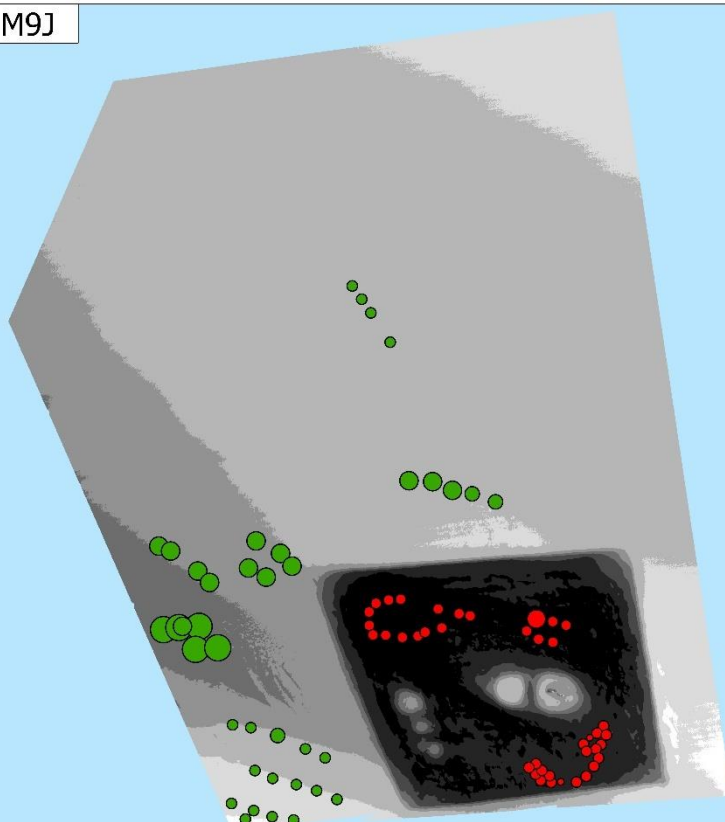
- 0 - 125
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600

Referentiegebied

- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600



M9J



D50 (µm)

Impactgebied

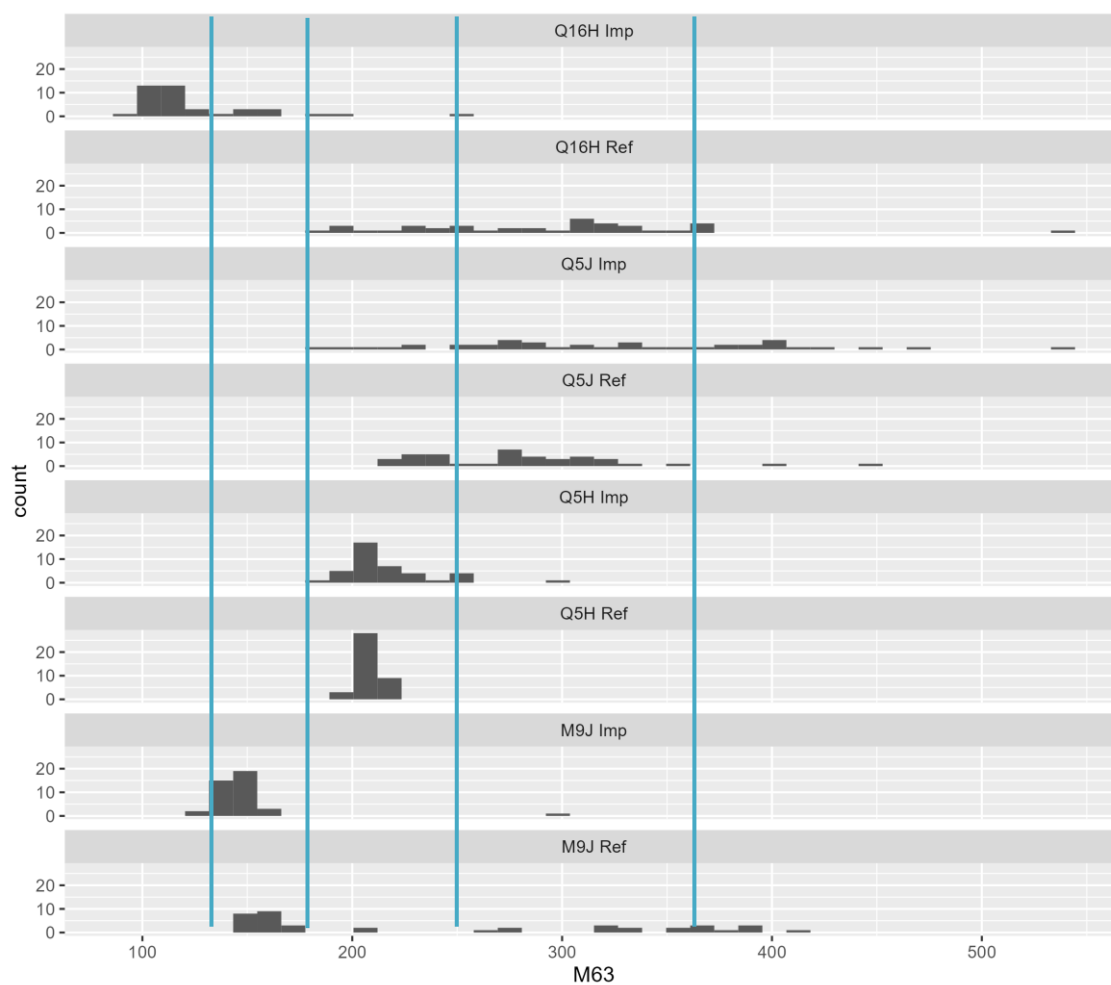
- 0 - 125
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600

Referentiegebied

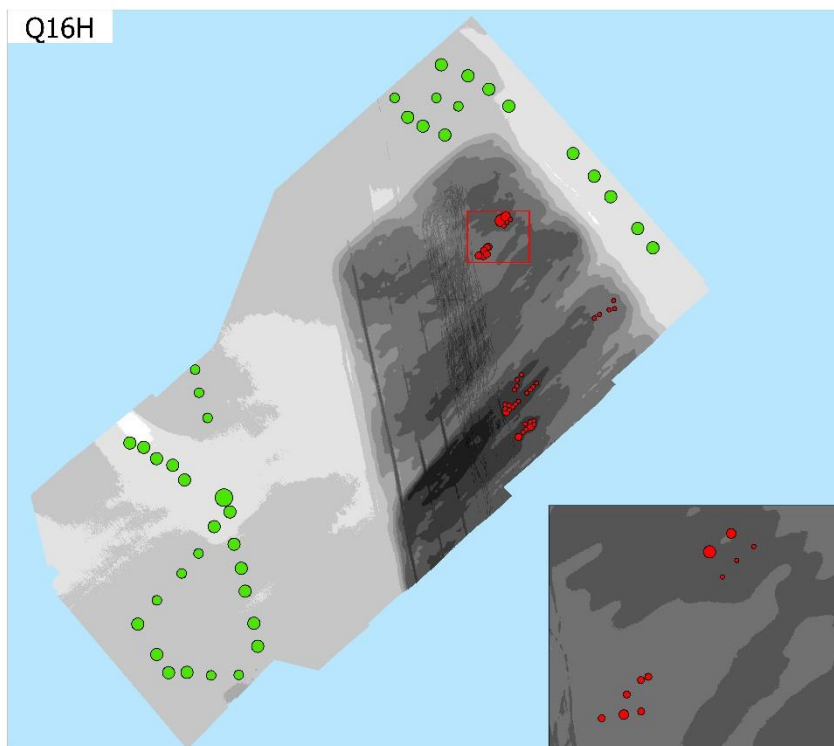
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600



6.3.5 Mediane korrelgrootte zandfractie (M63)



Q16H



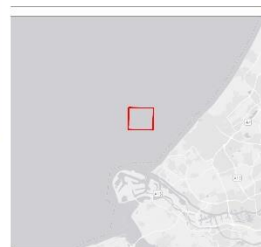
M63 (µm)

Impactgebied

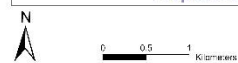
- 0 - 125
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600

Referentiegebied

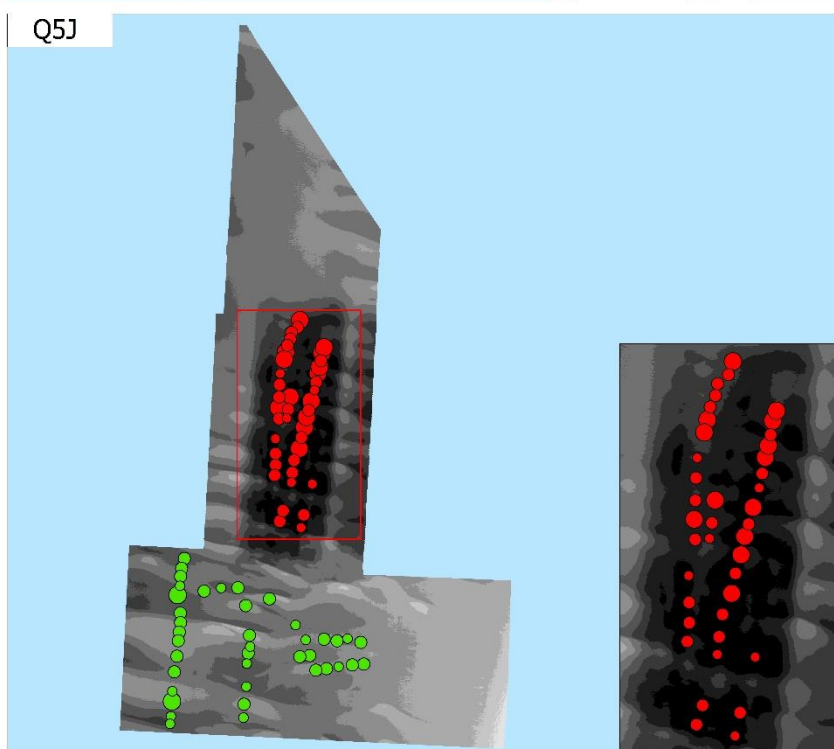
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600



eurofins AquaSense



Q5J



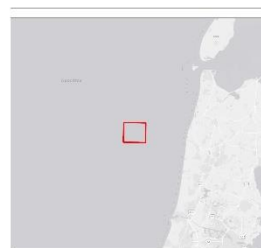
M63 (µm)

Impactgebied

- 0 - 125
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600

Referentiegebied

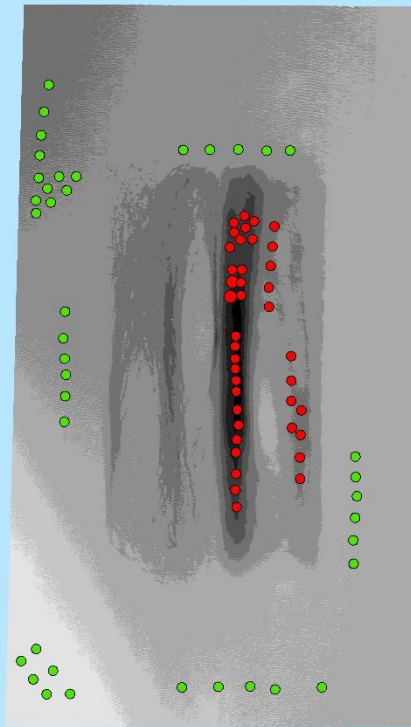
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600



eurofins AquaSense



Q5H



M63 (µm)

Impactgebied

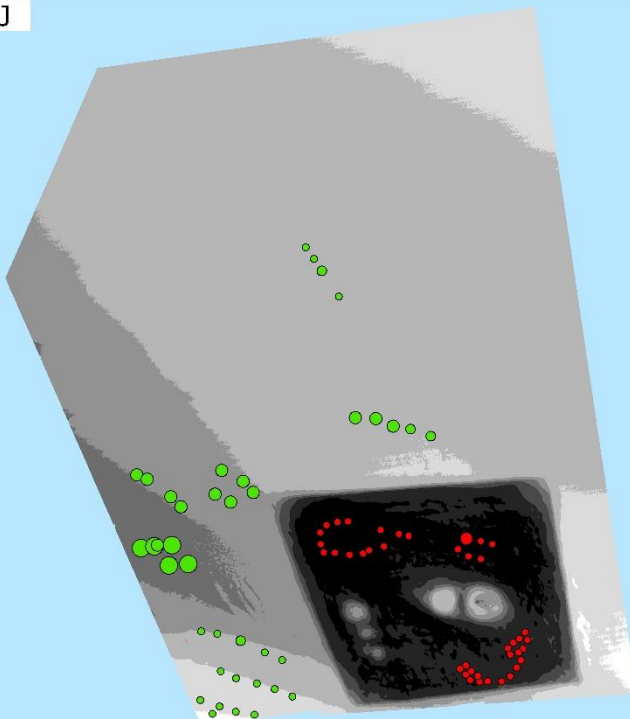
- 0 - 125
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600

Referentiegebied

- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600



M9J



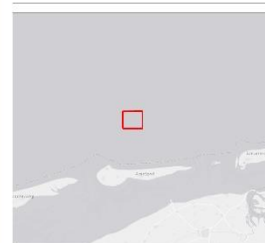
M63 (µm)

Impactgebied

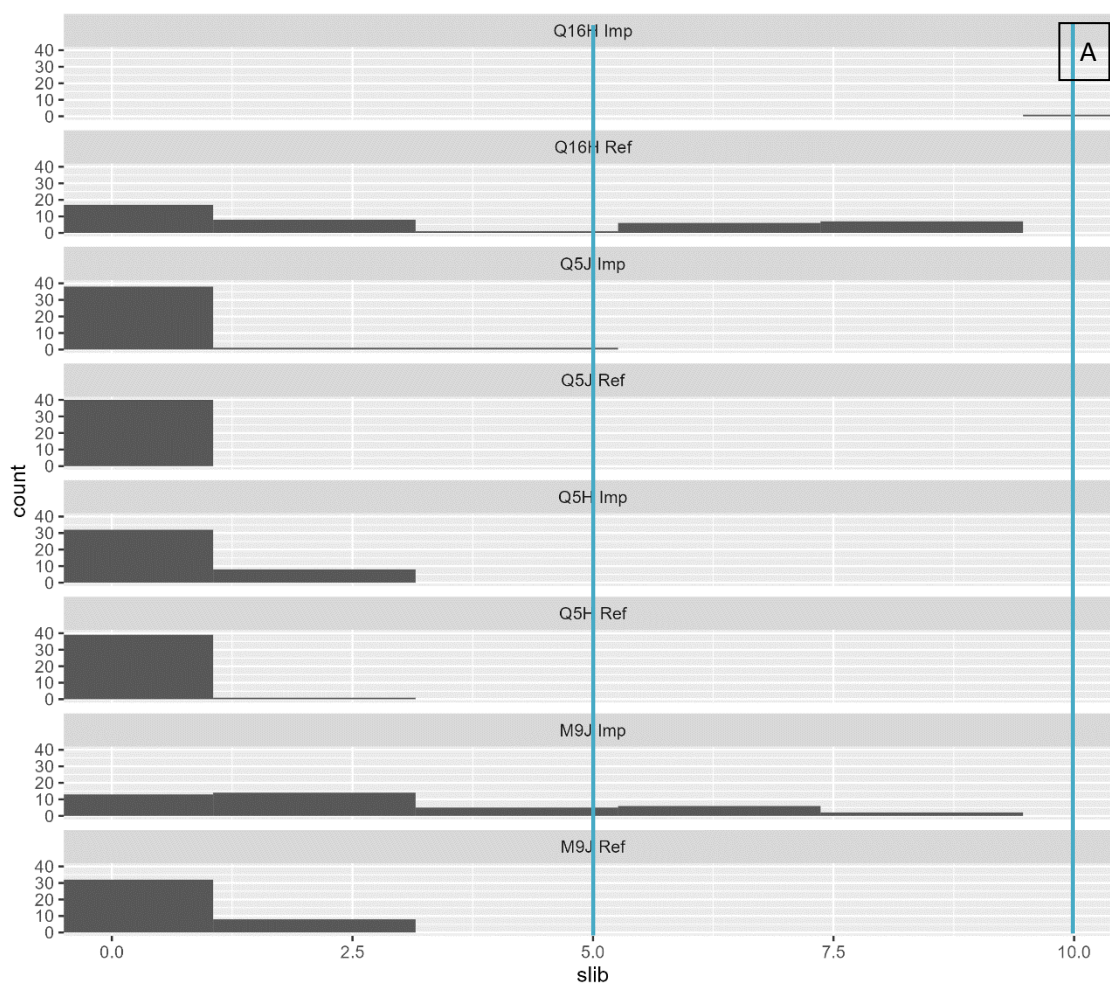
- 0 - 125
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600

Referentiegebied

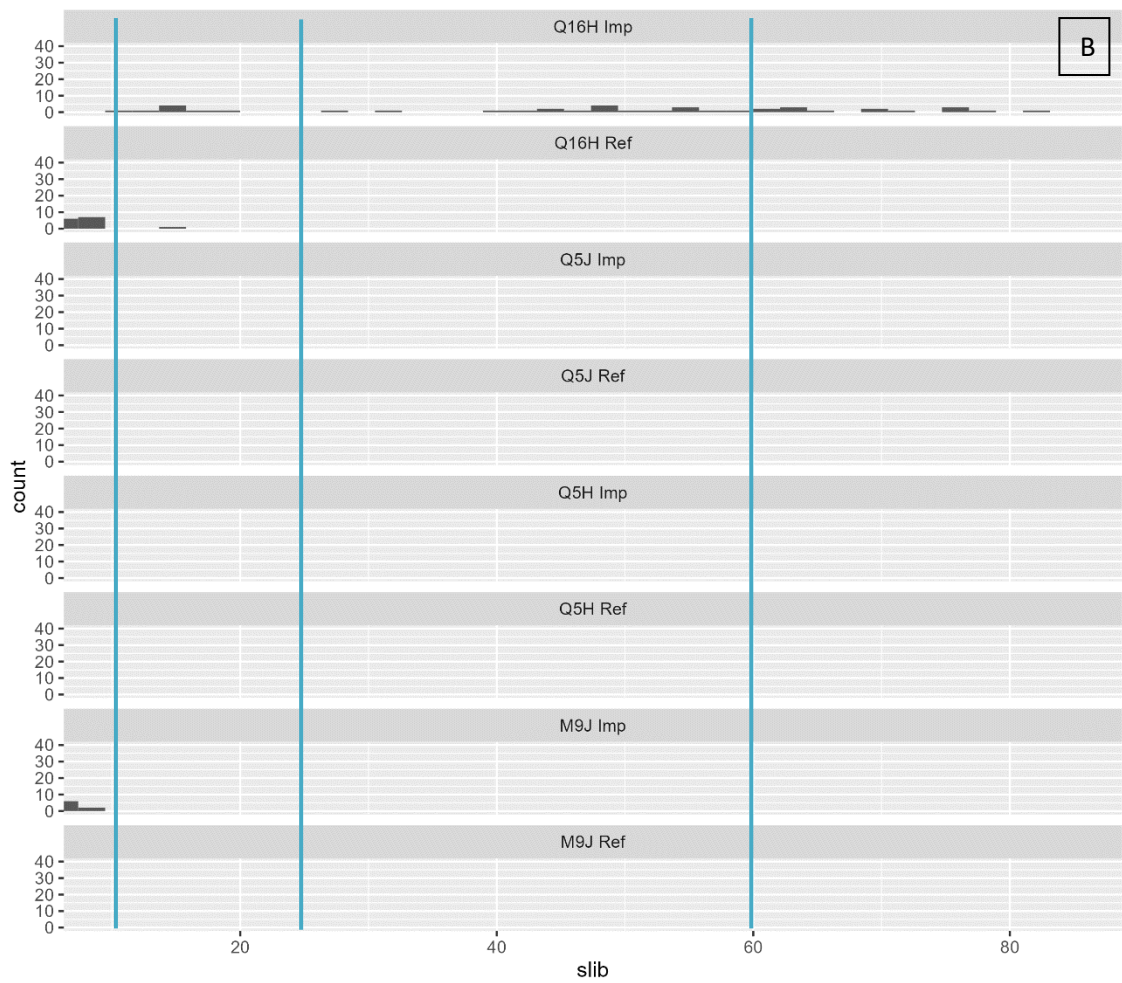
- 125 - 170
- 170 - 250
- 250 - 375
- 375 - 600

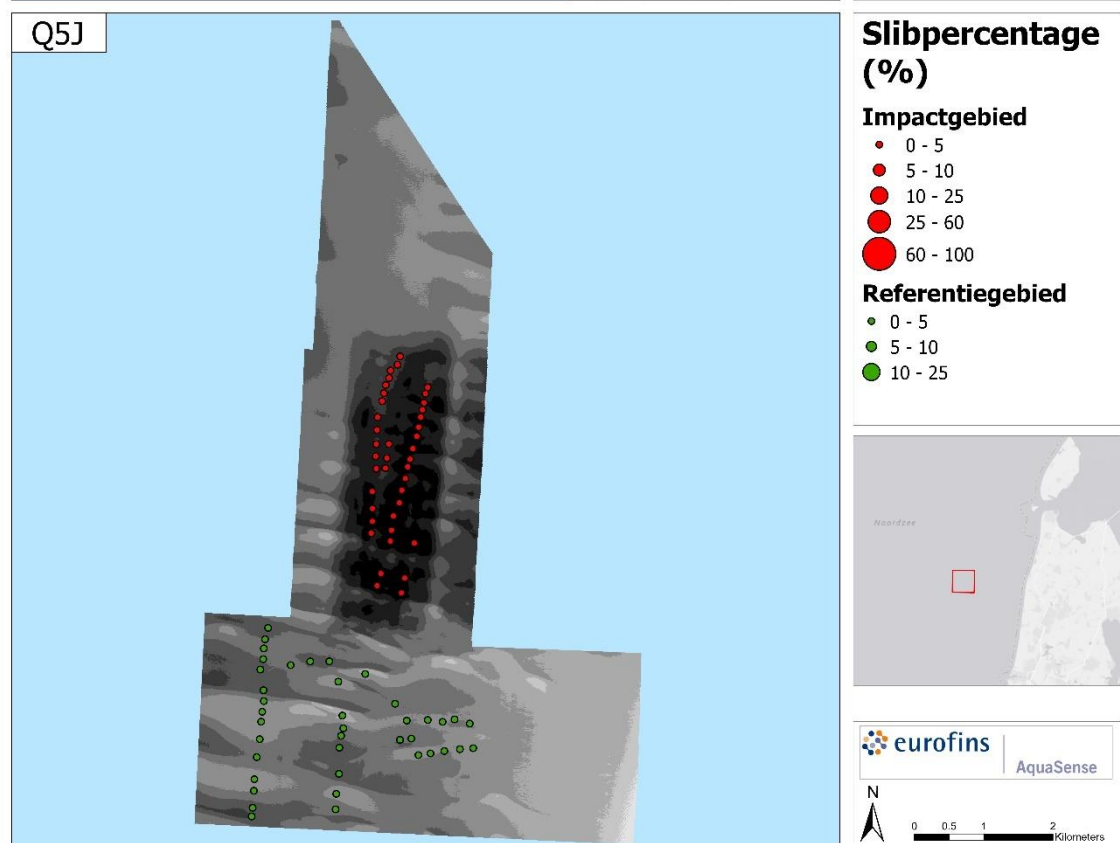
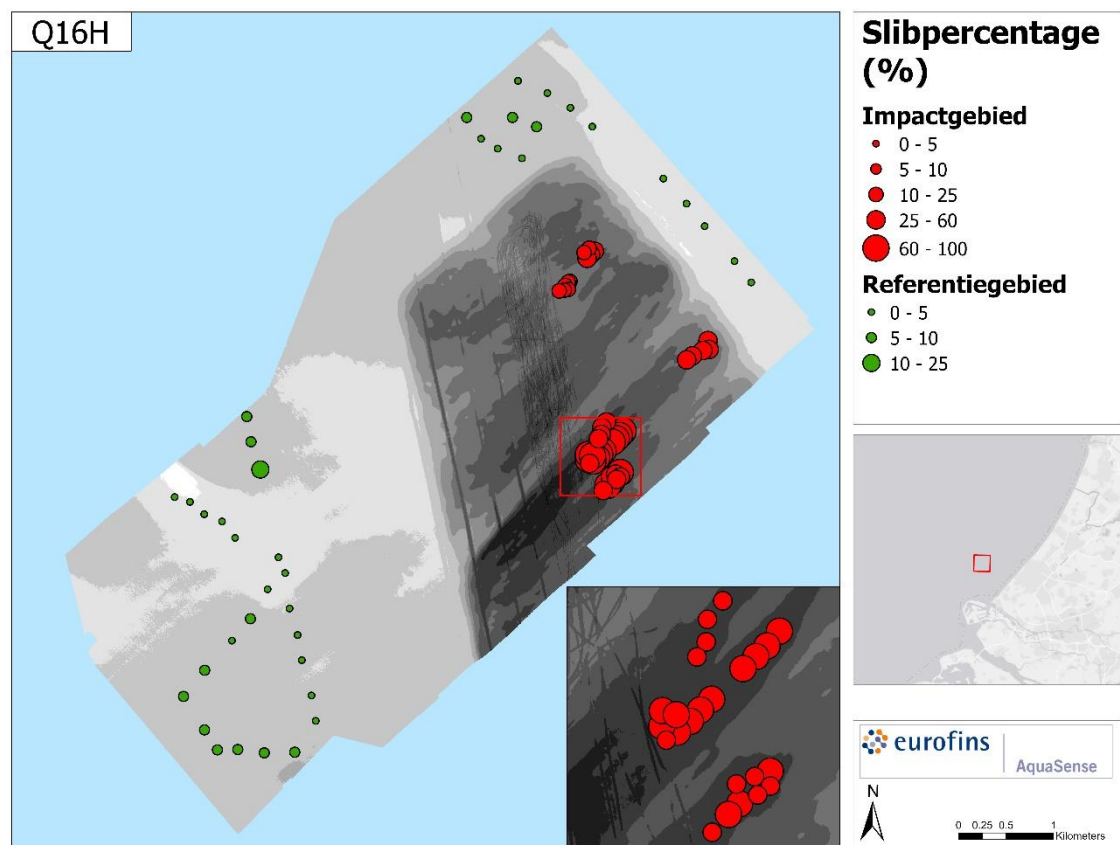


6.3.6 Slibgehalte

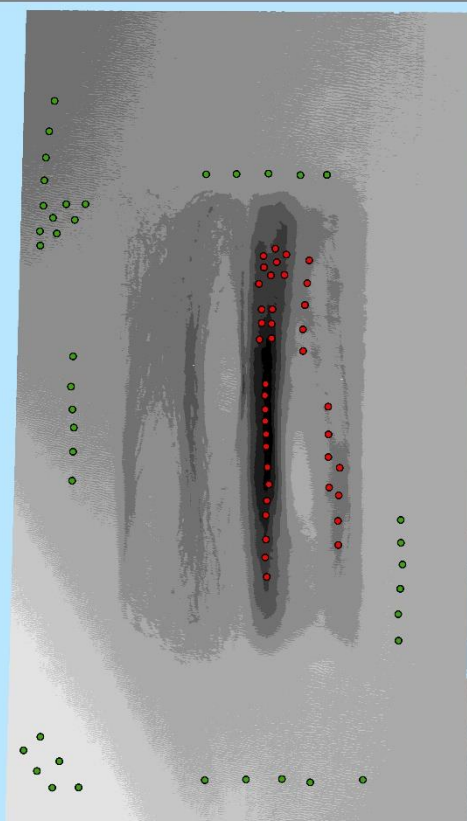


Frequentiediagram per deelgebied (Imp = zandwingebied, Ref = referentiegebied). Blauwe lijnen geven de ingedeelde klassen weer. Deze klassen zijn tevens terug te zien in de hieropvolgende ruimtelijke figuren per gebied. *De diagrammen van slibgehalte zijn vanwege de grote spreiding opgedeeld in 2 diagrammen om meer definitie te zien: A: 0-10 % en B: 10-85%.*





Q5H



Slibpercentage (%)

Impactgebied

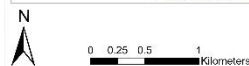
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 25
- 25 - 60
- 60 - 100

Referentiegebied

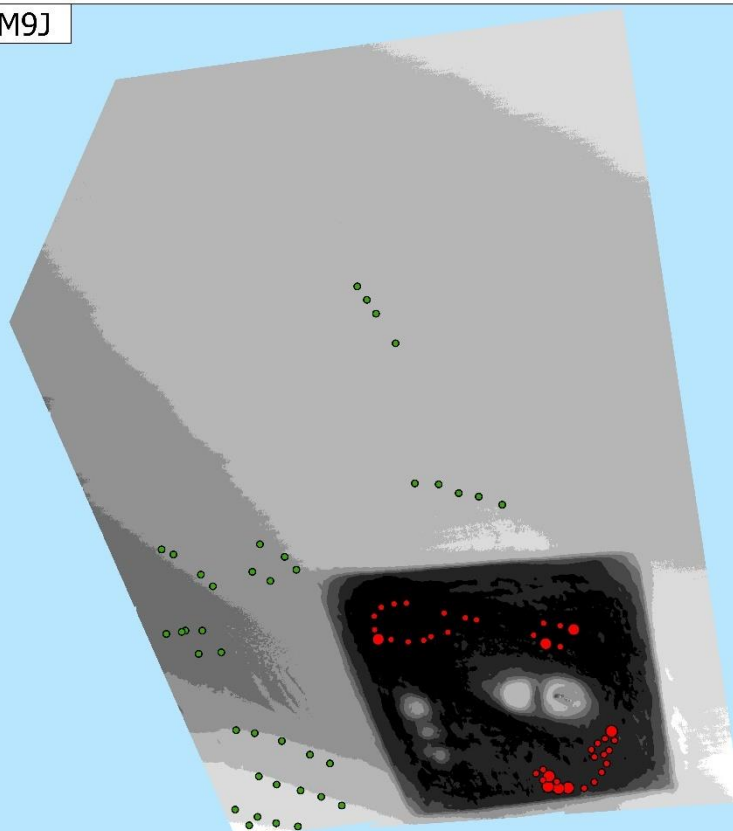
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 25



eurofins AquaSense



M9J



Slibpercentage (%)

Impactgebied

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 25
- 25 - 60
- 60 - 100

Referentiegebied

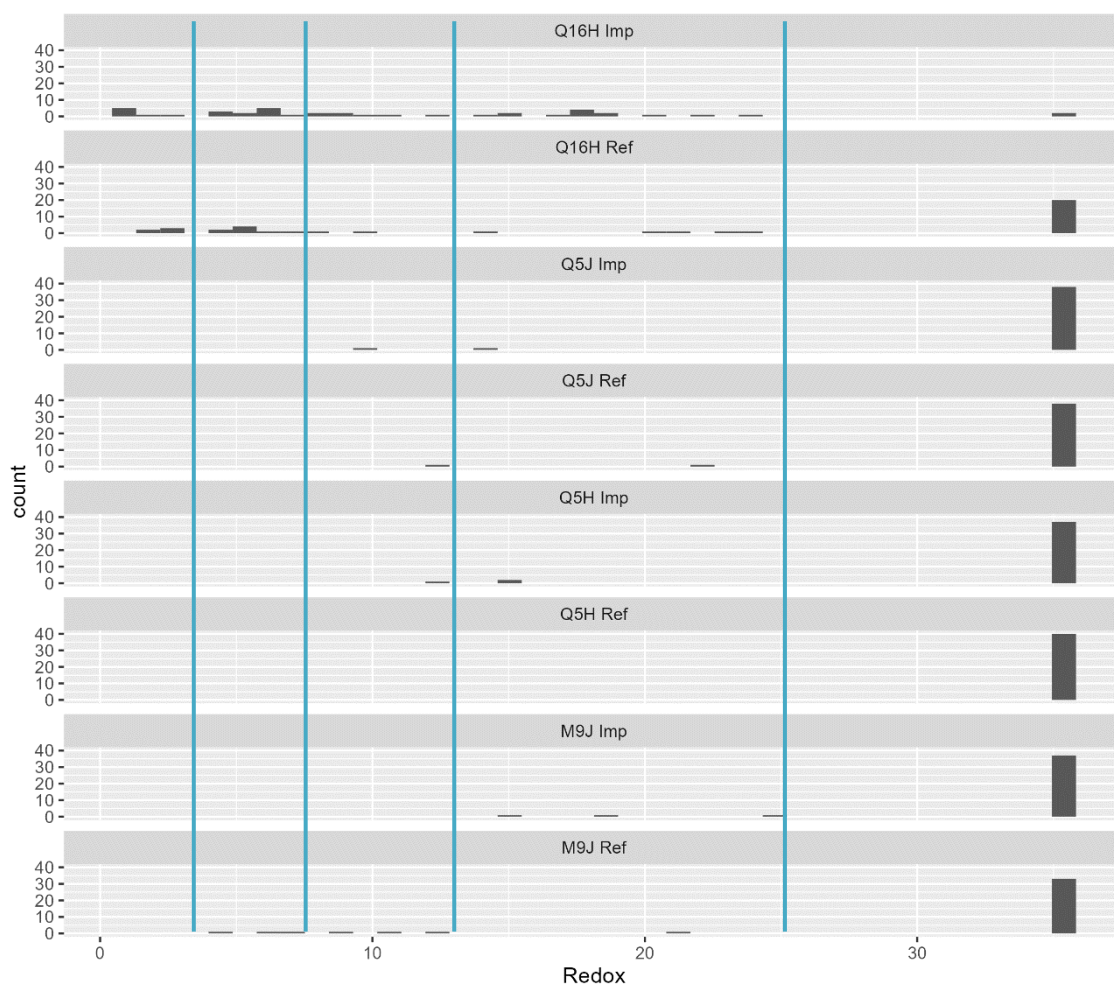
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 25



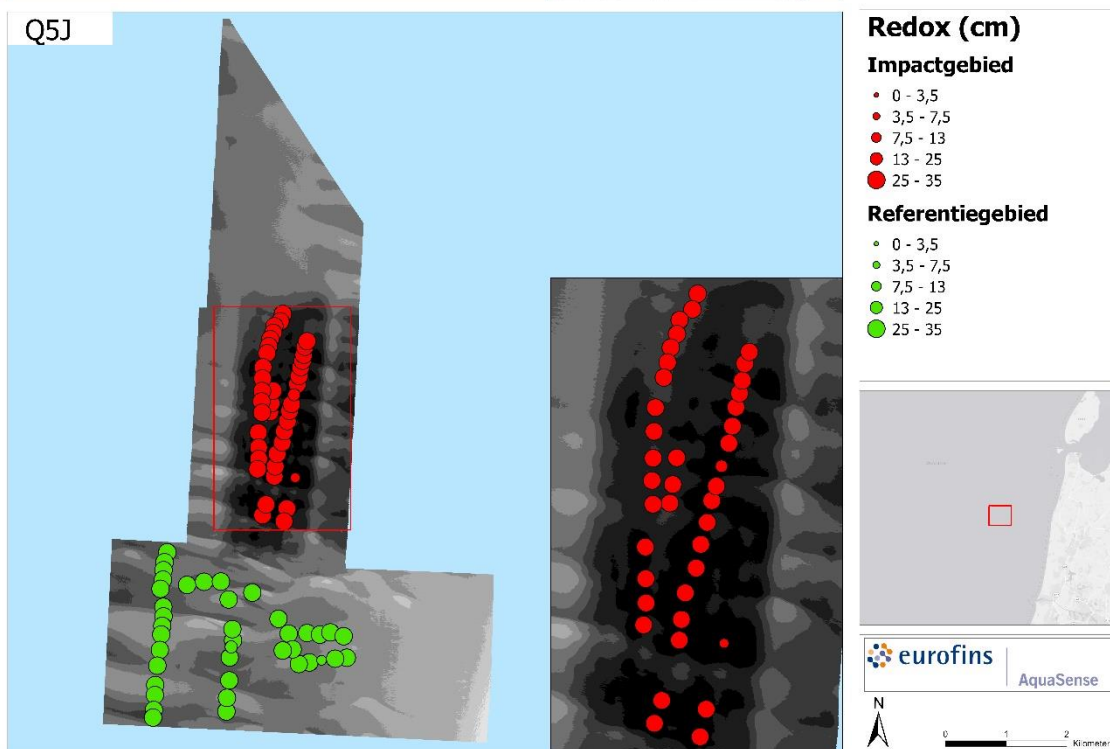
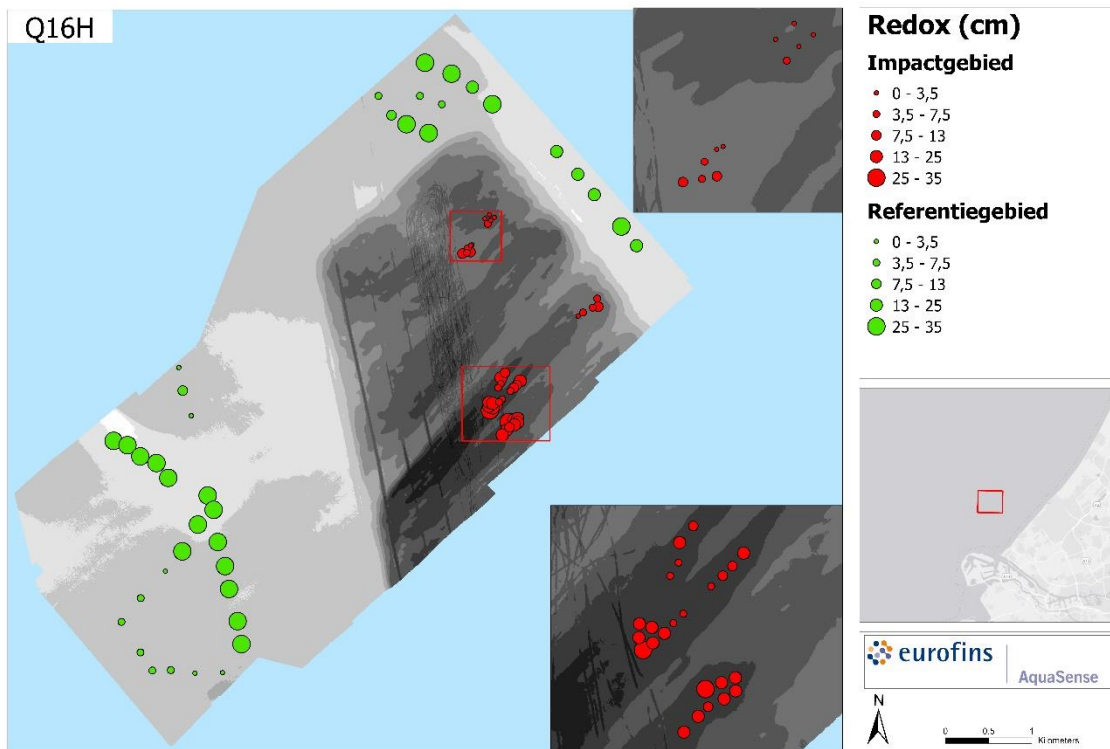
eurofins AquaSense



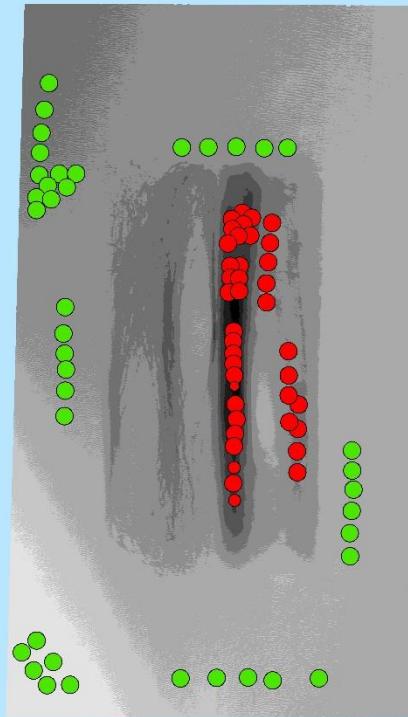
6.3.7 Redoxdiepte



Frequentiediagram per deelgebied (Imp = zandwingebied, Ref = referentiegebied). Blauwe lijnen geven de ingedeelde klassen weer. Deze klassen zijn tevens terug te zien in de hieropvolgende ruimtelijke figuren per gebied.



Q5H



Redox (cm)

Impactgebied

- 0 - 3,5
- 3,5 - 7,5
- 7,5 - 13
- 13 - 25
- 25 - 35

Referentiegebied

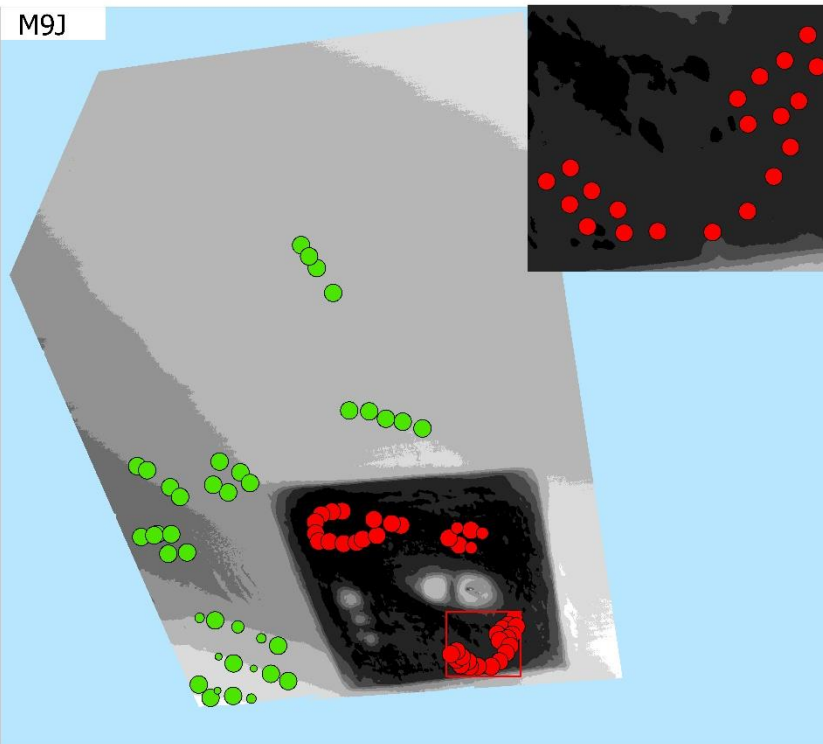
- 0 - 3,5
- 3,5 - 7,5
- 7,5 - 13
- 13 - 25
- 25 - 35



eurofins AquaSense



M9J



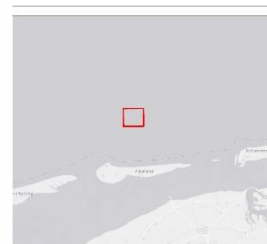
Redox (cm)

Impactgebied

- 0 - 3,5
- 3,5 - 7,5
- 7,5 - 13
- 13 - 25
- 25 - 35

Referentiegebied

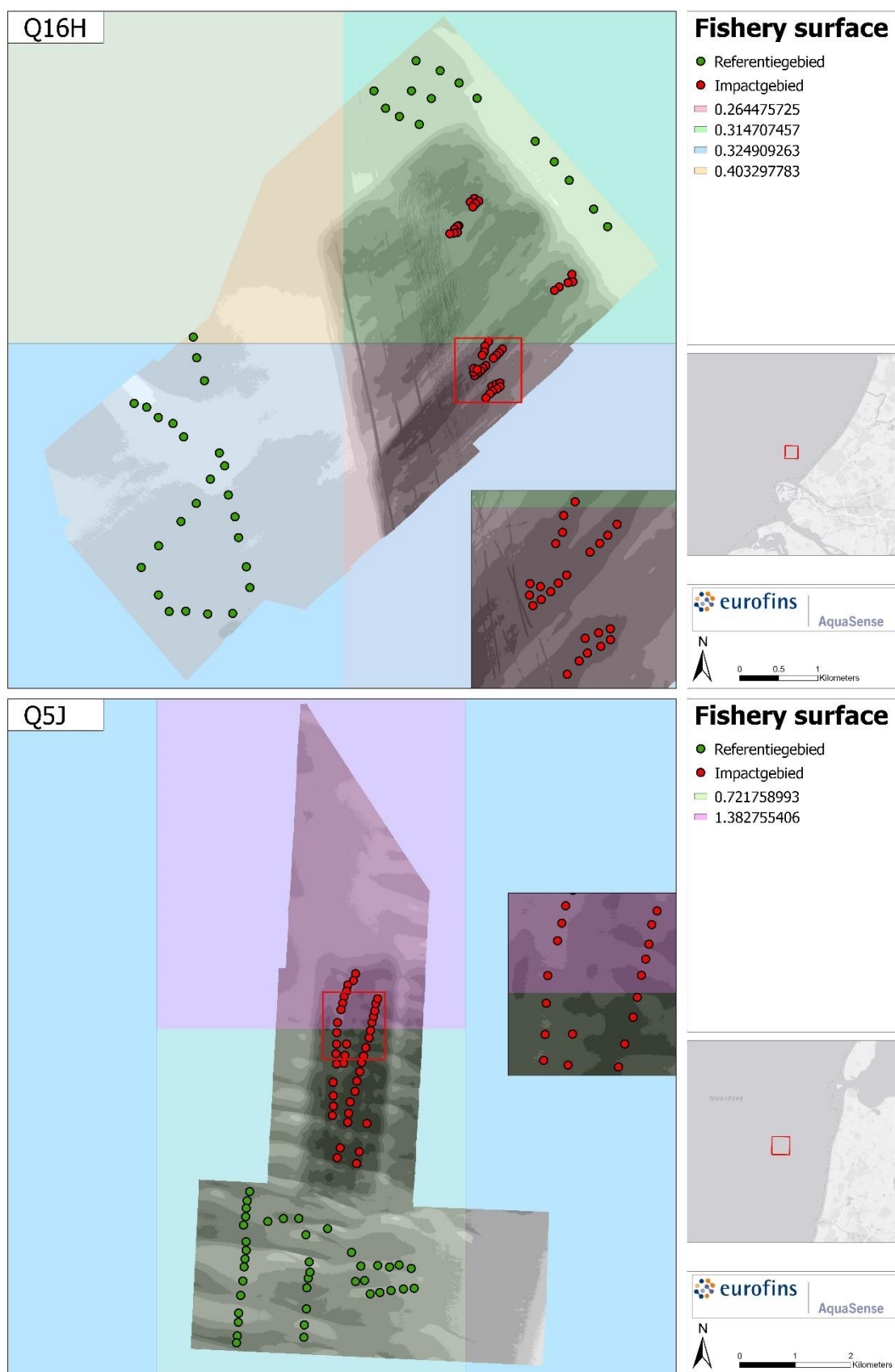
- 0 - 3,5
- 3,5 - 7,5
- 7,5 - 13
- 13 - 25
- 25 - 35

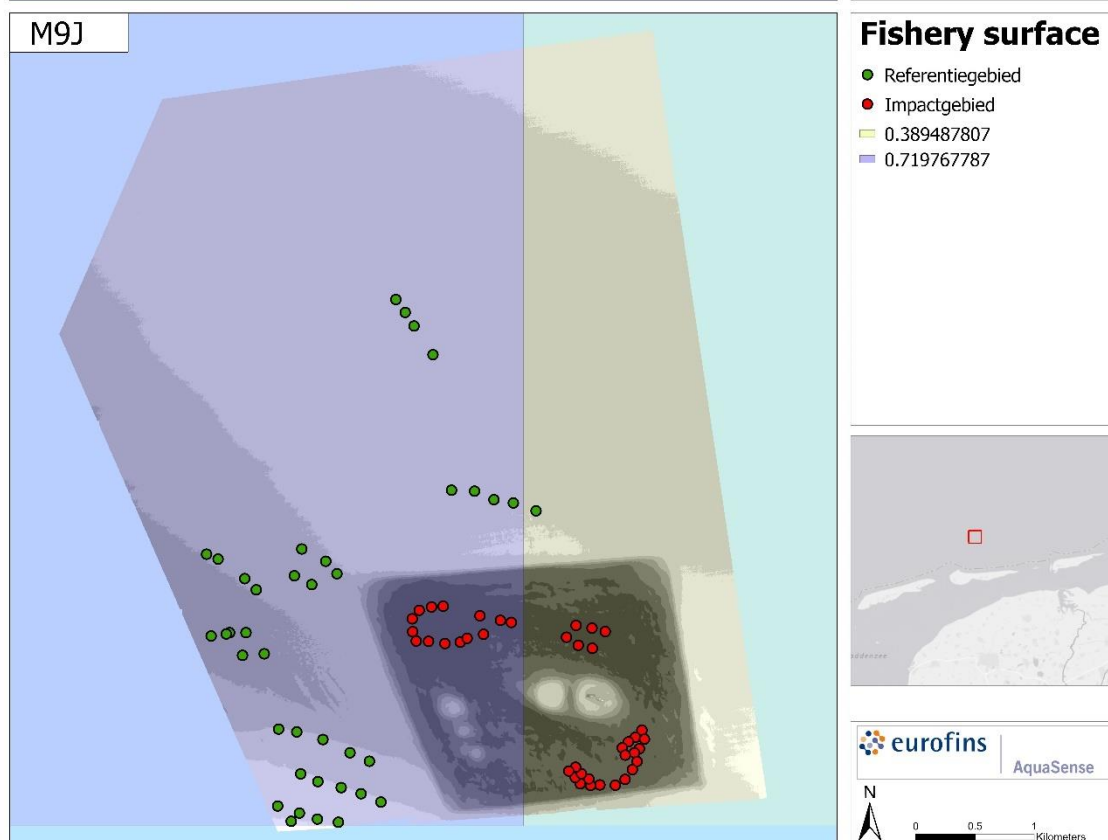
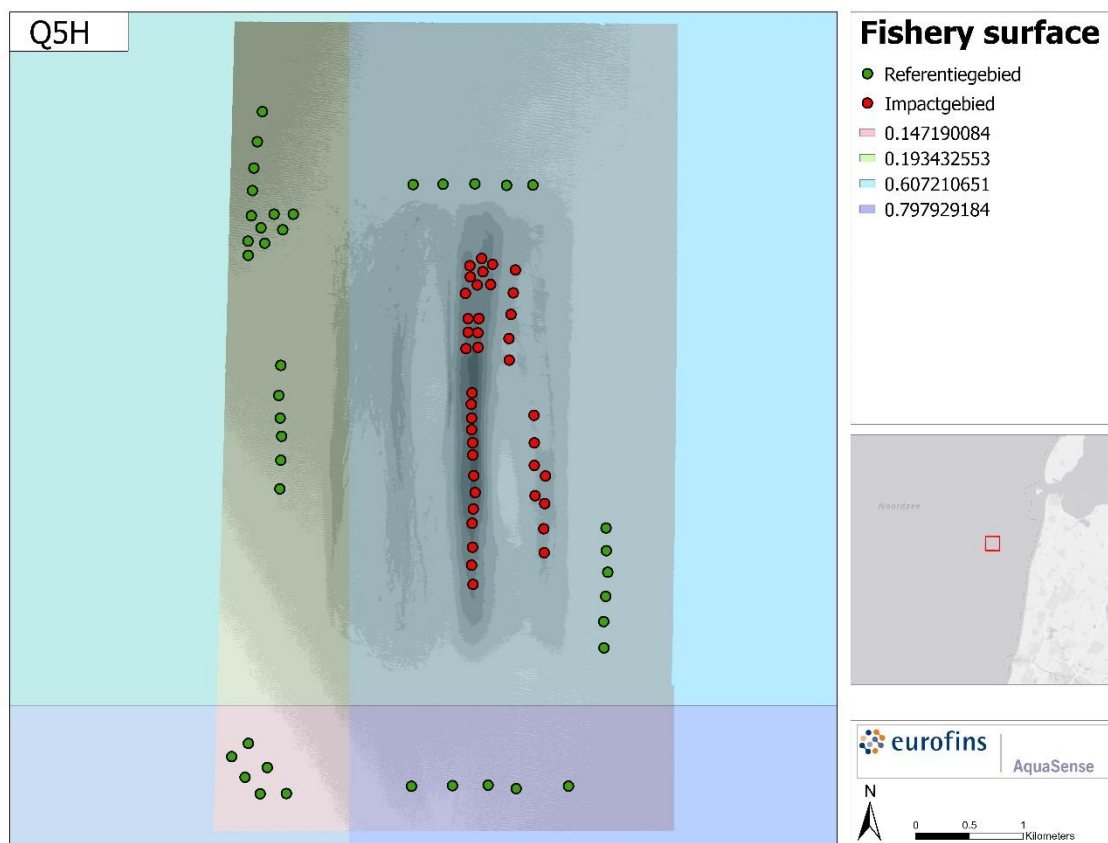


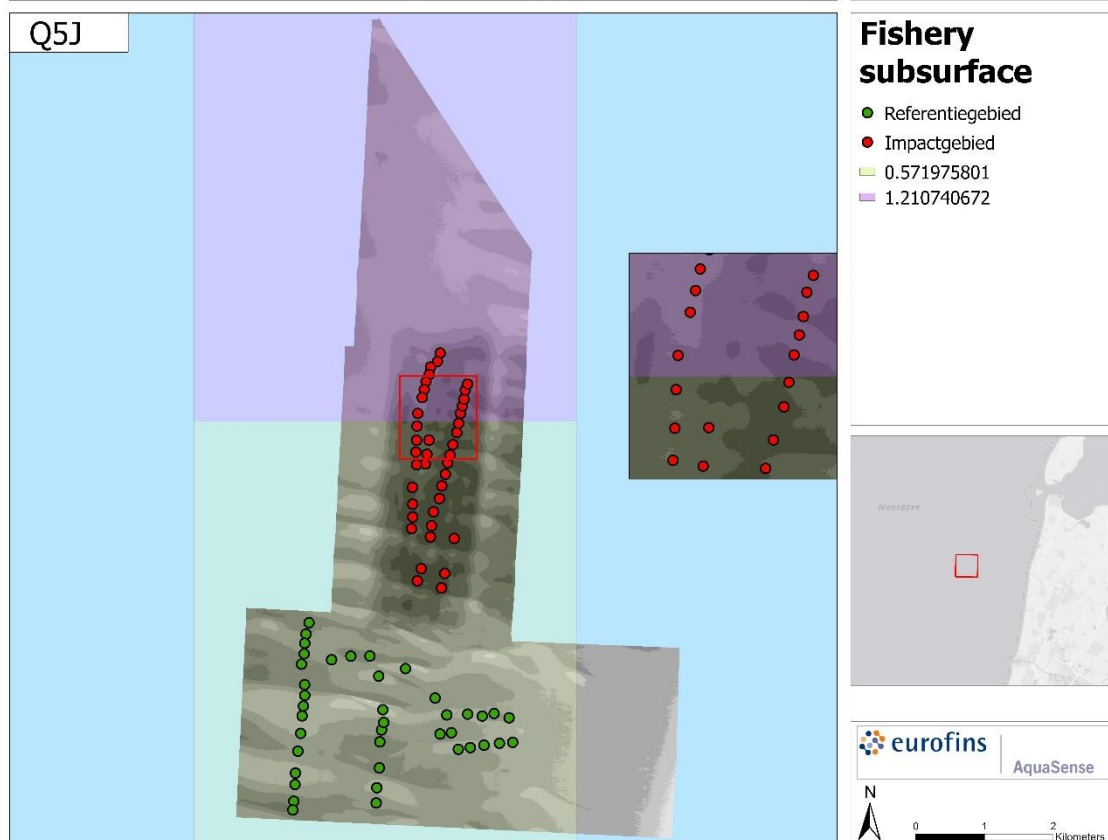
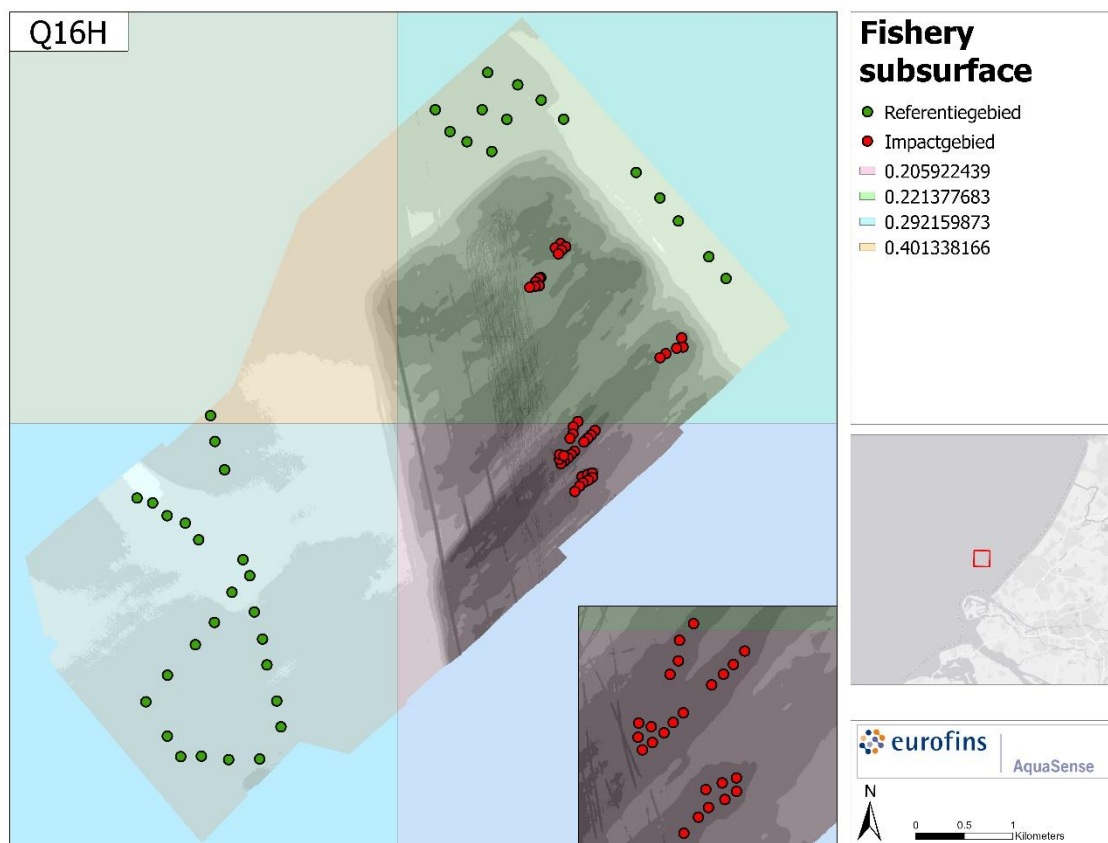
eurofins AquaSense

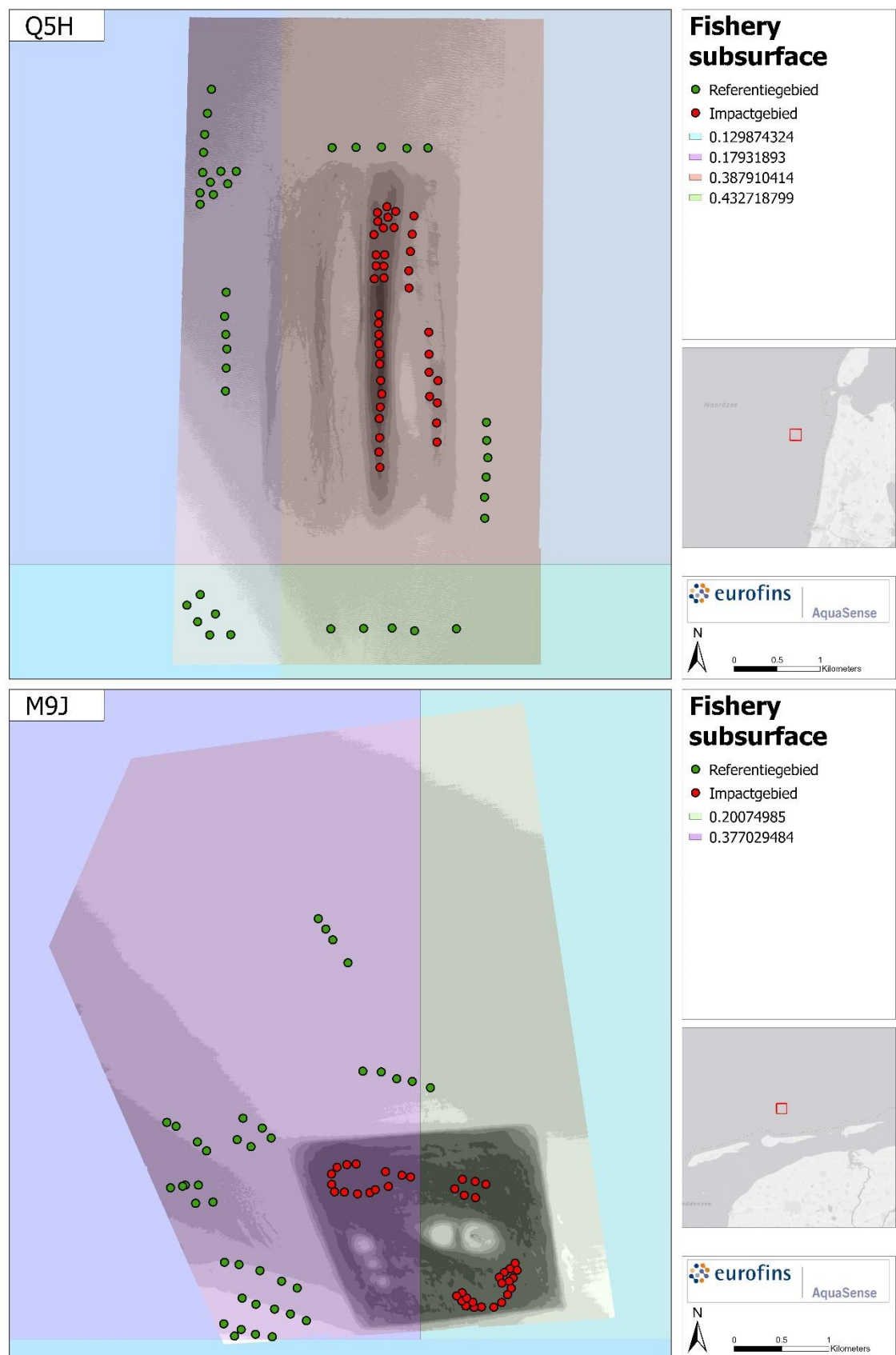


6.3.8 Visserij intensiteit (gemiddelde Swept Area Ratio 2018-2021)



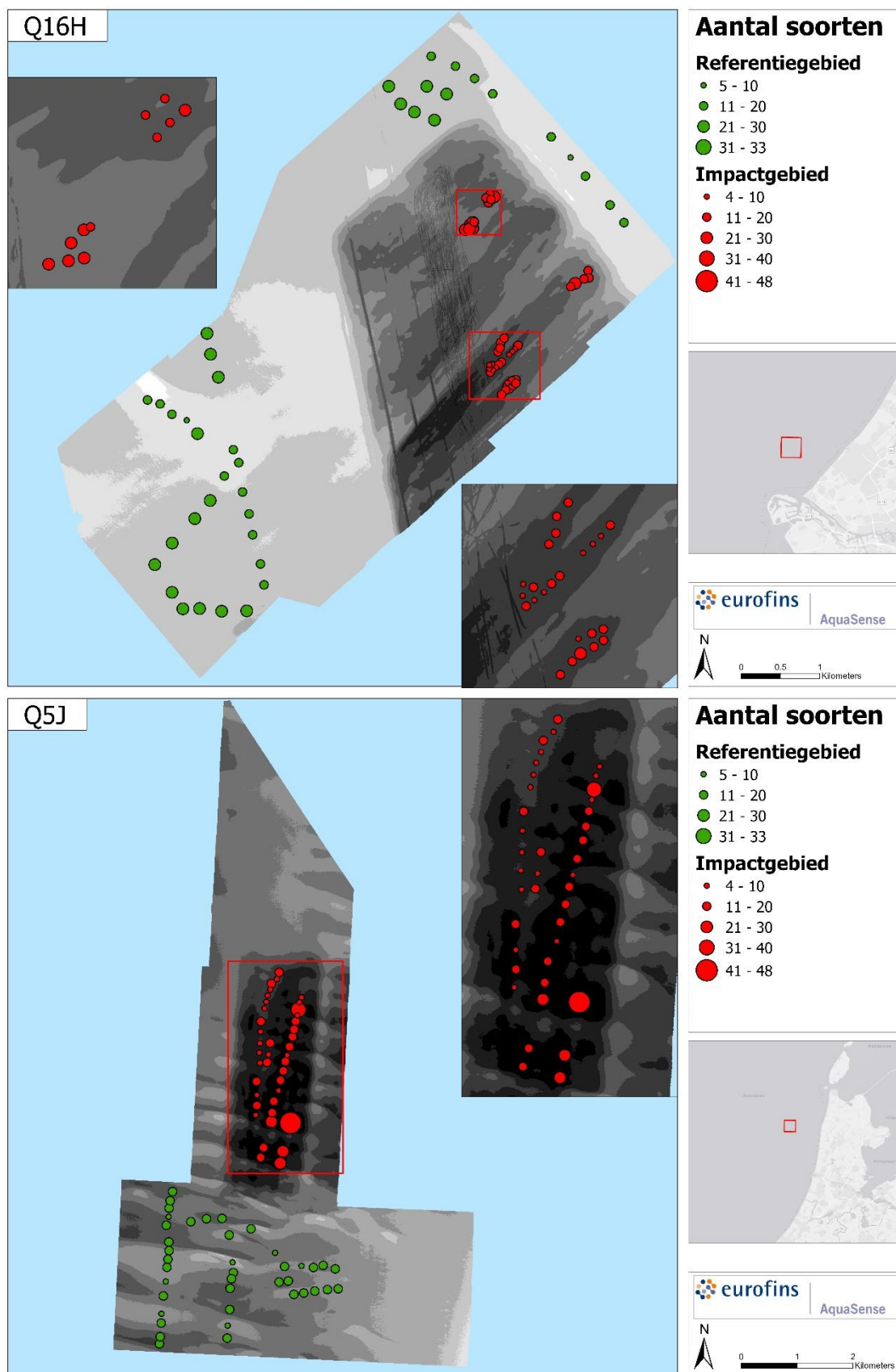


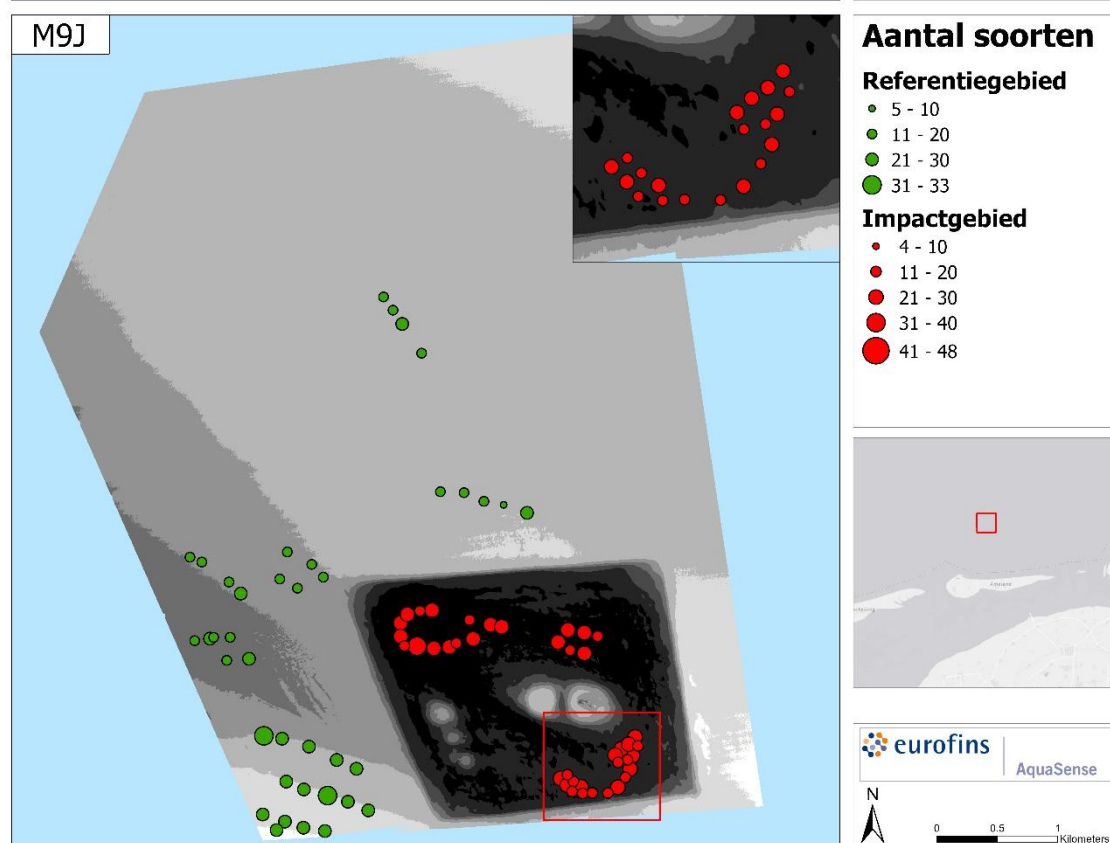
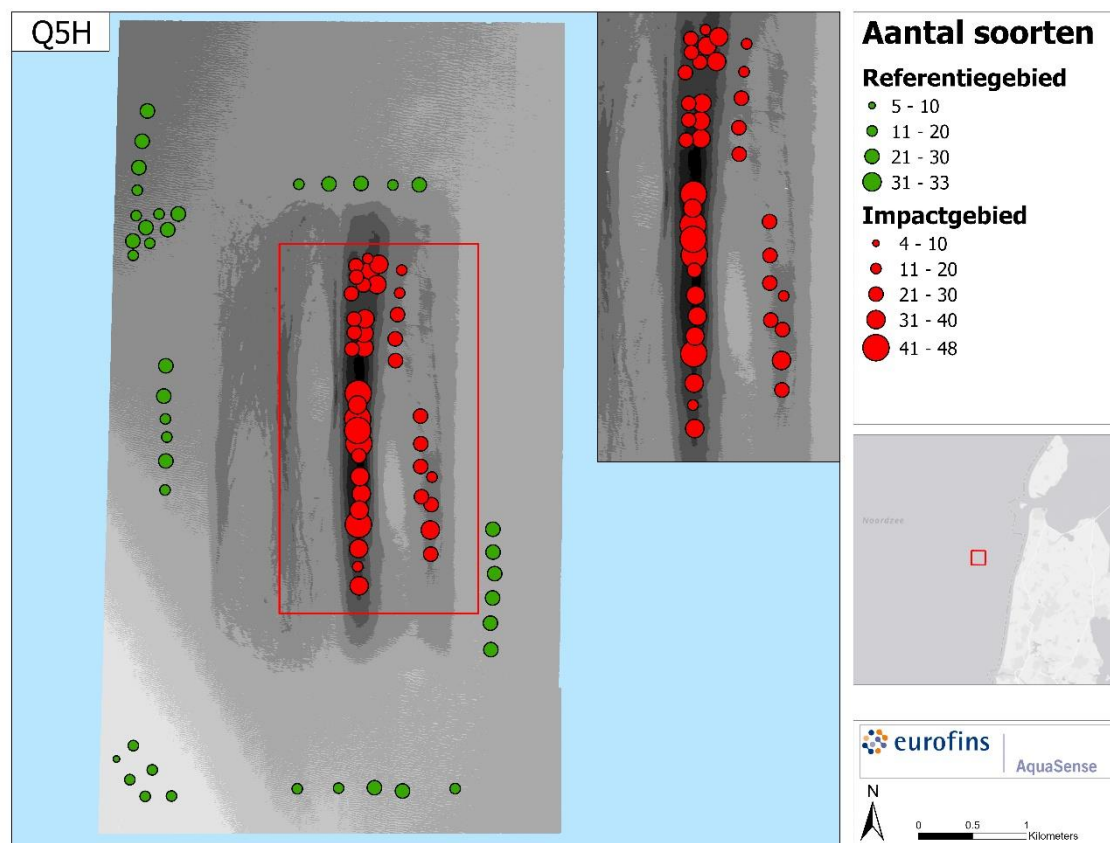




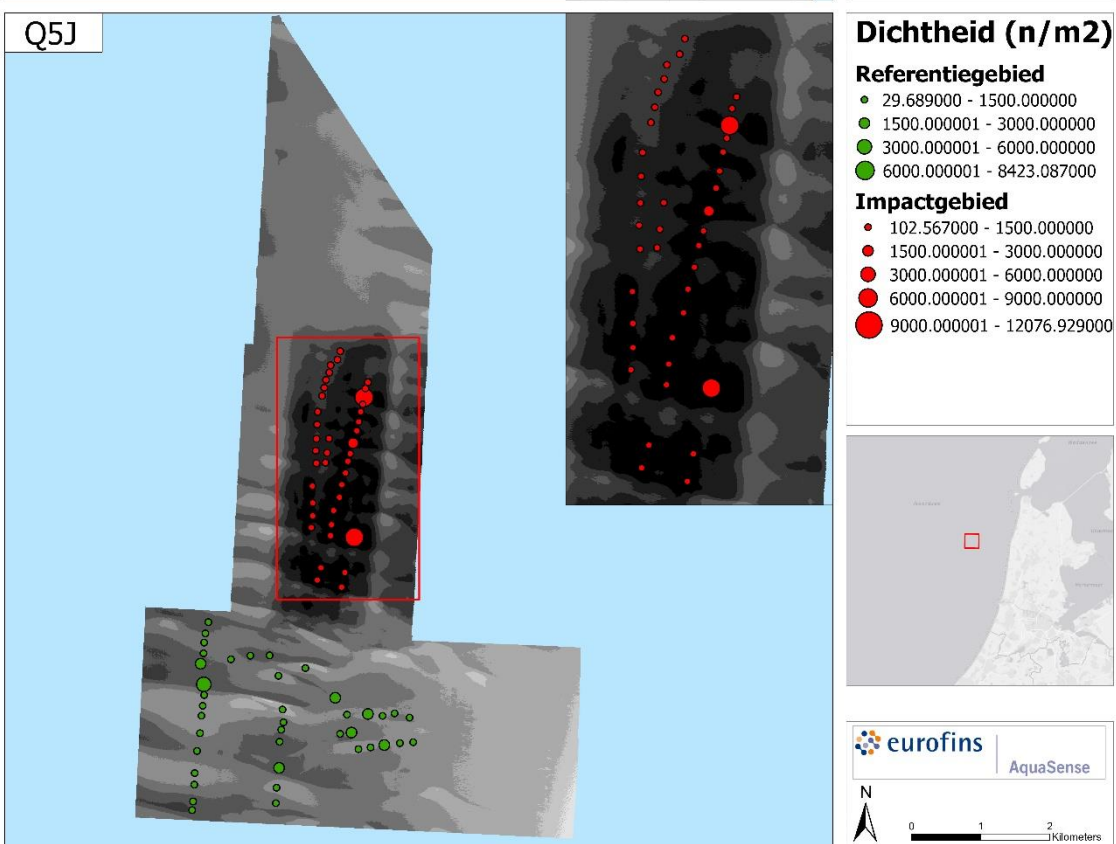
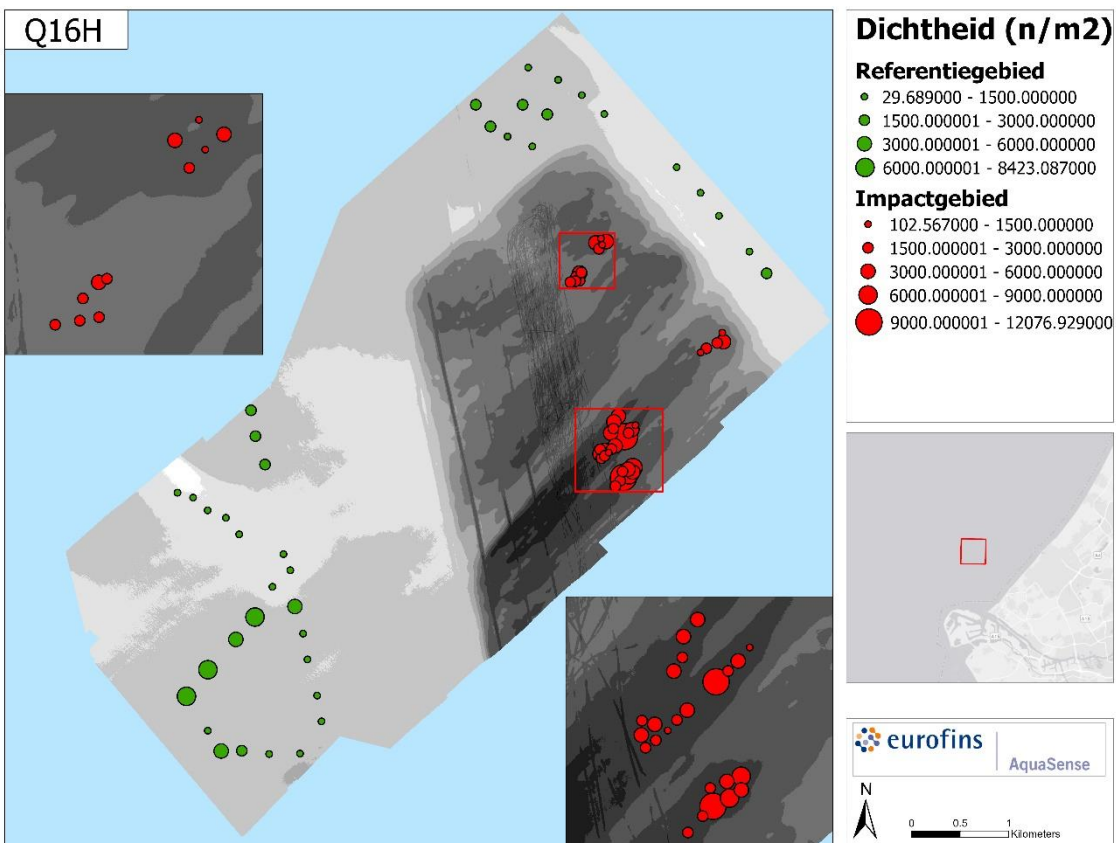
6.4 Ruimtelijke verspreiding aantal taxa, dichtheid, biomassa en diversiteit

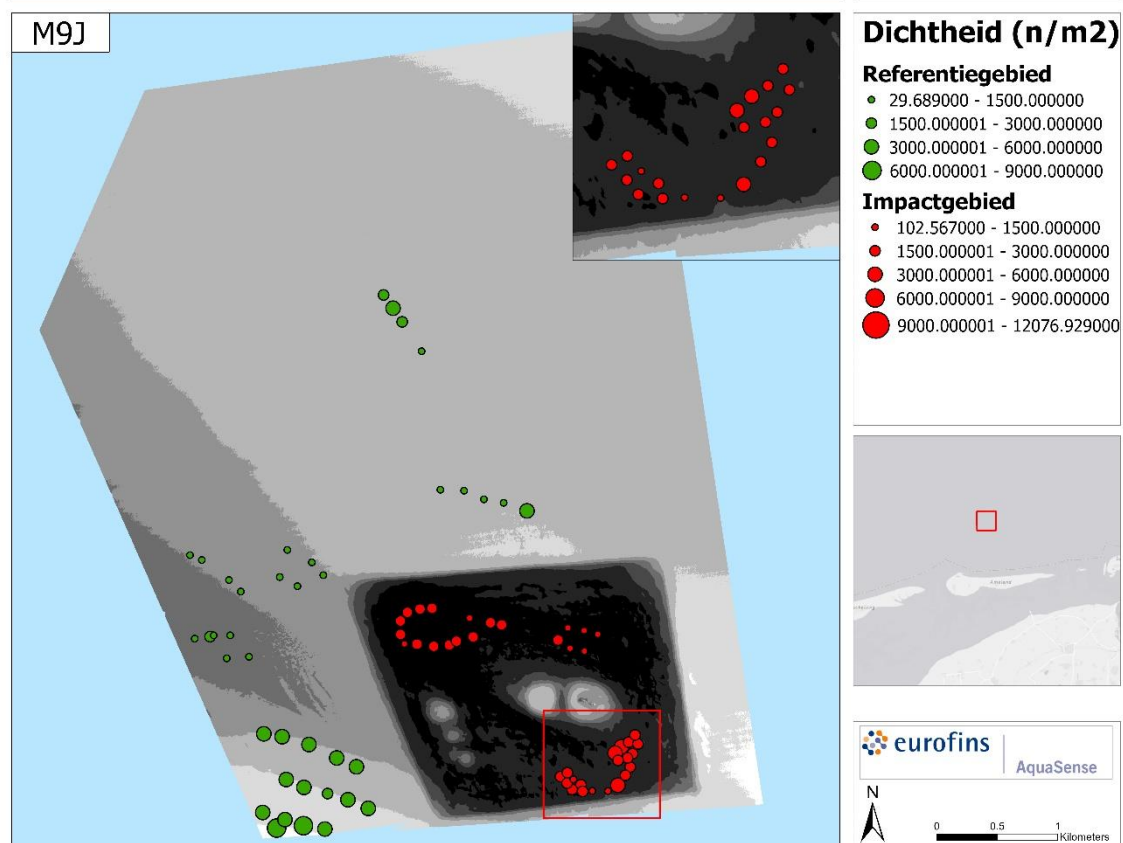
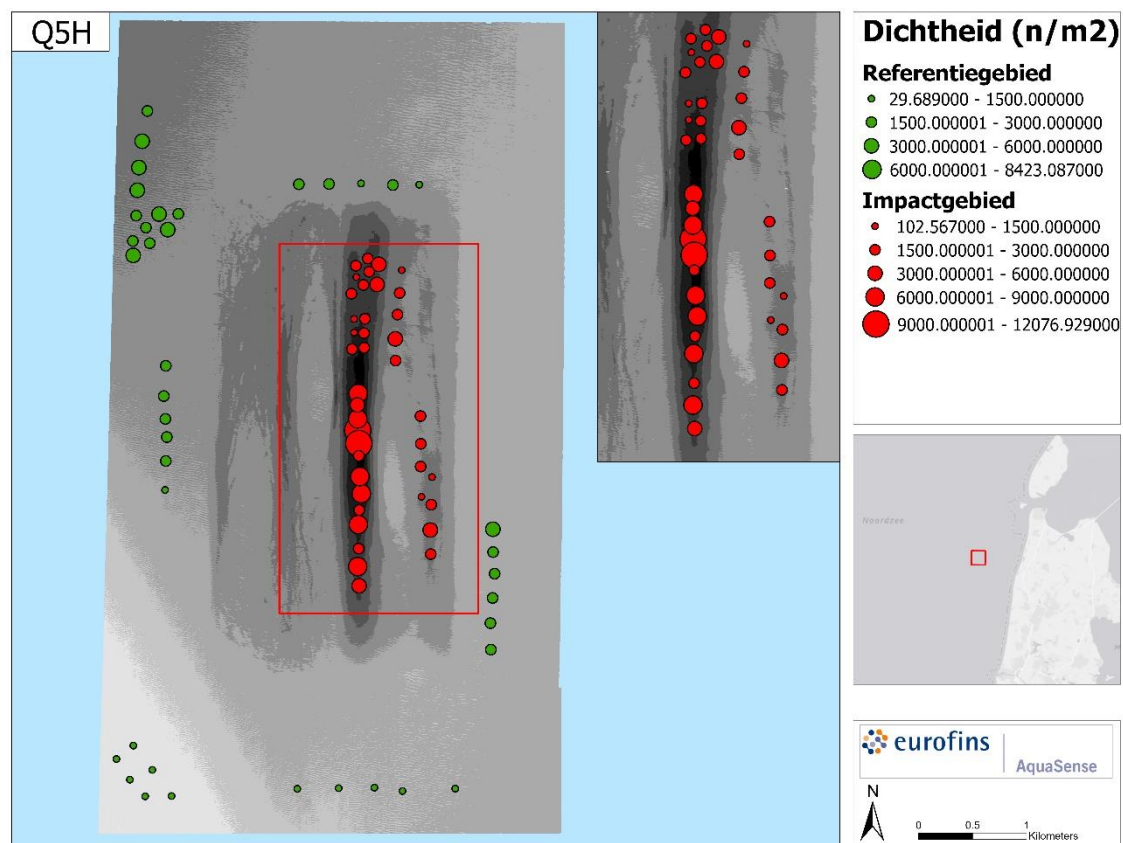
6.4.1 Aantal taxa

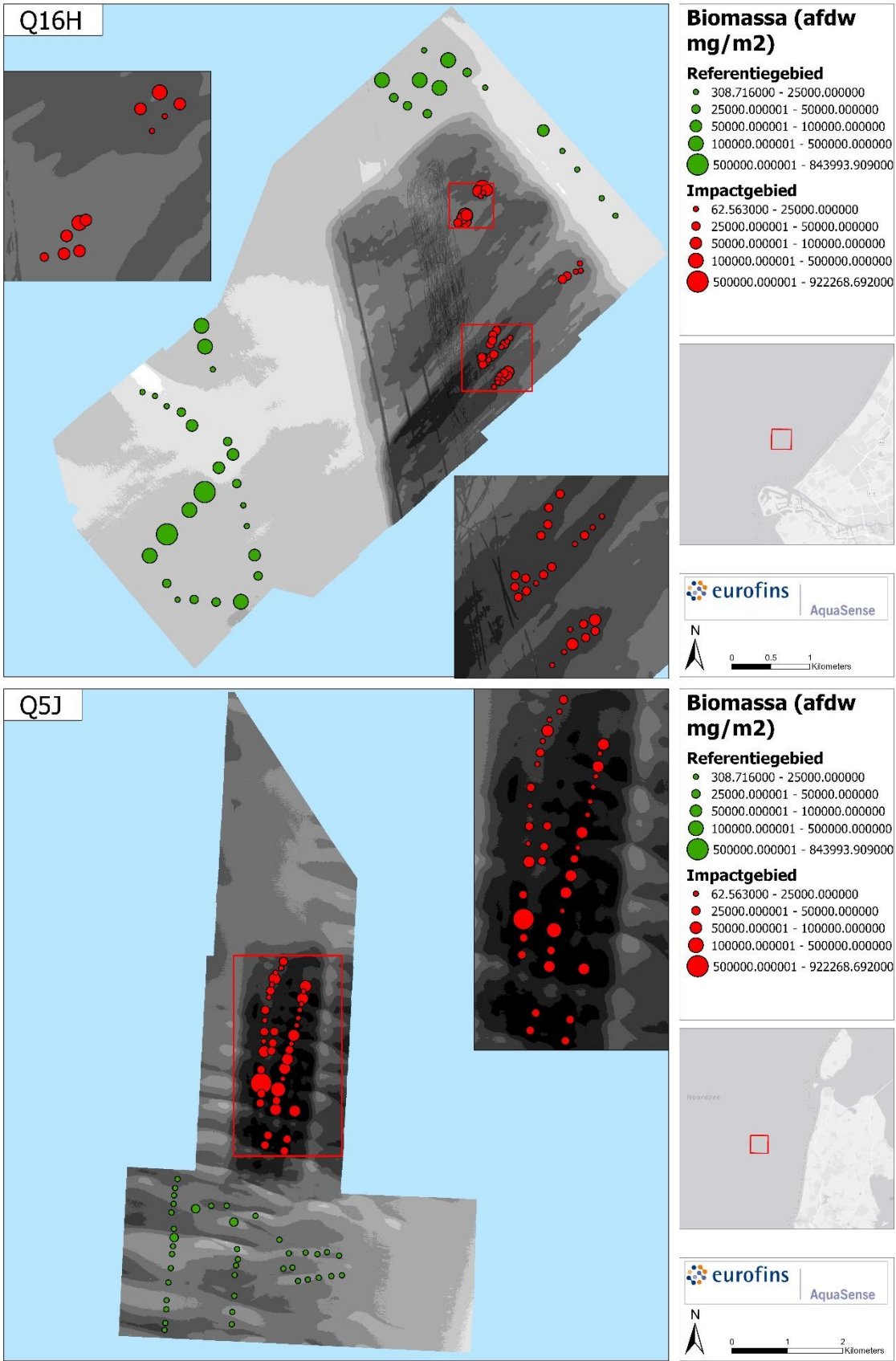


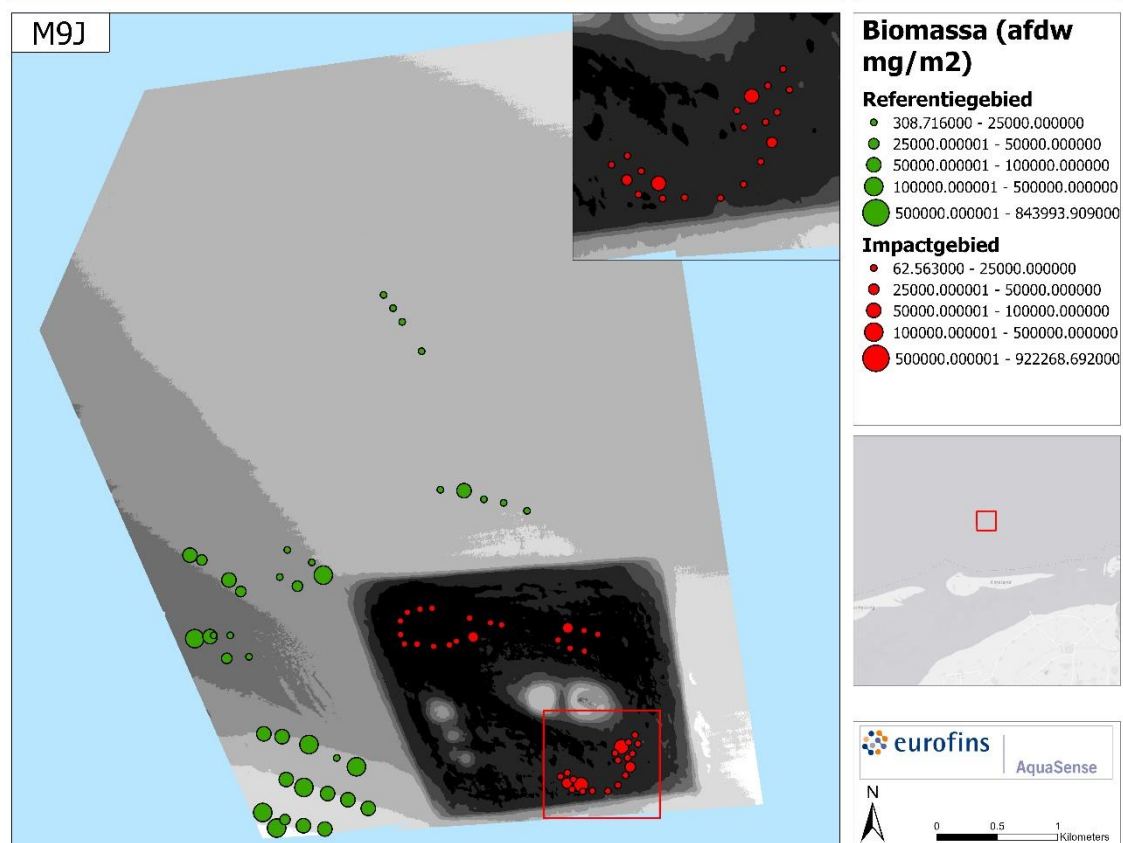
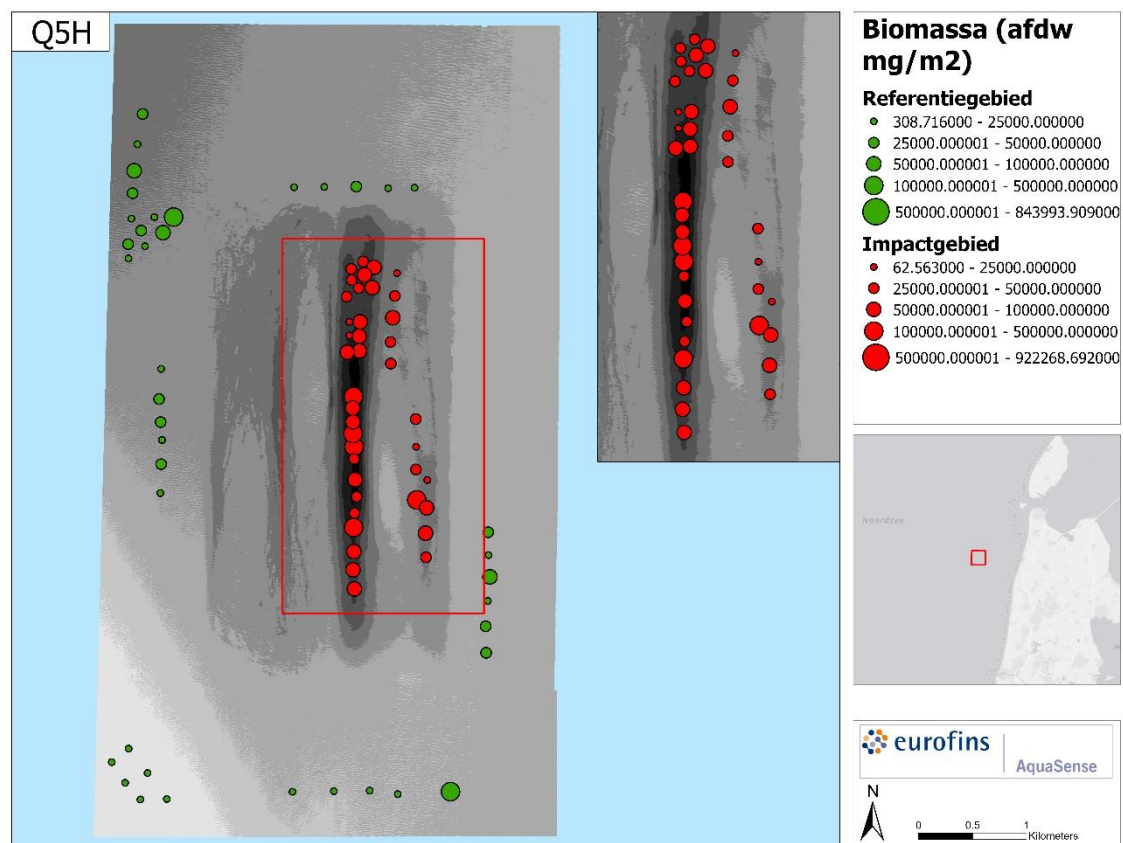


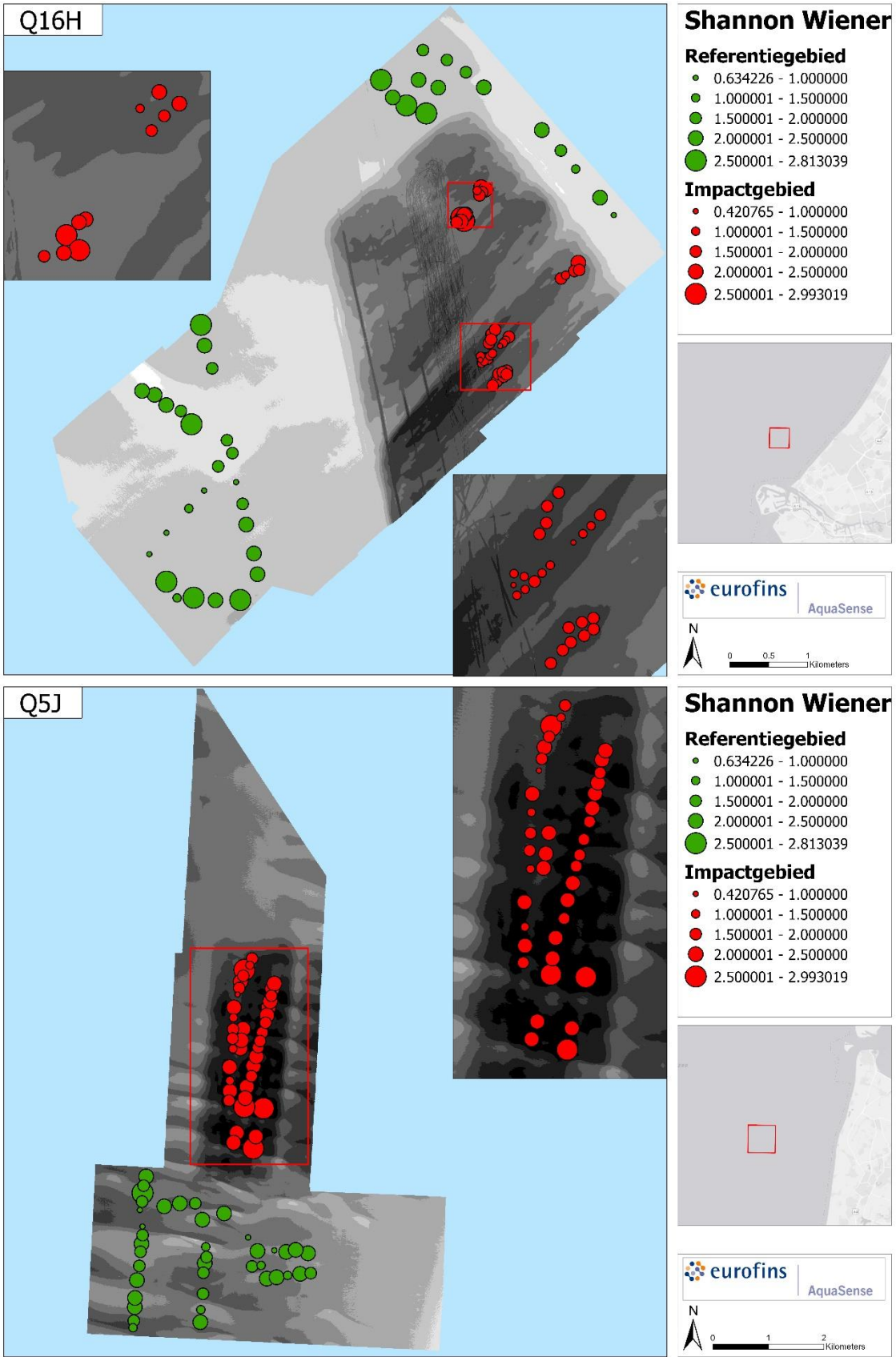
6.4.2 Dichtheid

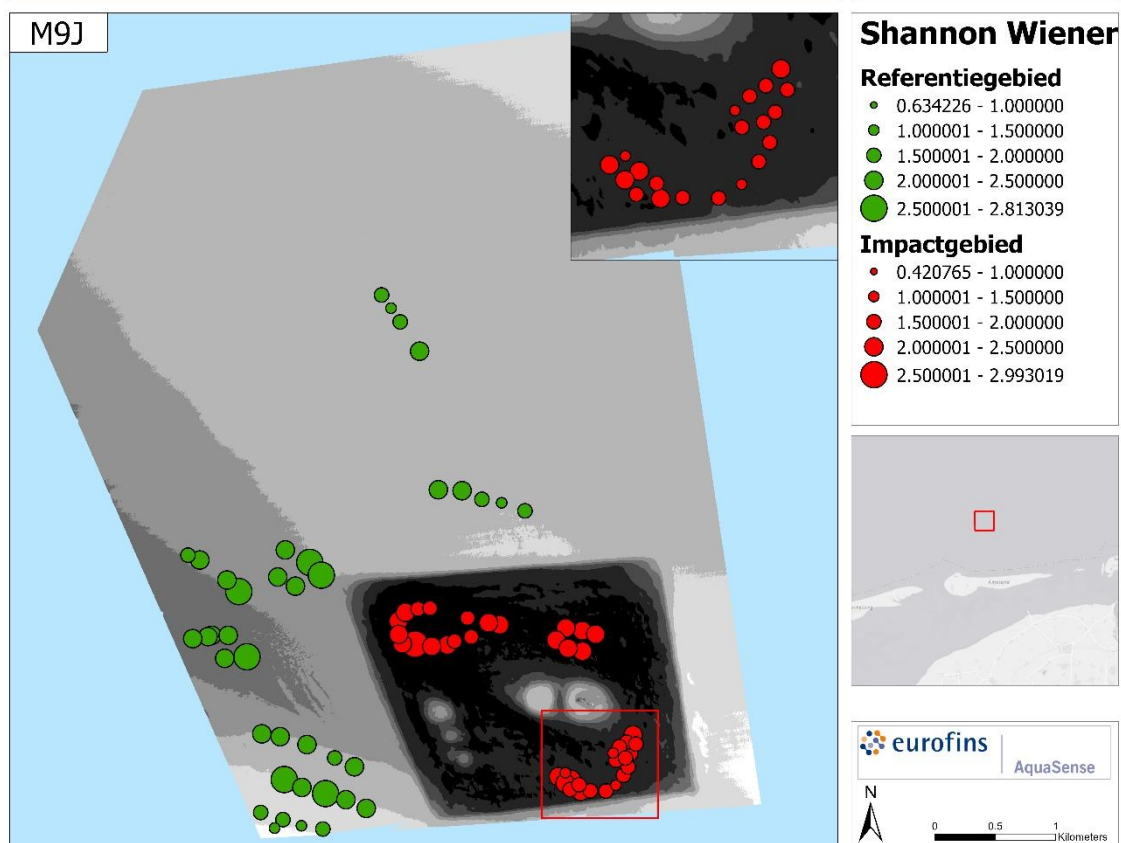
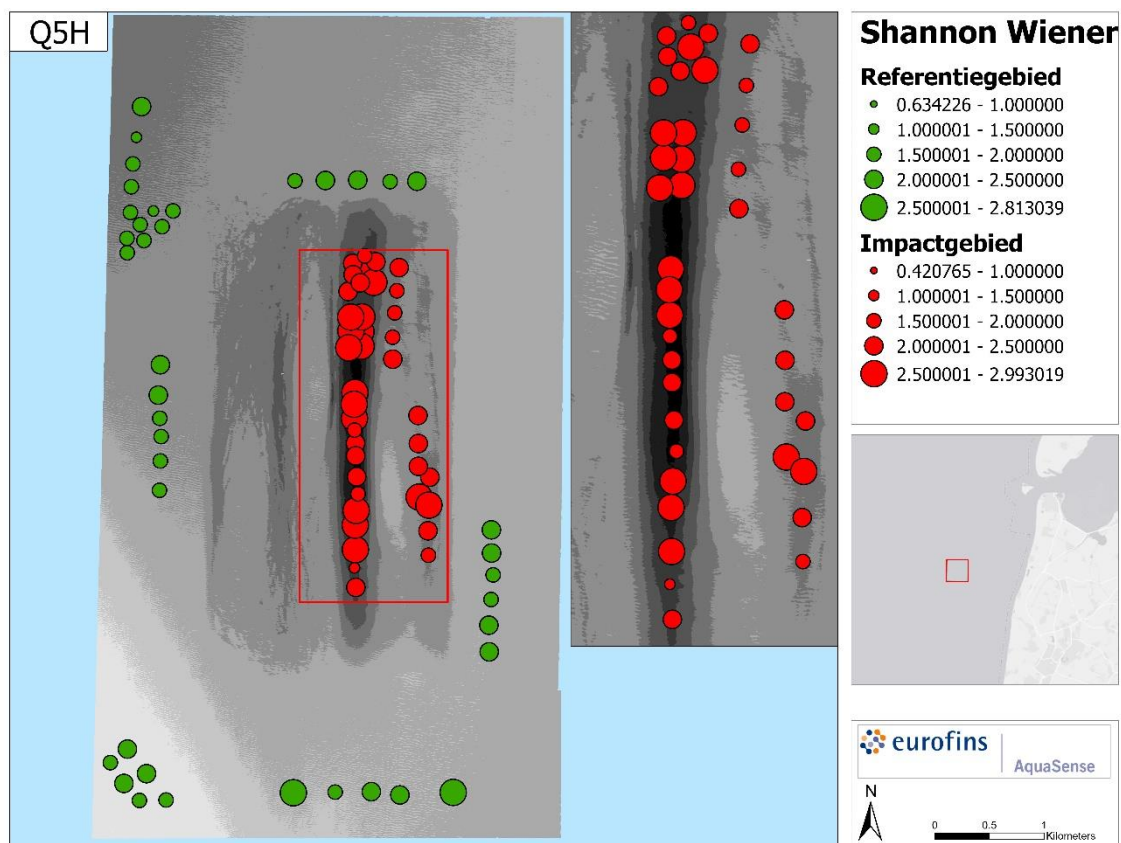


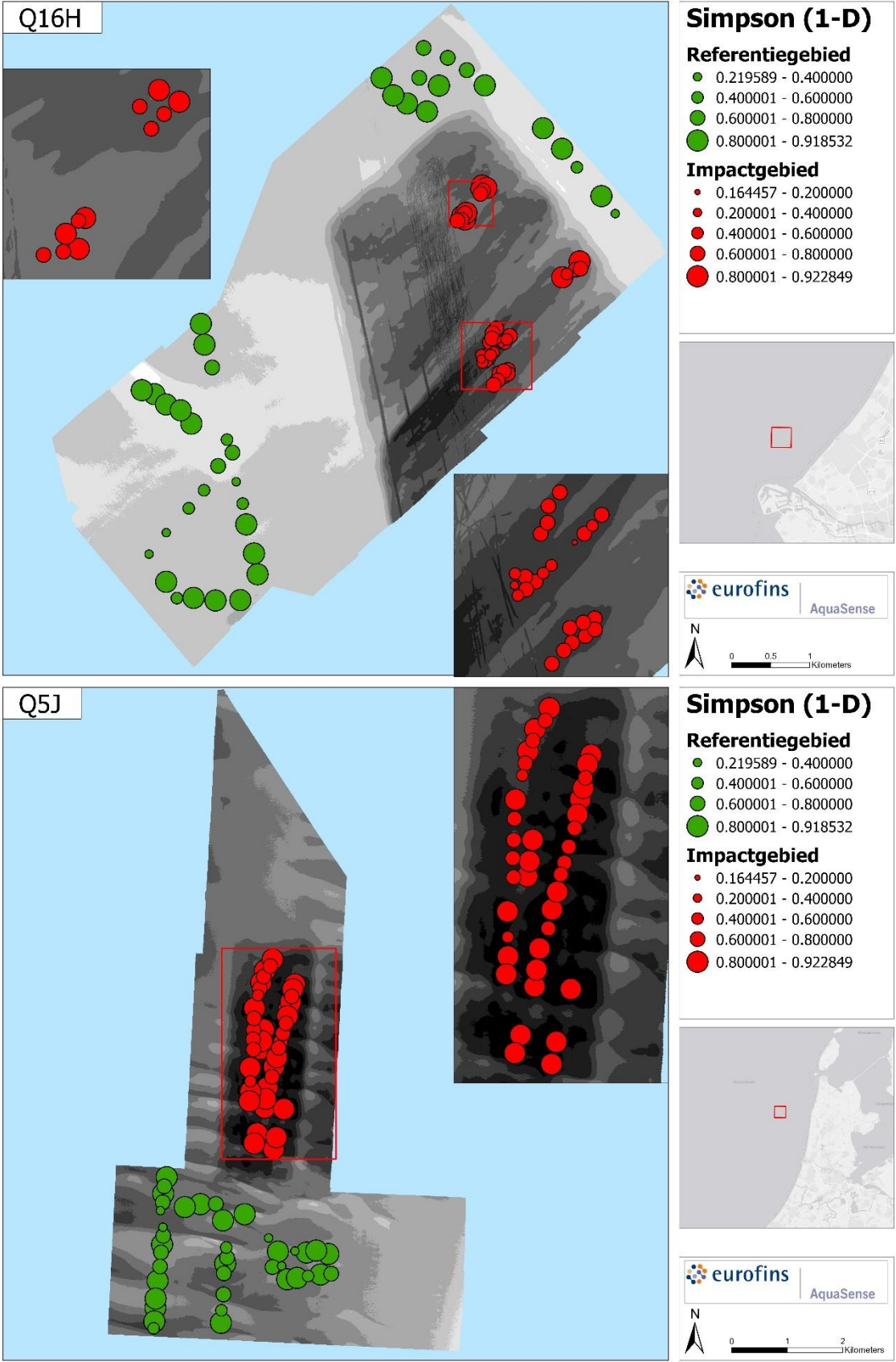


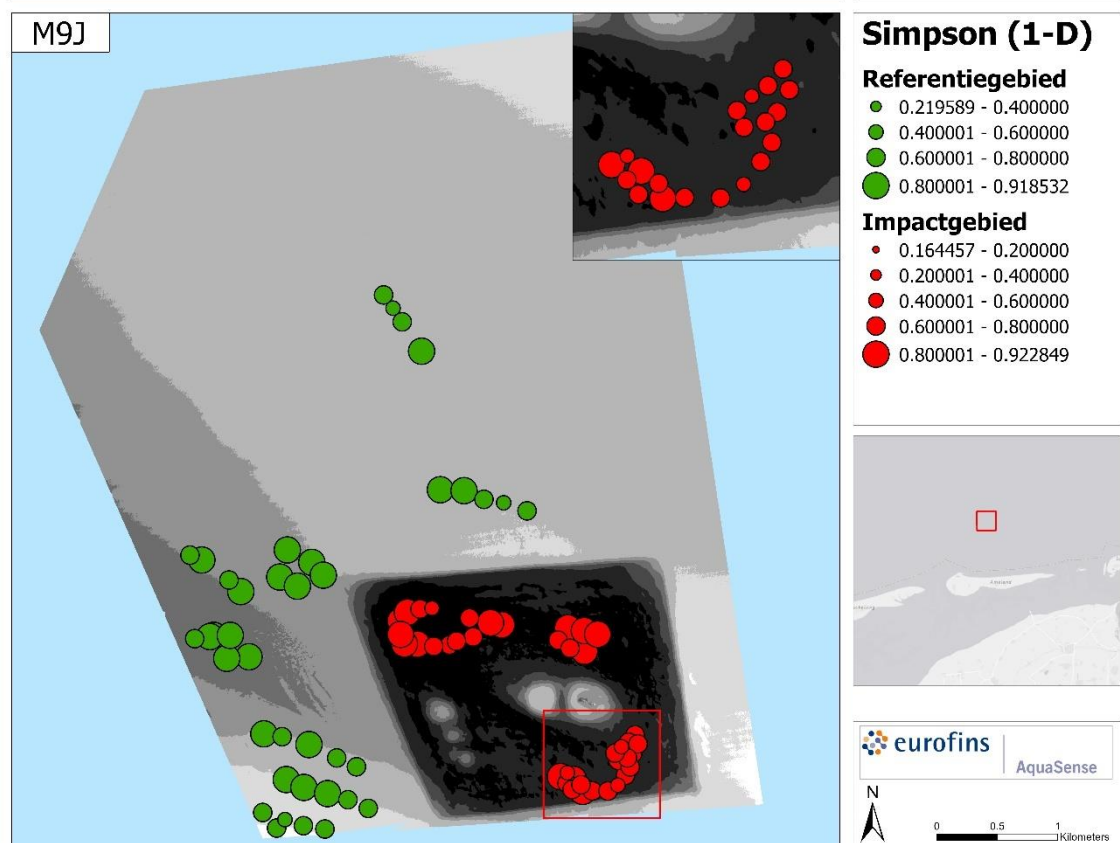
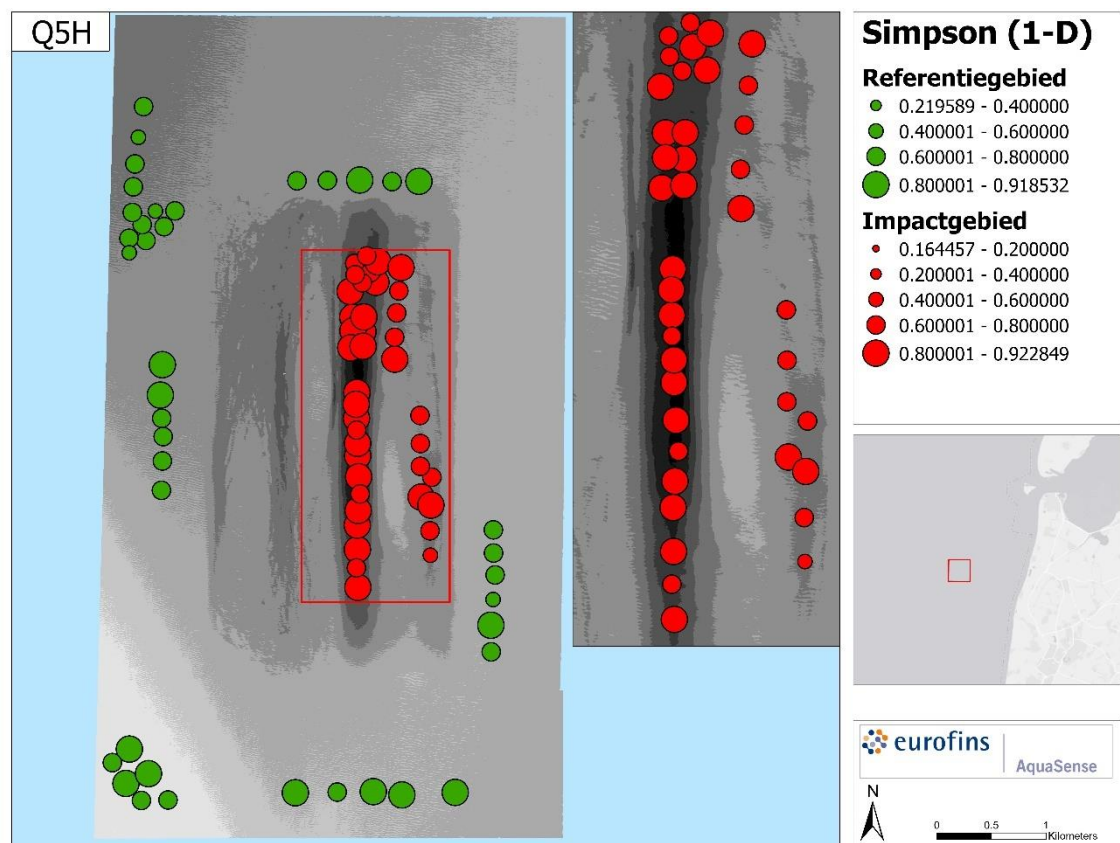






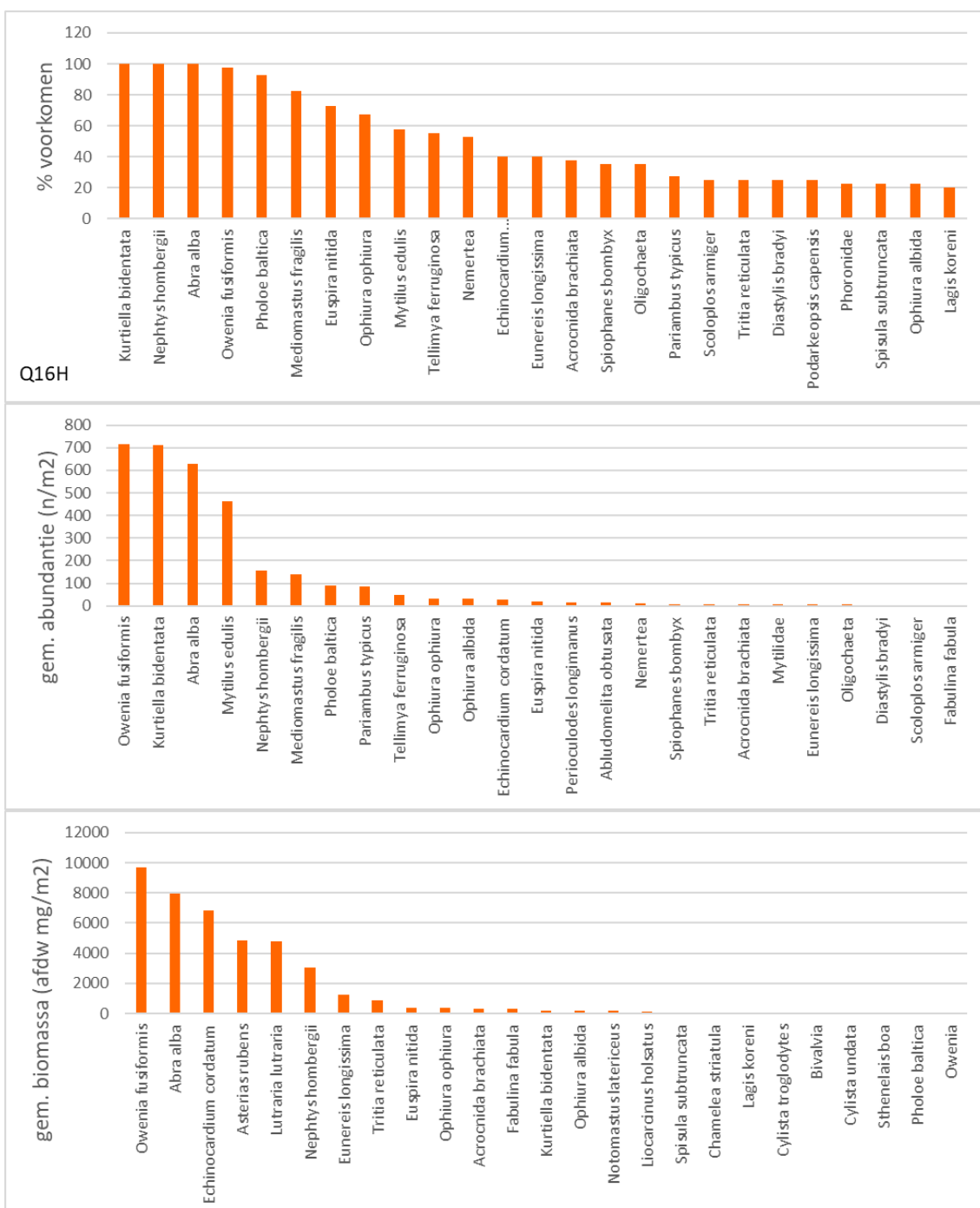


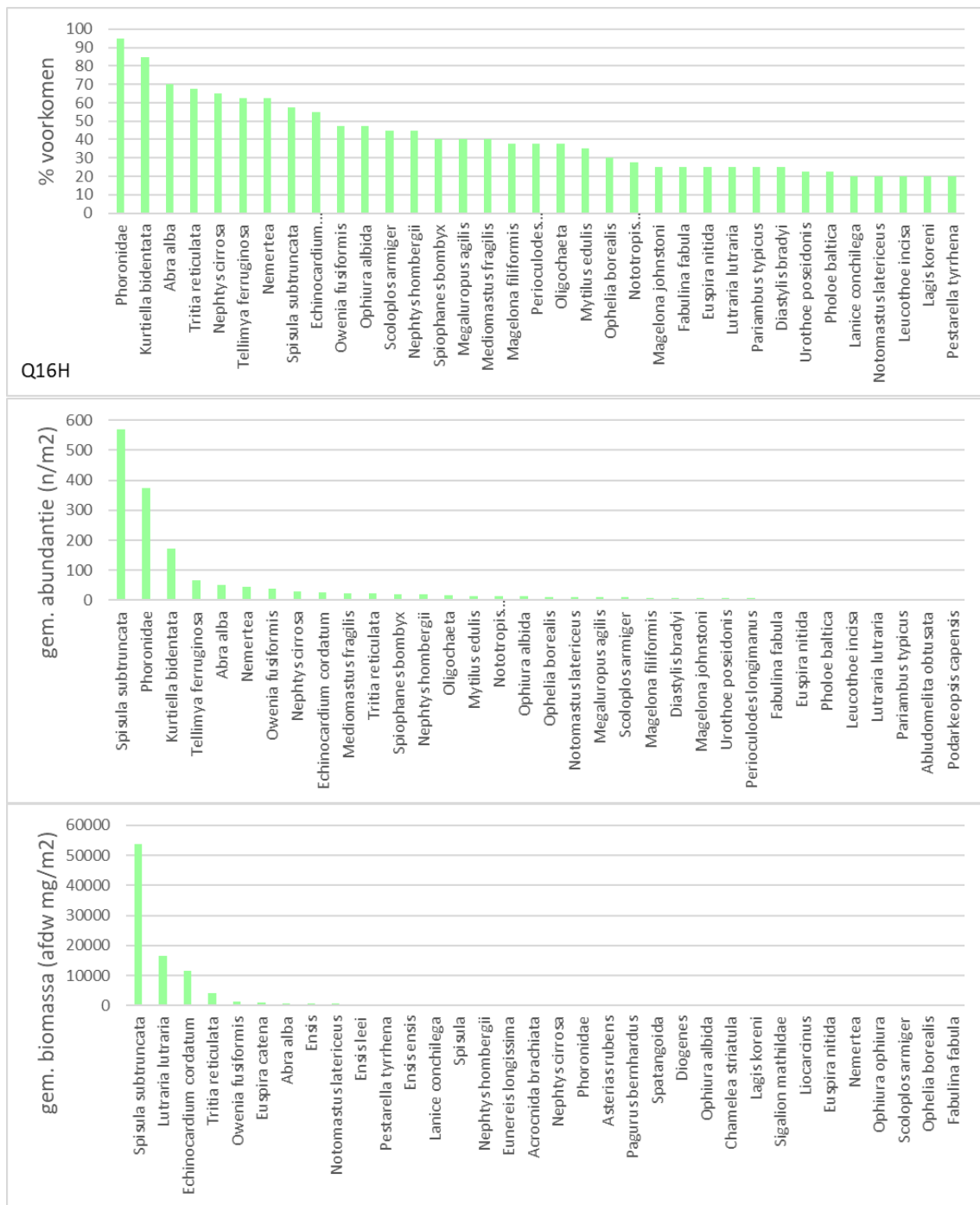




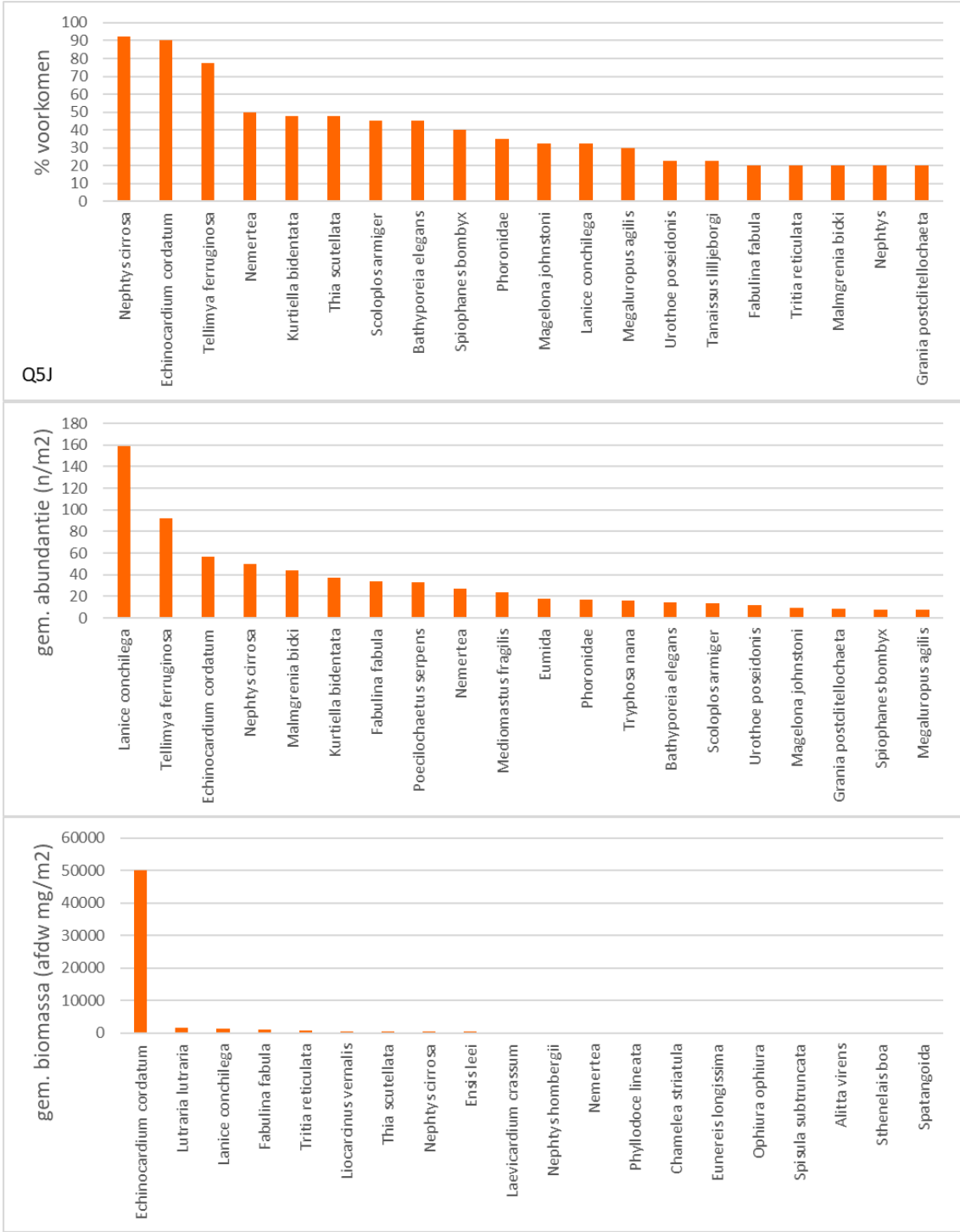
6.5

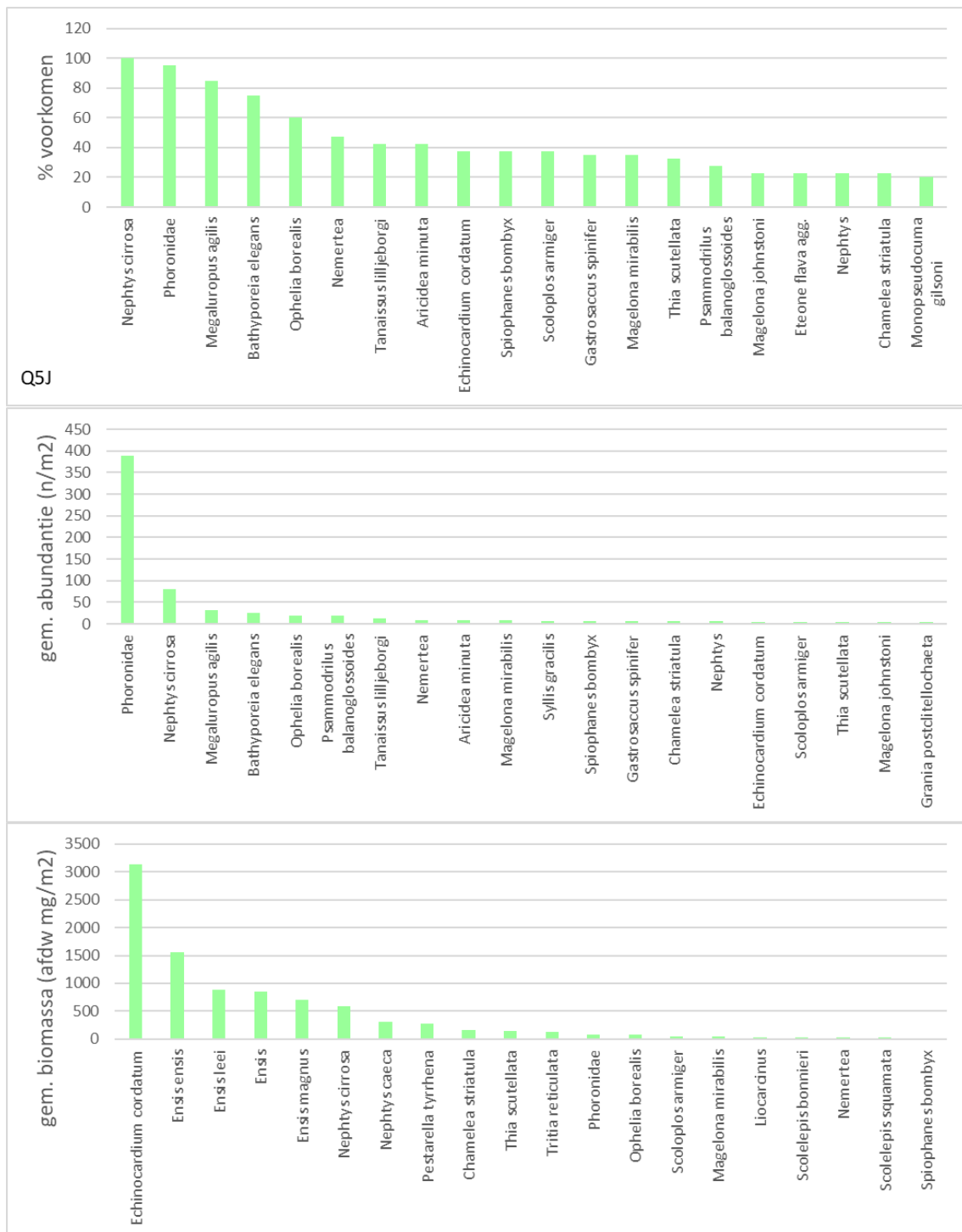
Meest voorkomende taxa, hoogste dichtheid en biomassa in de verschillende deelgebieden



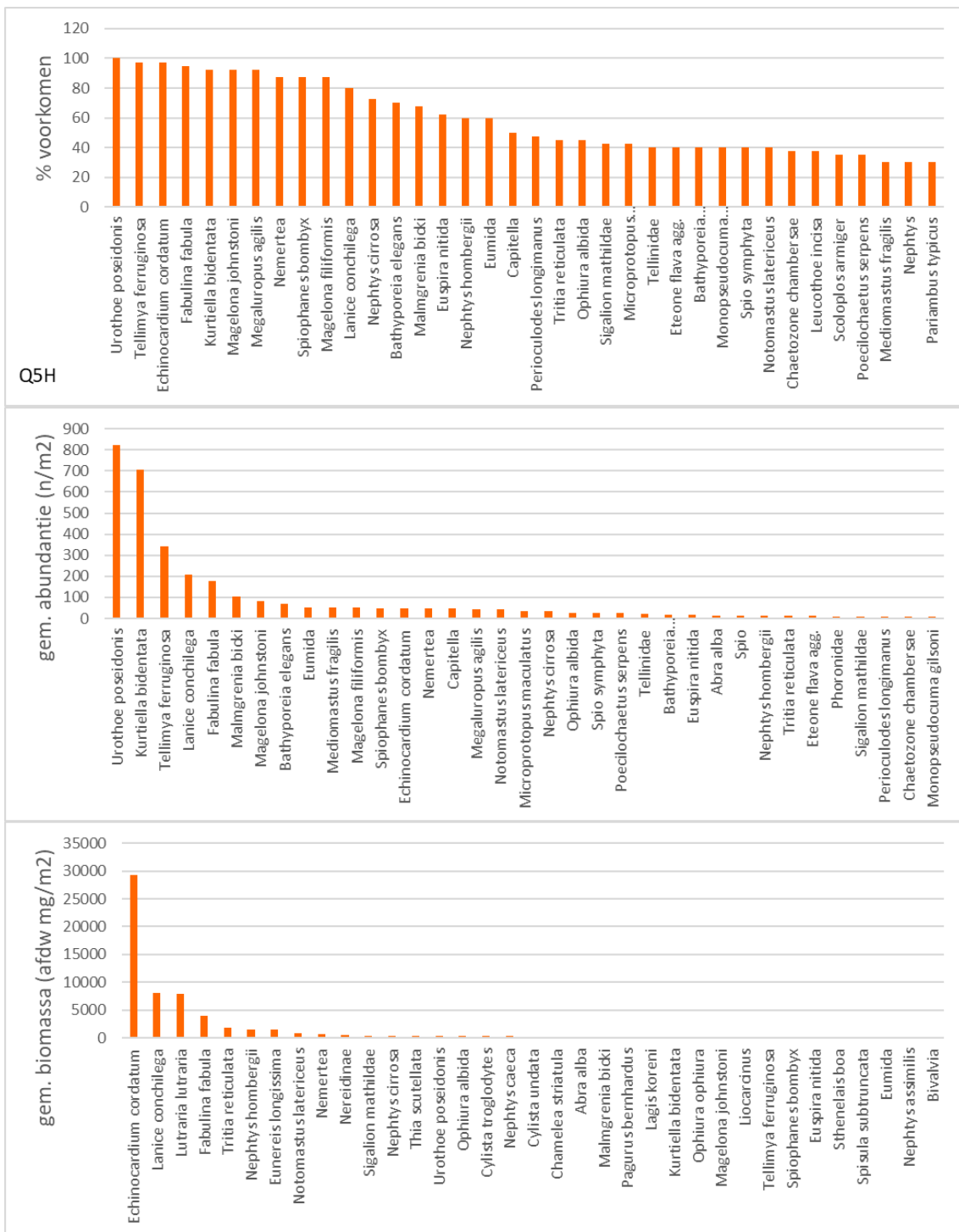


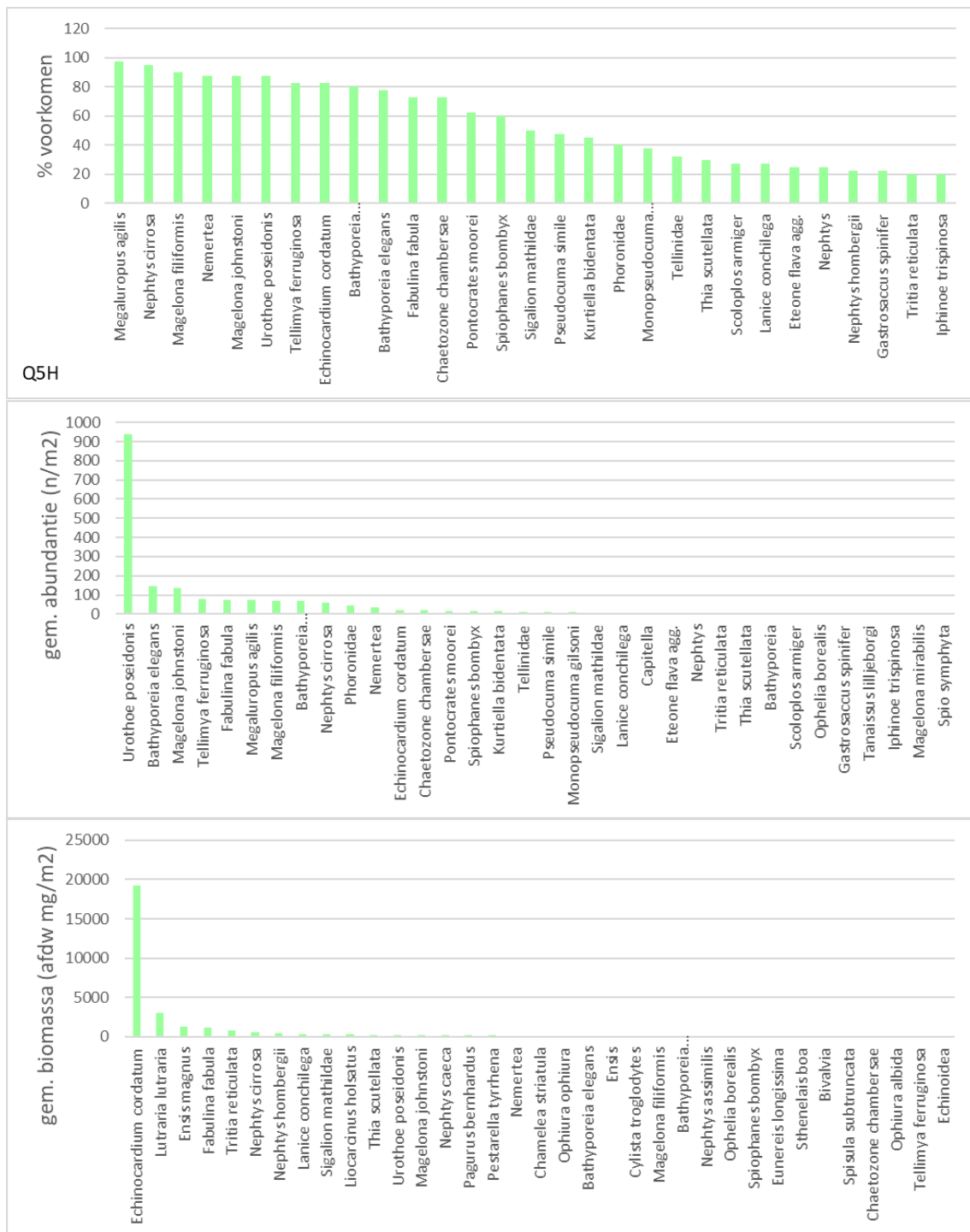
Figuur 6-1: Overzicht van de 20% meest voorkomende taxa, hoogste dichtheden en biomassa in Q16H zandwingebied (rood) en referentie (groen), op volgorde van %voorkomen, hoogste dichtheid en biomassa.



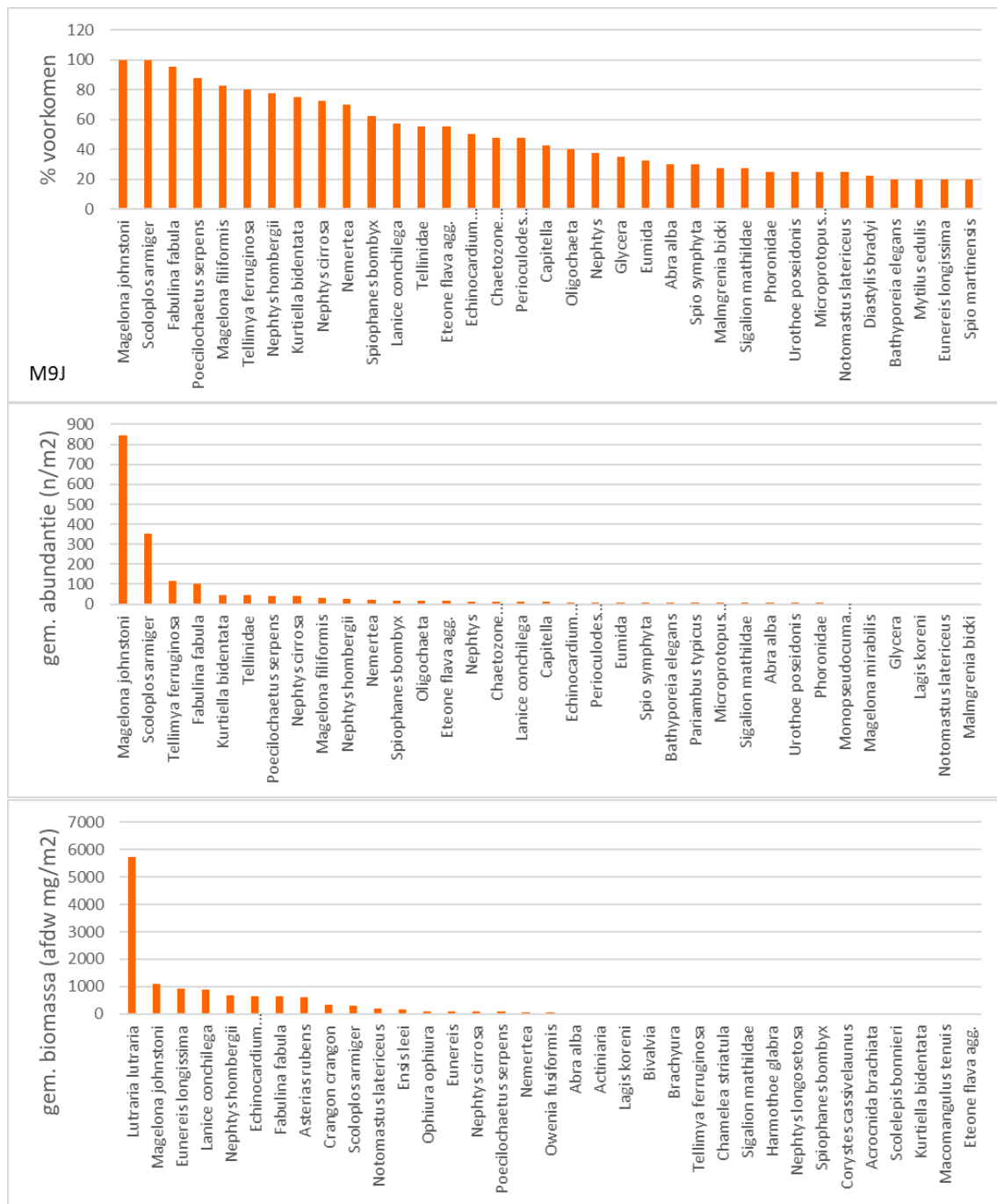


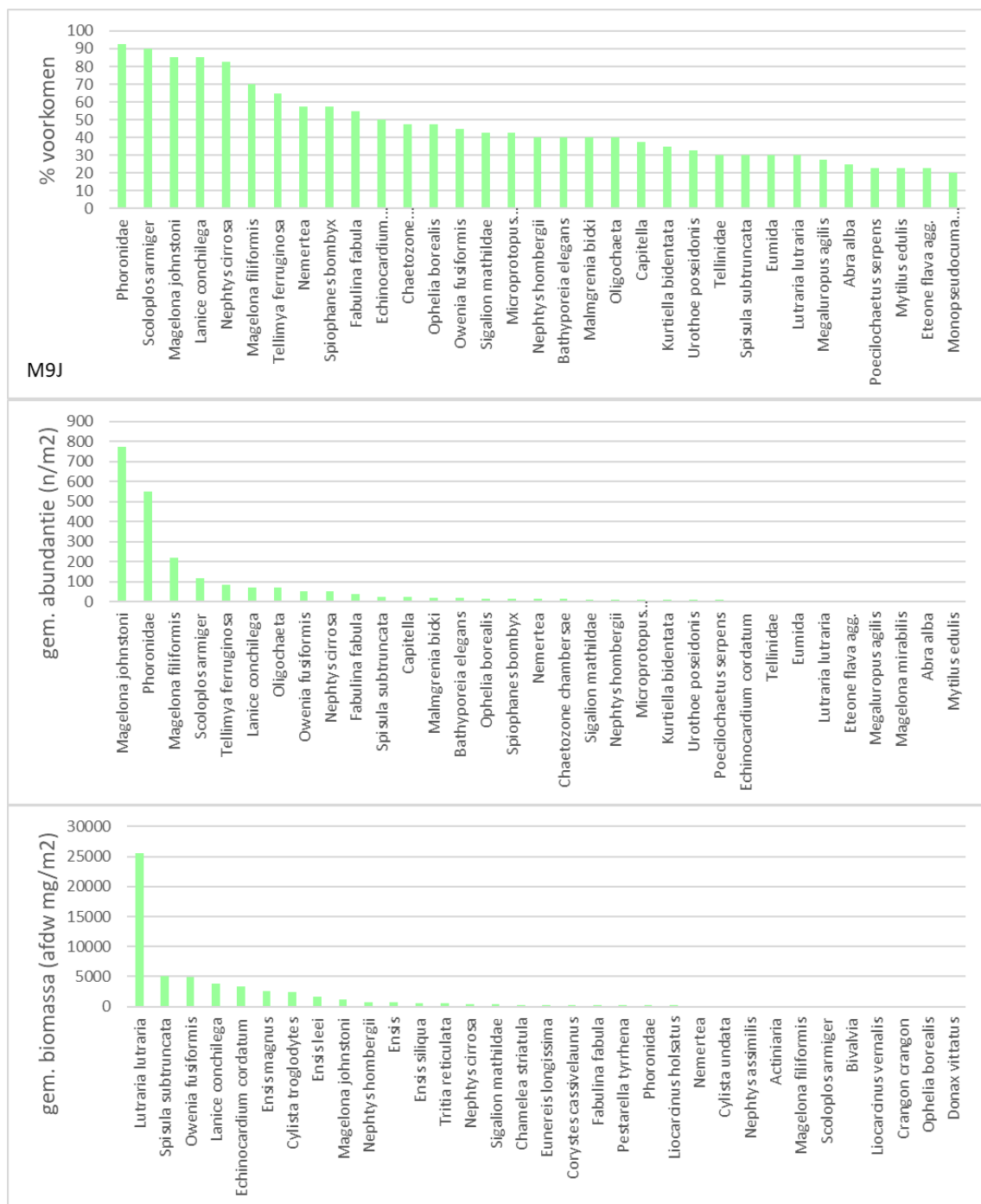
Figuur 6-2: Overzicht van de 20% meest voorkomende taxa, hoogste dichtheden en biomassa in Q5J zandwingebied (rood) en referentie (groen), op volgorde van %voorkomen, hoogste dichtheid en biomassa.





Figuur 6-3: Overzicht van de meest voorkomende taxa in Q5H zandwingebied (rood, 30%) en referentie (groen, 20%), hoogste dichtheden en biomassa, op volgorde van %voorkomen, hoogste dichtheid en biomassa.



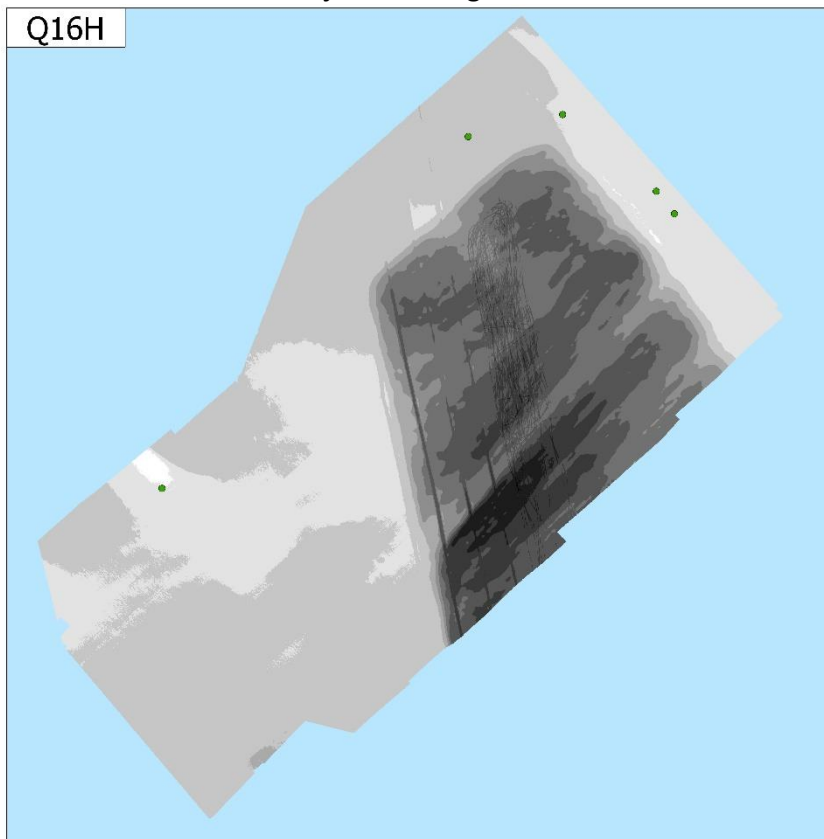


Figuur 6-4 Overzicht van de 20% meest voorkomende taxa, hoogste dichtheden en biomassa in M9J zandwingebied (rood) en referentie (groen), op volgorde van %voorkomen, hoogste dichtheid en biomassa.

6.6

Ruimtelijke verdeling van kenmerkende soorten

Q16H

**Bathyporeia elegans****Referentiegebied**

- 0.928000 - 75.000000
- 75.000001 - 150.000000
- 150.000001 - 225.000000
- 225.000001 - 300.000000
- 300.000001 - 358.974000

Impactgebied

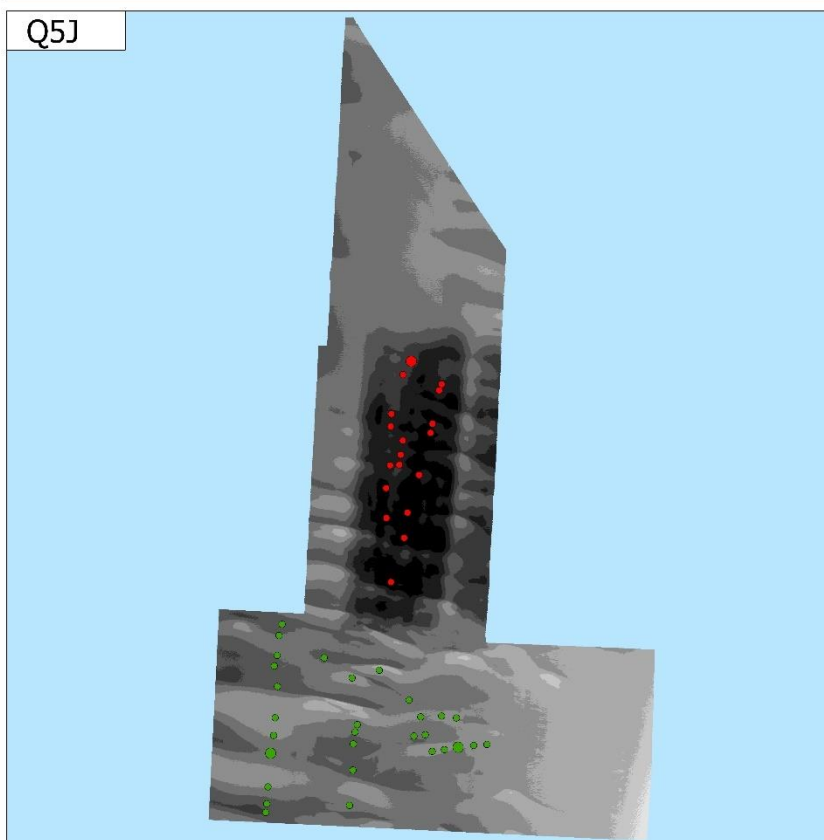
- 12.821000 - 75.000000
- 75.000001 - 150.000000
- 150.000001 - 225.000000
- 225.000001 - 300.000000
- 300.000001 - 397.436000



eurofins AquaSense



Q5J

**Bathyporeia elegans****Referentiegebied**

- 0.928000 - 75.000000
- 75.000001 - 150.000000
- 150.000001 - 225.000000
- 225.000001 - 300.000000
- 300.000001 - 358.974000

Impactgebied

- 12.821000 - 75.000000
- 75.000001 - 150.000000
- 150.000001 - 225.000000
- 225.000001 - 300.000000
- 300.000001 - 397.436000



eurofins AquaSense



Q5H



Bathyporeia elegans

Referentiegebied

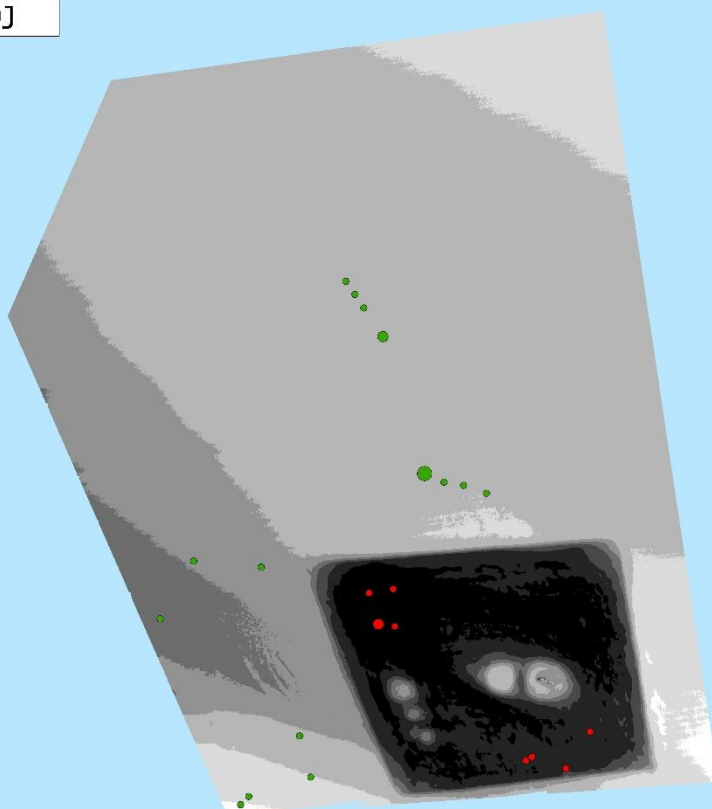
- 0.928000 - 75.000000
- 75.000001 - 150.000000
- 150.000001 - 225.000000
- 225.000001 - 300.000000
- 300.000001 - 358.974000

Impactgebied

- 12.821000 - 75.000000
- 75.000001 - 150.000000
- 150.000001 - 225.000000
- 225.000001 - 300.000000
- 300.000001 - 397.436000



M9J



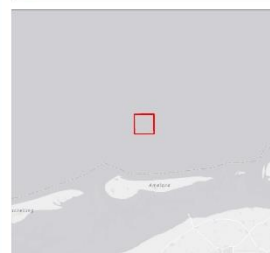
Bathyporeia elegans

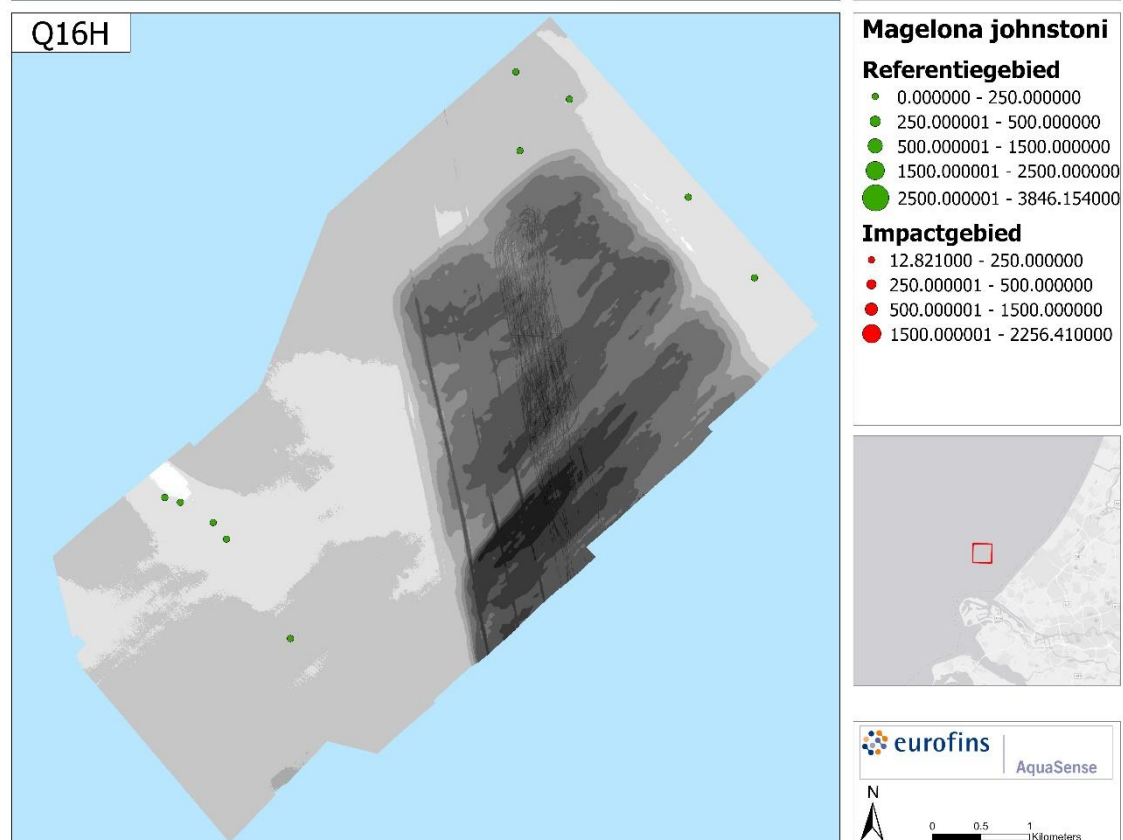
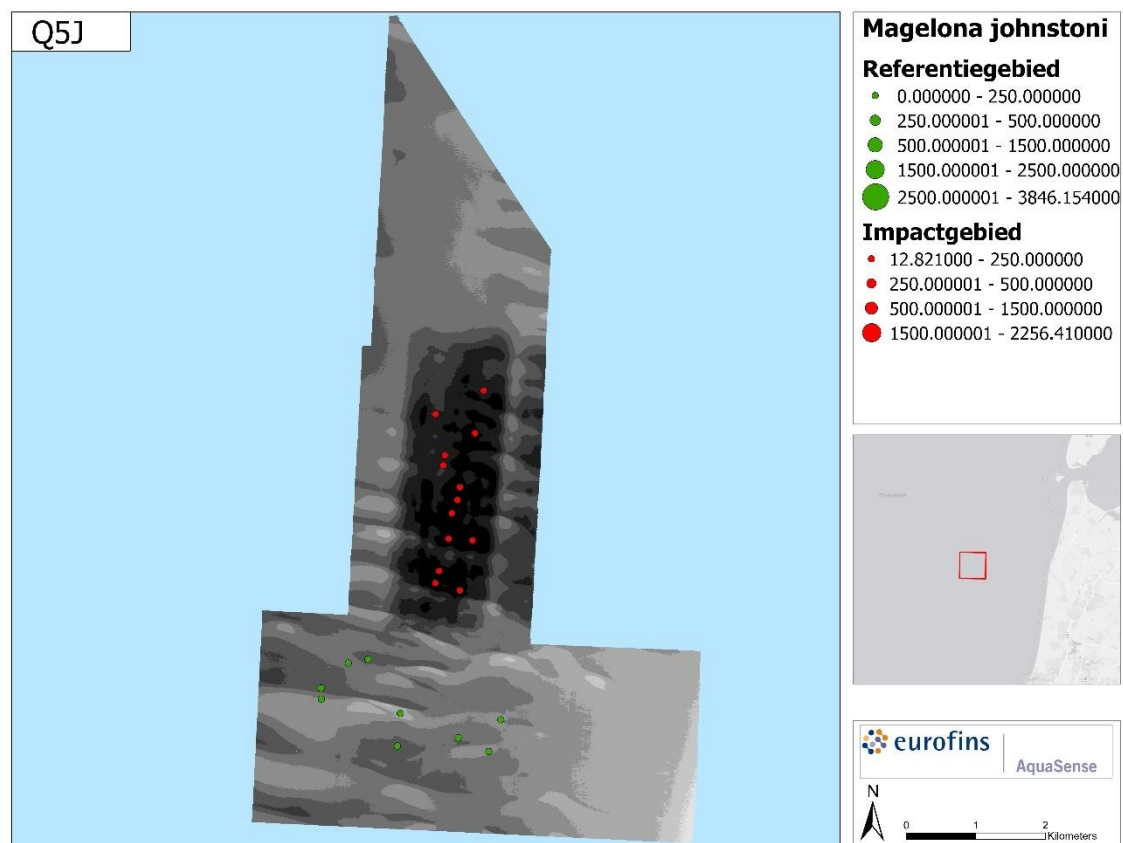
Referentiegebied

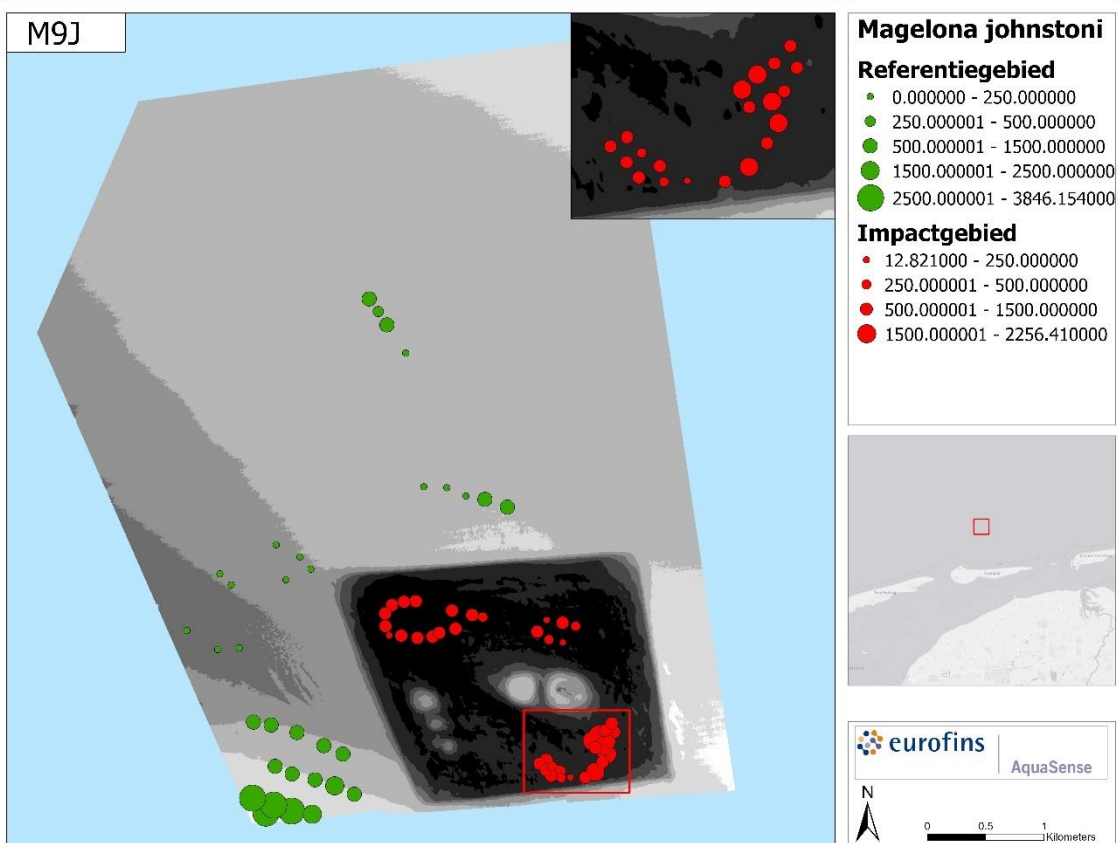
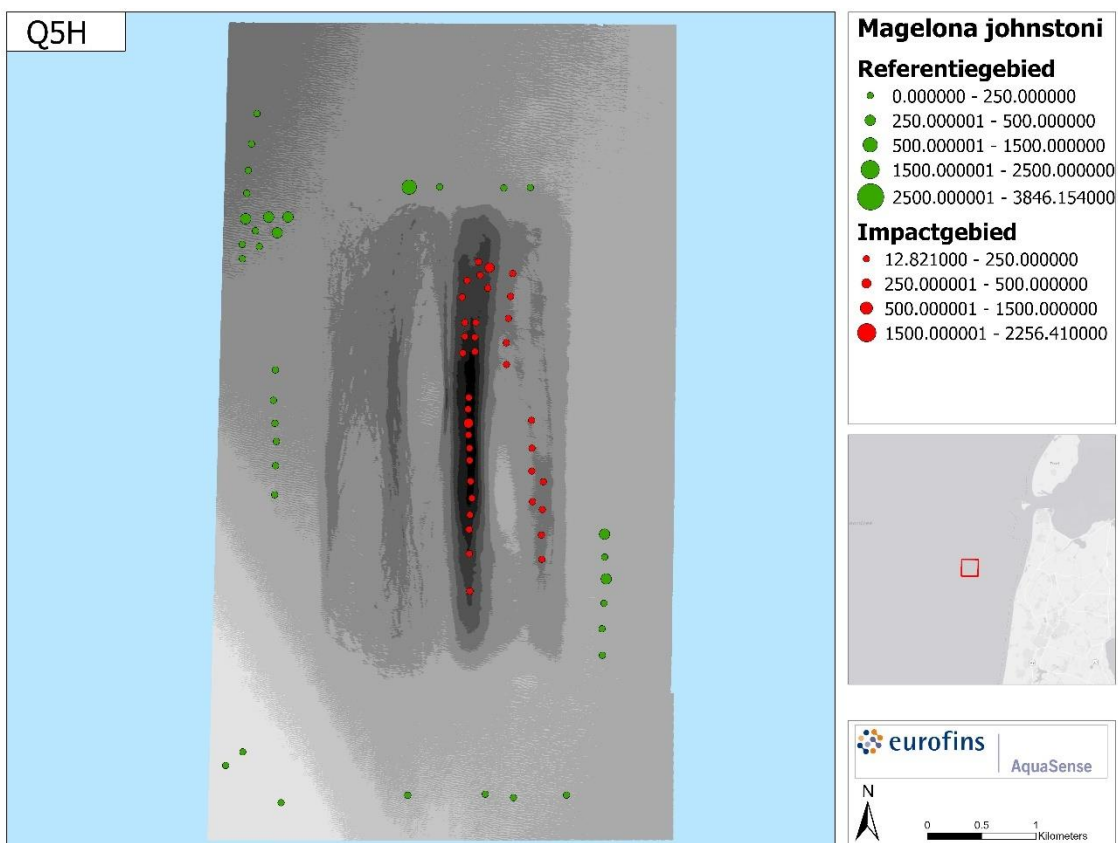
- 0.928000 - 75.000000
- 75.000001 - 150.000000
- 150.000001 - 225.000000
- 225.000001 - 300.000000
- 300.000001 - 358.974000

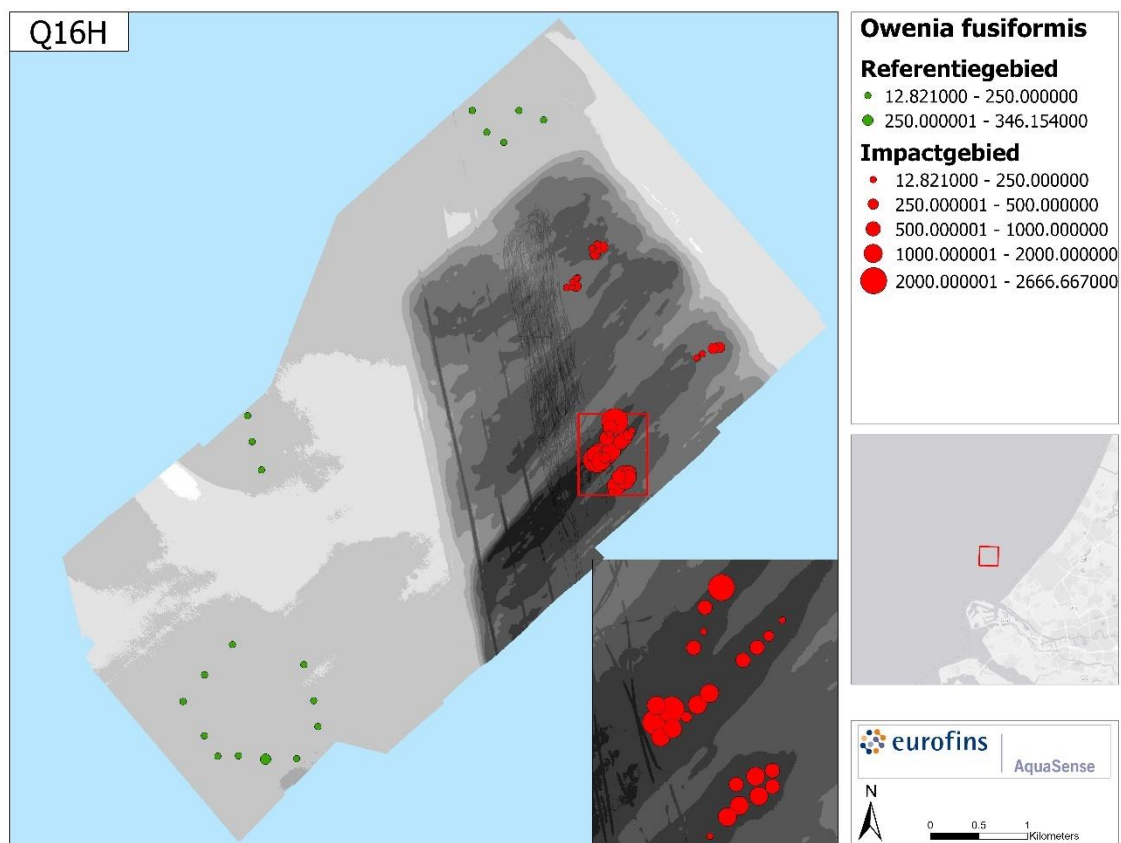
Impactgebied

- 12.821000 - 75.000000
- 75.000001 - 150.000000
- 150.000001 - 225.000000
- 225.000001 - 300.000000
- 300.000001 - 397.436000









Owenia fusiformis kwam niet voor in Q5J.

Q5H



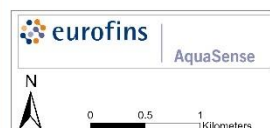
Owenia fusiformis

Referentiegebied

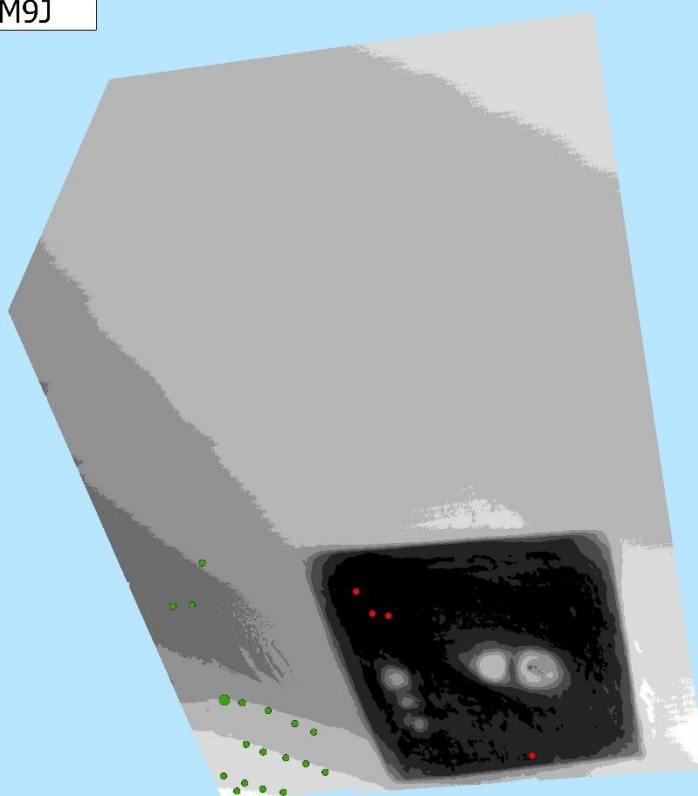
- 12.821000 - 250.000000
- 250.000001 - 346.154000

Impactgebied

- 12.821000 - 250.000000
- 250.000001 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 2000.000000
- 2000.000001 - 2666.667000



M9J



Owenia fusiformis

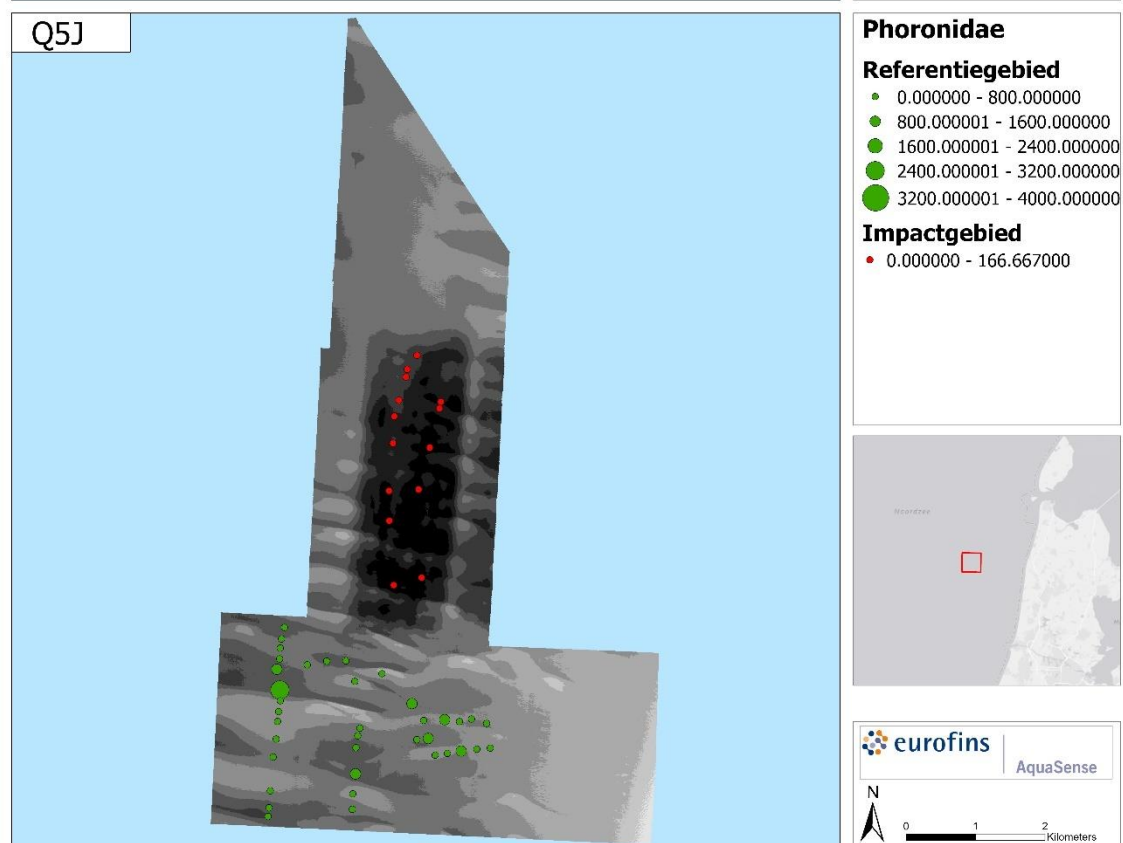
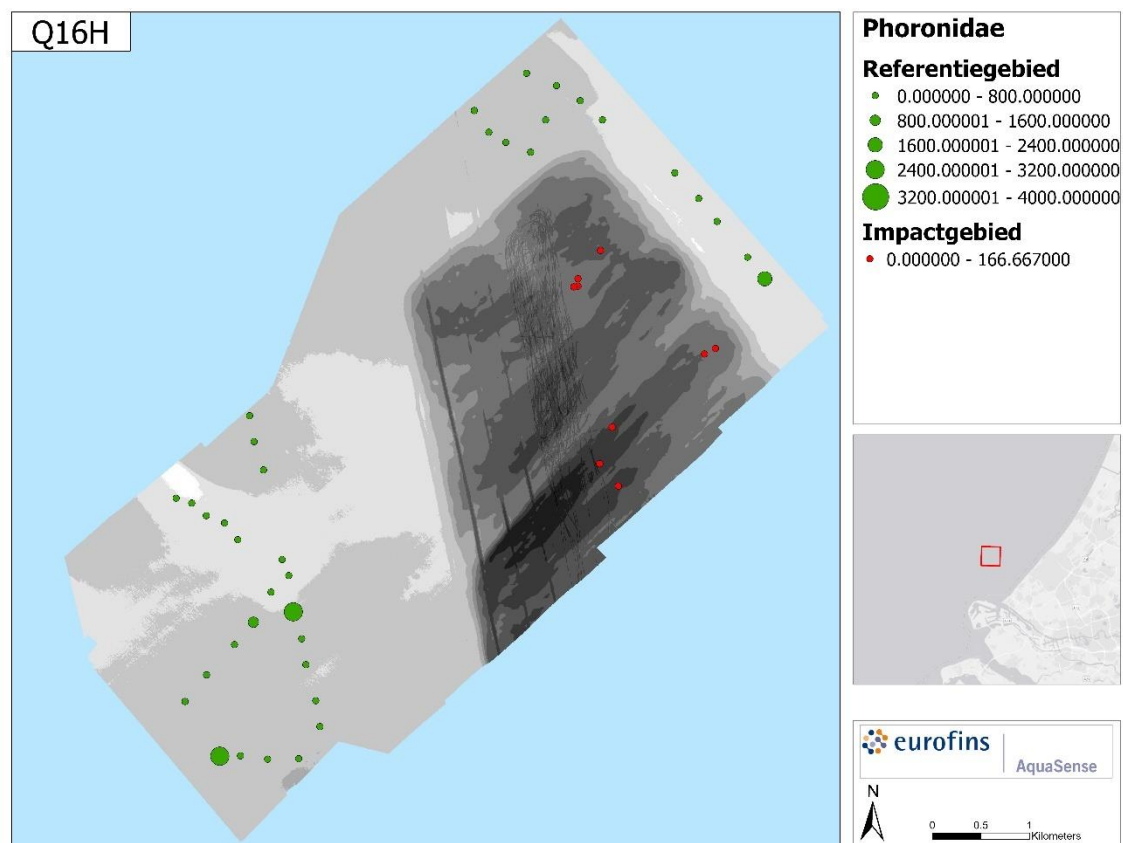
Referentiegebied

- 12.821000 - 250.000000
- 250.000001 - 346.154000

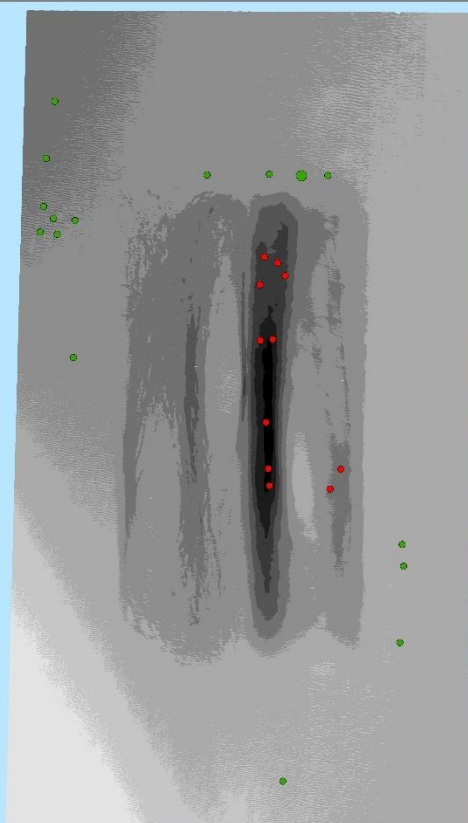
Impactgebied

- 12.821000 - 250.000000
- 250.000001 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 2000.000000
- 2000.000001 - 2666.667000





Q5H



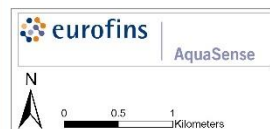
Phoronidae

Referentiegebied

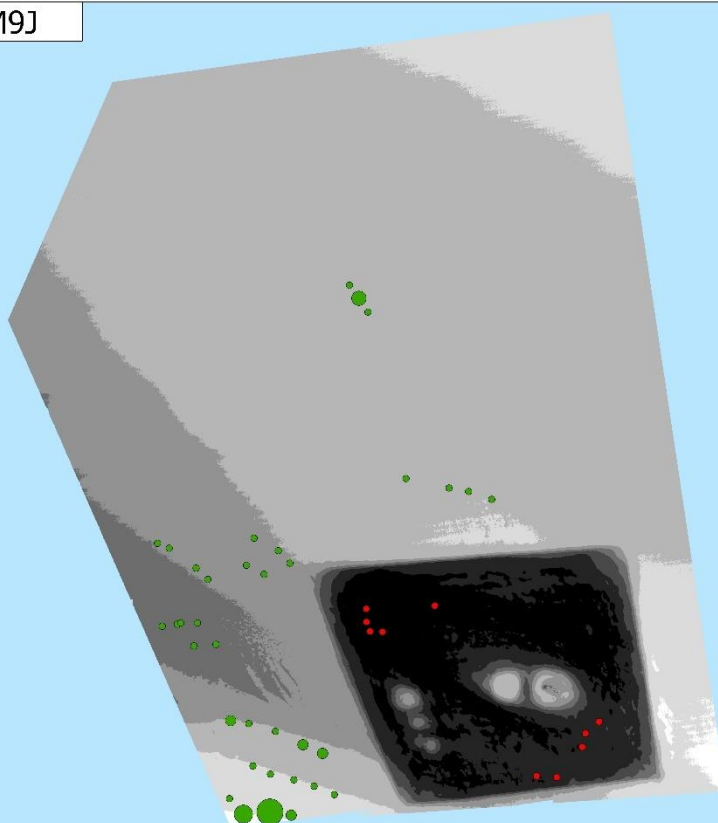
- 0.000000 - 800.000000
- 800.000001 - 1600.000000
- 1600.000001 - 2400.000000
- 2400.000001 - 3200.000000
- 3200.000001 - 4000.000000

Impactgebied

- 0.000000 - 166.667000



M9J



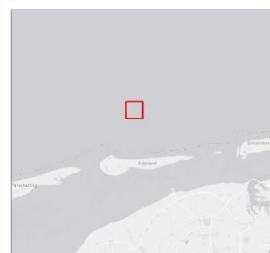
Phoronidae

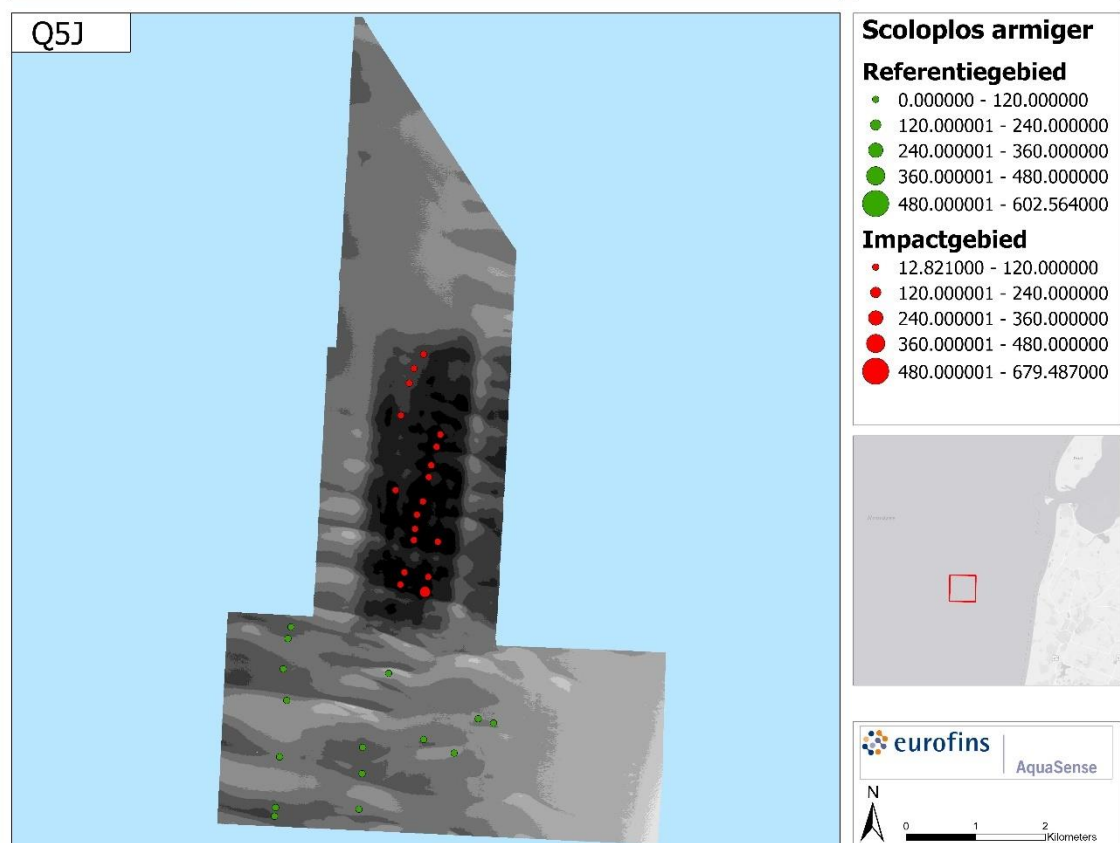
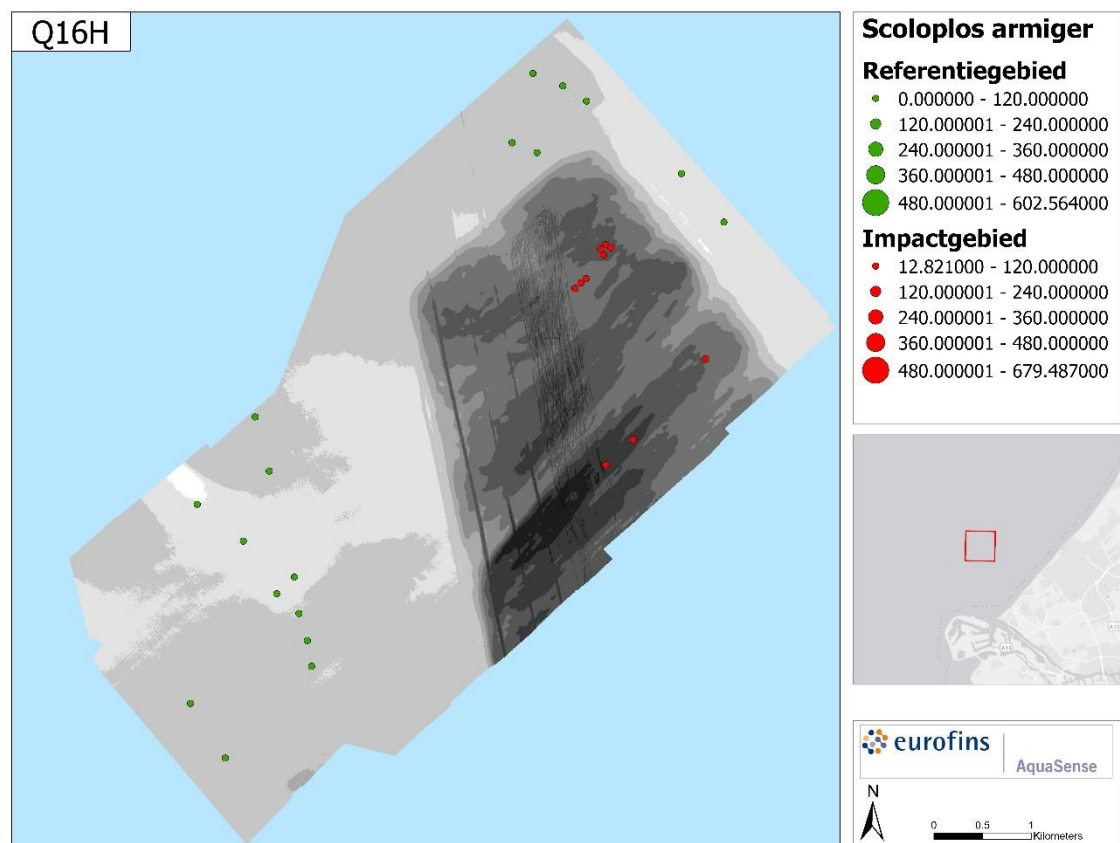
Referentiegebied

- 0.000000 - 800.000000
- 800.000001 - 1600.000000
- 1600.000001 - 2400.000000
- 2400.000001 - 3200.000000
- 3200.000001 - 4000.000000

Impactgebied

- 0.000000 - 166.667000





Q5H



Scoloplos armiger

Referentiegebied

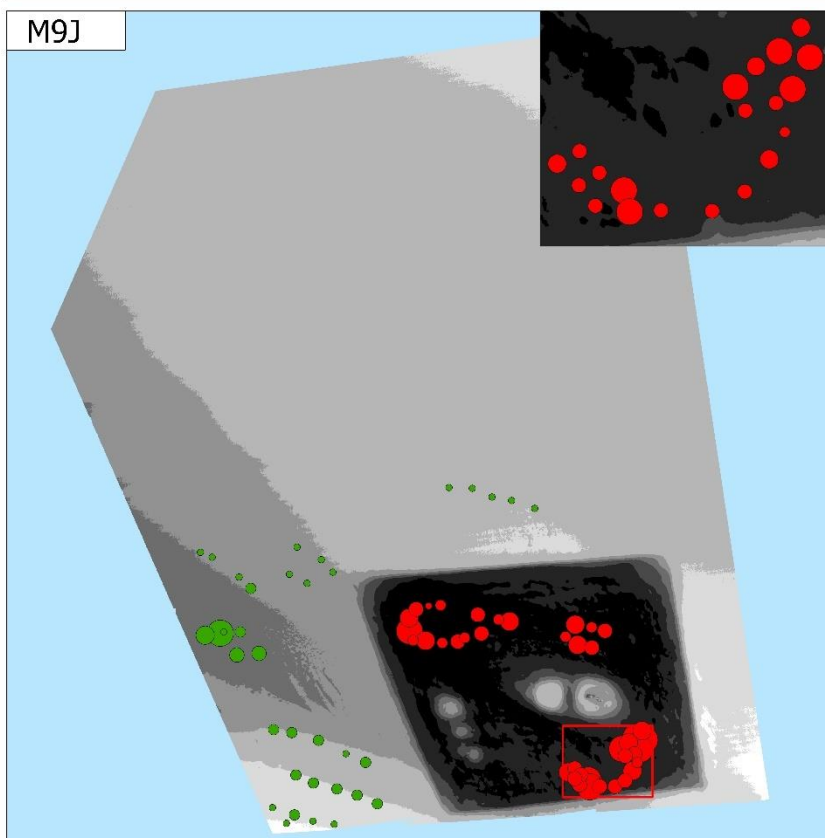
- 0.000000 - 120.000000
- 120.000001 - 240.000000
- 240.000001 - 360.000000
- 360.000001 - 480.000000
- 480.000001 - 602.564000

Impactgebied

- 12.821000 - 120.000000
- 120.000001 - 240.000000
- 240.000001 - 360.000000
- 360.000001 - 480.000000
- 480.000001 - 679.487000



M9J



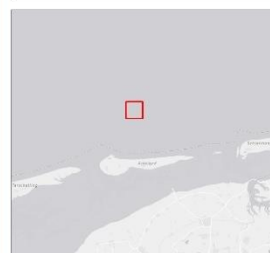
Scoloplos armiger

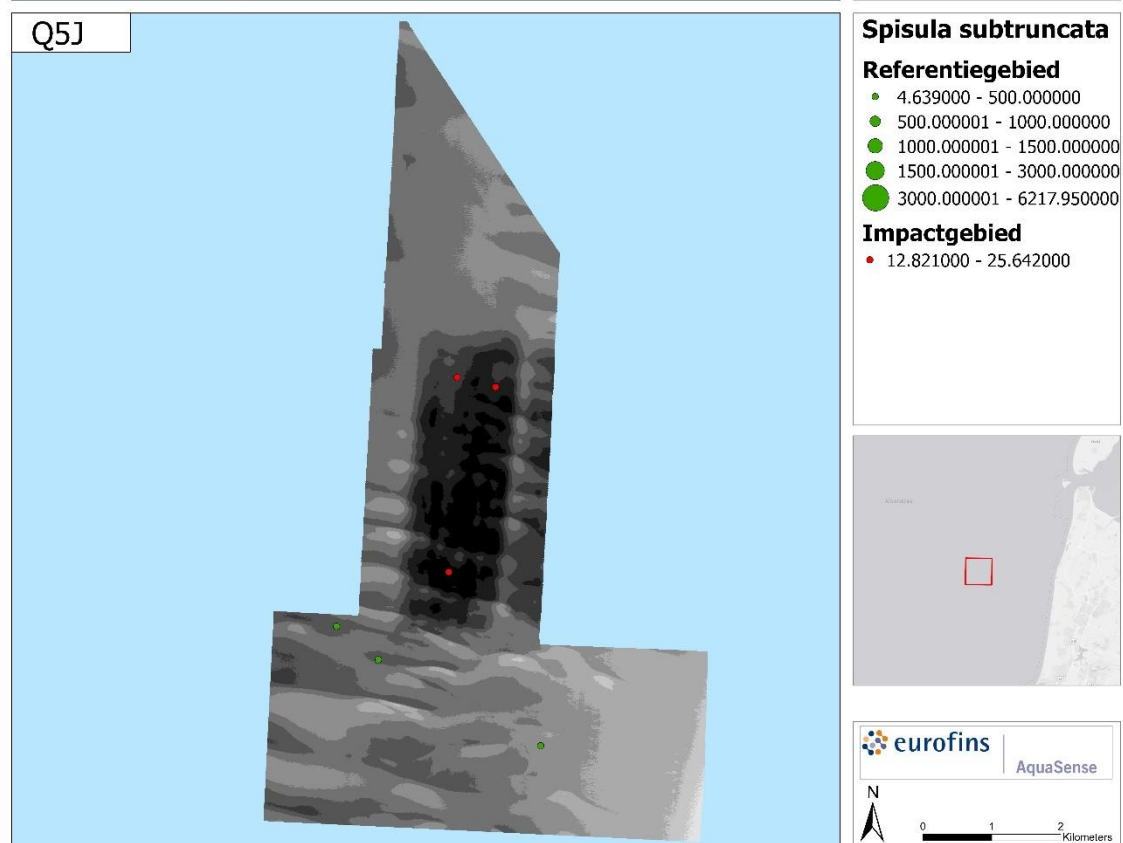
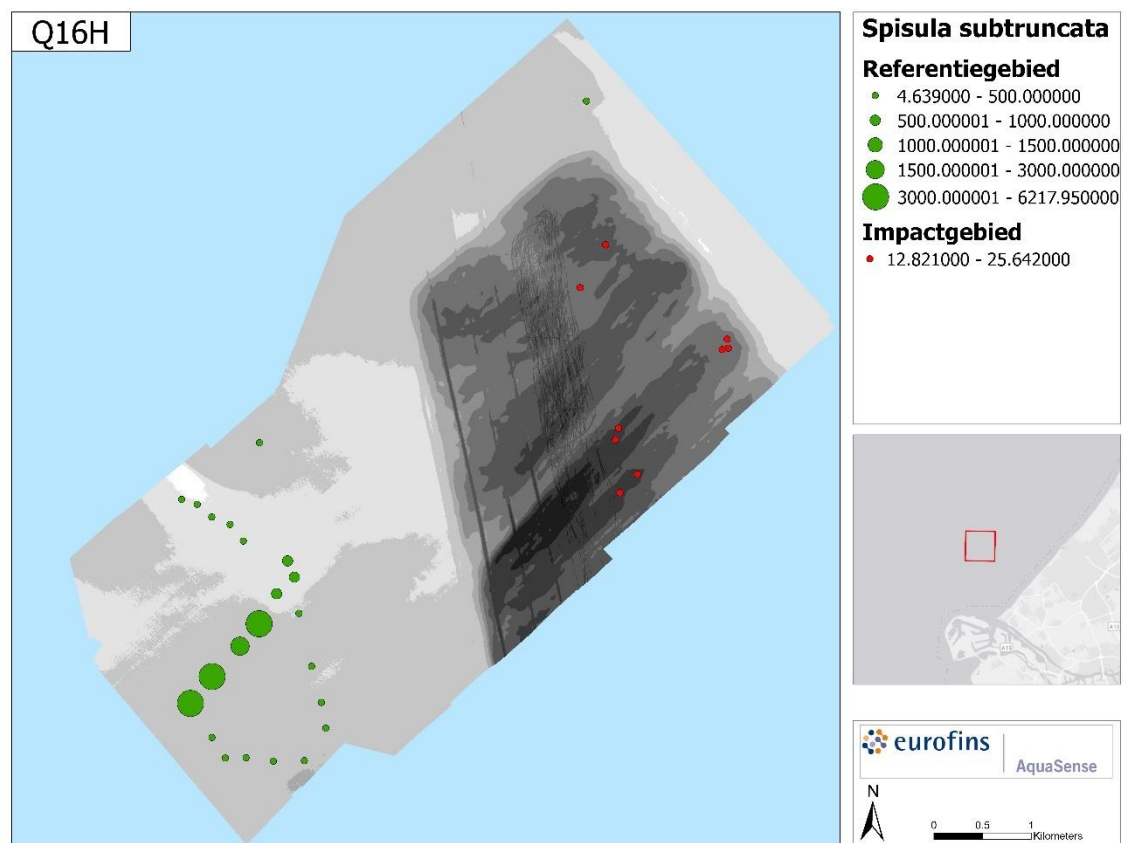
Referentiegebied

- 0.000000 - 120.000000
- 120.000001 - 240.000000
- 240.000001 - 360.000000
- 360.000001 - 480.000000
- 480.000001 - 602.564000

Impactgebied

- 12.821000 - 120.000000
- 120.000001 - 240.000000
- 240.000001 - 360.000000
- 360.000001 - 480.000000
- 480.000001 - 679.487000





Q5H



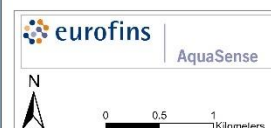
Spisula subtruncata

Referentiegebied

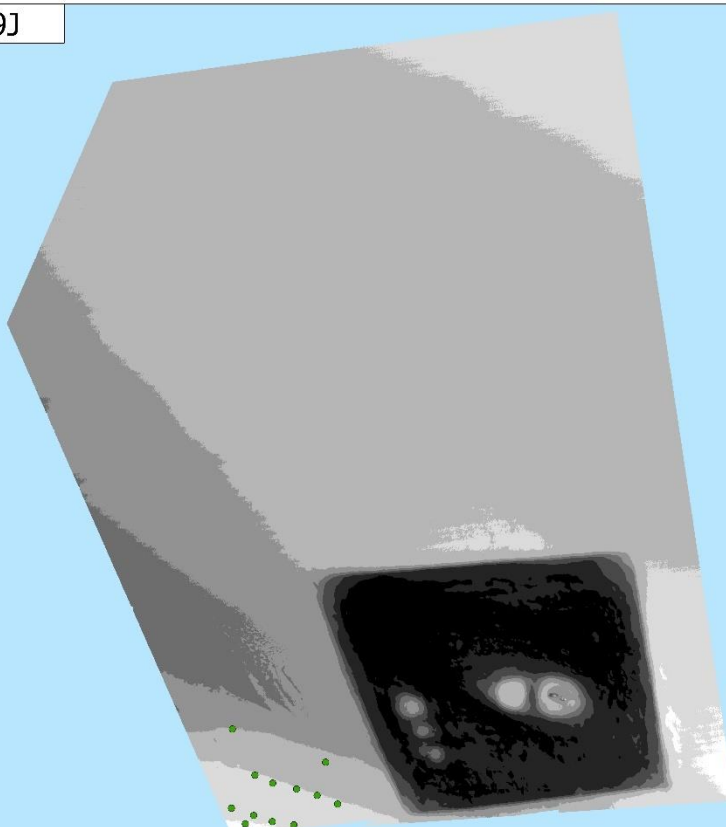
- 4.639000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 1500.000000
- 1500.000001 - 3000.000000
- 3000.000001 - 6217.950000

Impactgebied

- 12.821000 - 25.642000



M9J



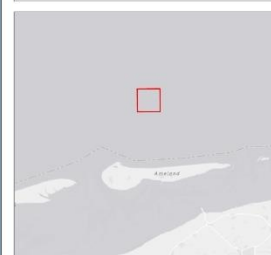
Spisula subtruncata

Referentiegebied

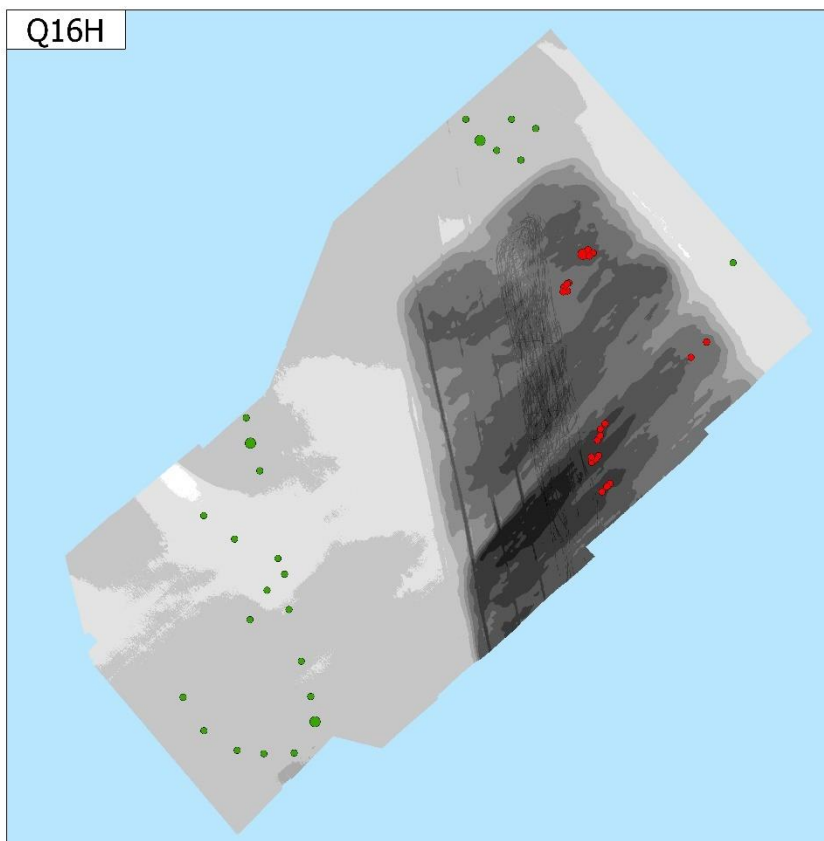
- 4.639000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 1500.000000
- 1500.000001 - 3000.000000
- 3000.000001 - 6217.950000

Impactgebied

- 12.821000 - 25.642000



Q16H



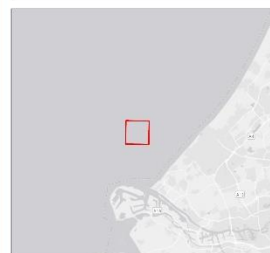
Tellimya ferruginosa

Referentiegebied

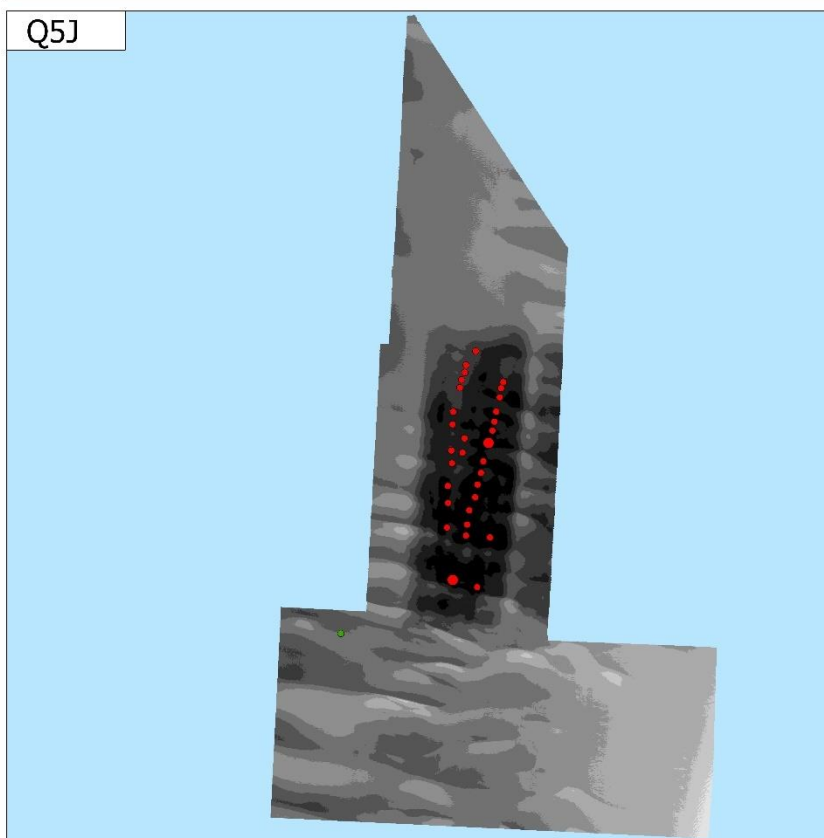
- 12.821000 - 300.000000
- 300.000001 - 564.103000

Impactgebied

- 12.821000 - 300.000000
- 300.000001 - 600.000000
- 600.000001 - 900.000000
- 900.000001 - 1200.000000
- 1200.000001 - 1628.200000



Q5J



Tellimya ferruginosa

Referentiegebied

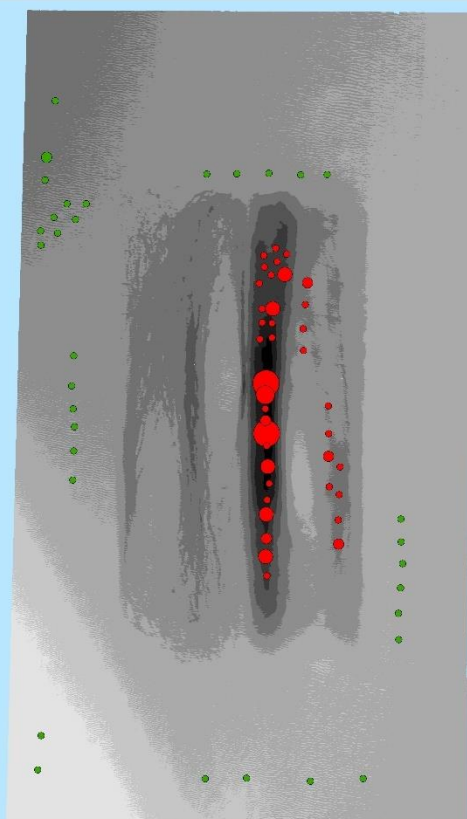
- 12.821000 - 300.000000
- 300.000001 - 564.103000

Impactgebied

- 12.821000 - 300.000000
- 300.000001 - 600.000000
- 600.000001 - 900.000000
- 900.000001 - 1200.000000
- 1200.000001 - 1628.200000



Q5H



Tellimya ferruginosa

Referentiegebied

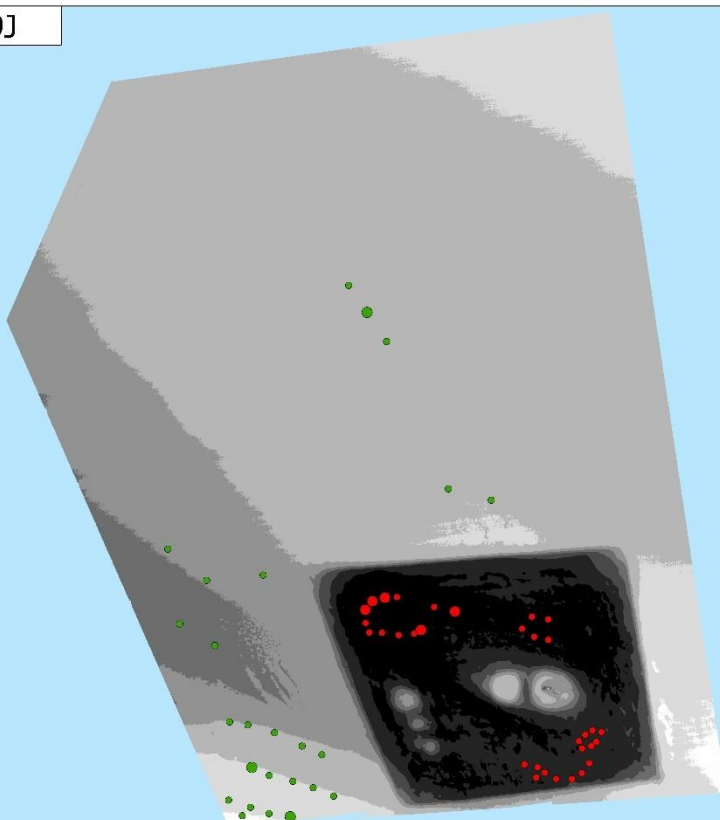
- 12.821000 - 300.000000
- 300.000001 - 564.103000

Impactgebied

- 12.821000 - 300.000000
- 300.000001 - 600.000000
- 600.000001 - 900.000000
- 900.000001 - 1200.000000
- 1200.000001 - 1628.200000



M9J



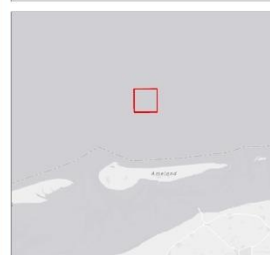
Tellimya ferruginosa

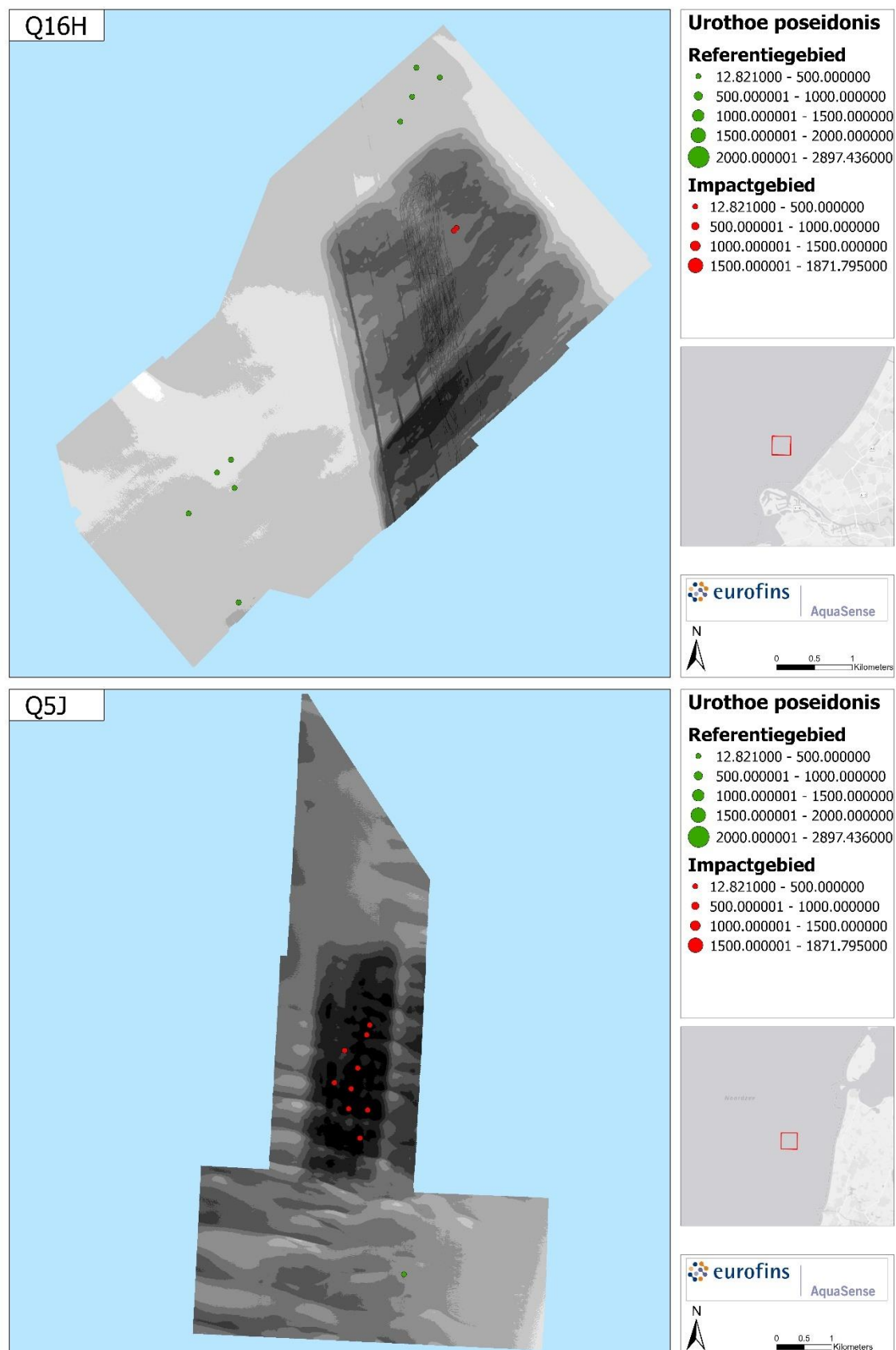
Referentiegebied

- 12.821000 - 300.000000
- 300.000001 - 564.103000

Impactgebied

- 12.821000 - 300.000000
- 300.000001 - 600.000000
- 600.000001 - 900.000000
- 900.000001 - 1200.000000
- 1200.000001 - 1628.200000





Q5H



Urothoe poseidonis

Referentiegebied

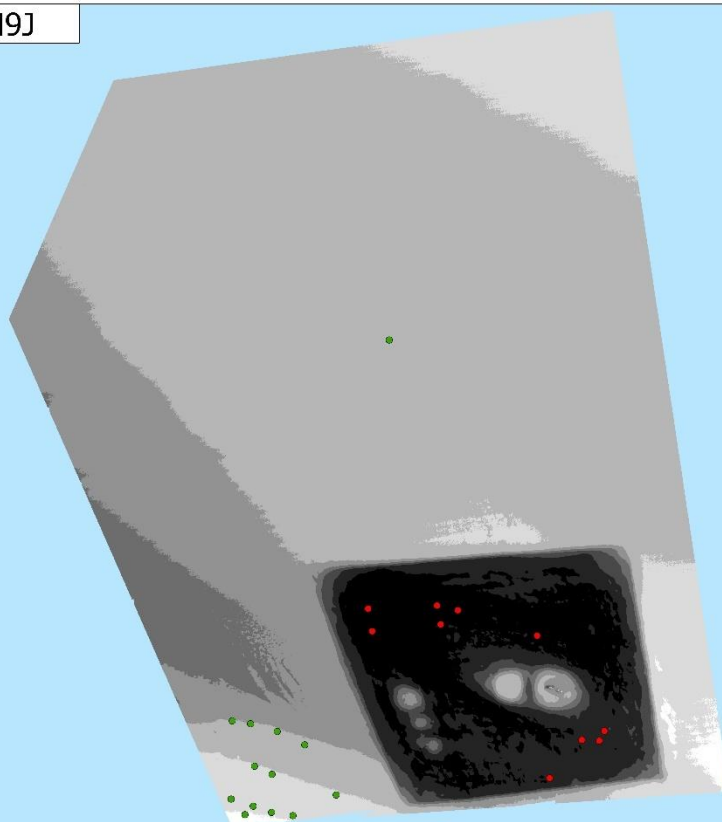
- 12.821000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 1500.000000
- 1500.000001 - 2000.000000
- 2000.000001 - 2897.436000

Impactgebied

- 12.821000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 1500.000000
- 1500.000001 - 1871.795000



M9J



Urothoe poseidonis

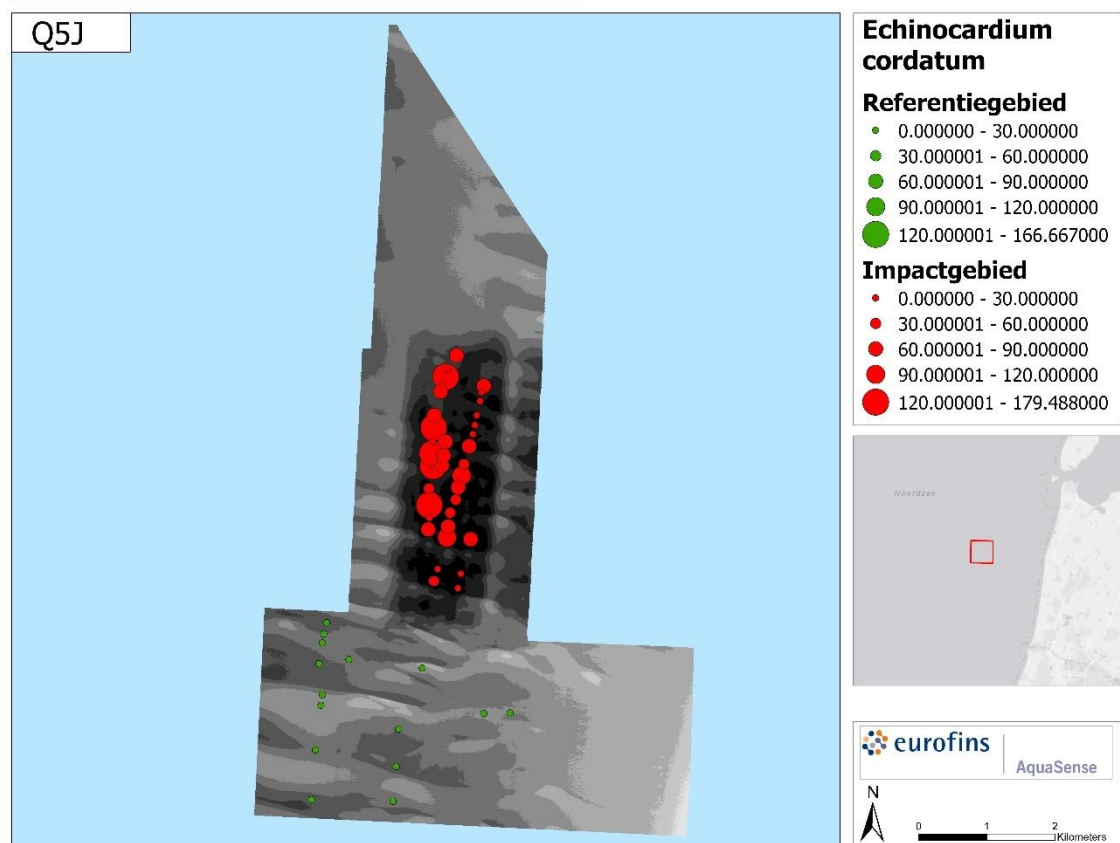
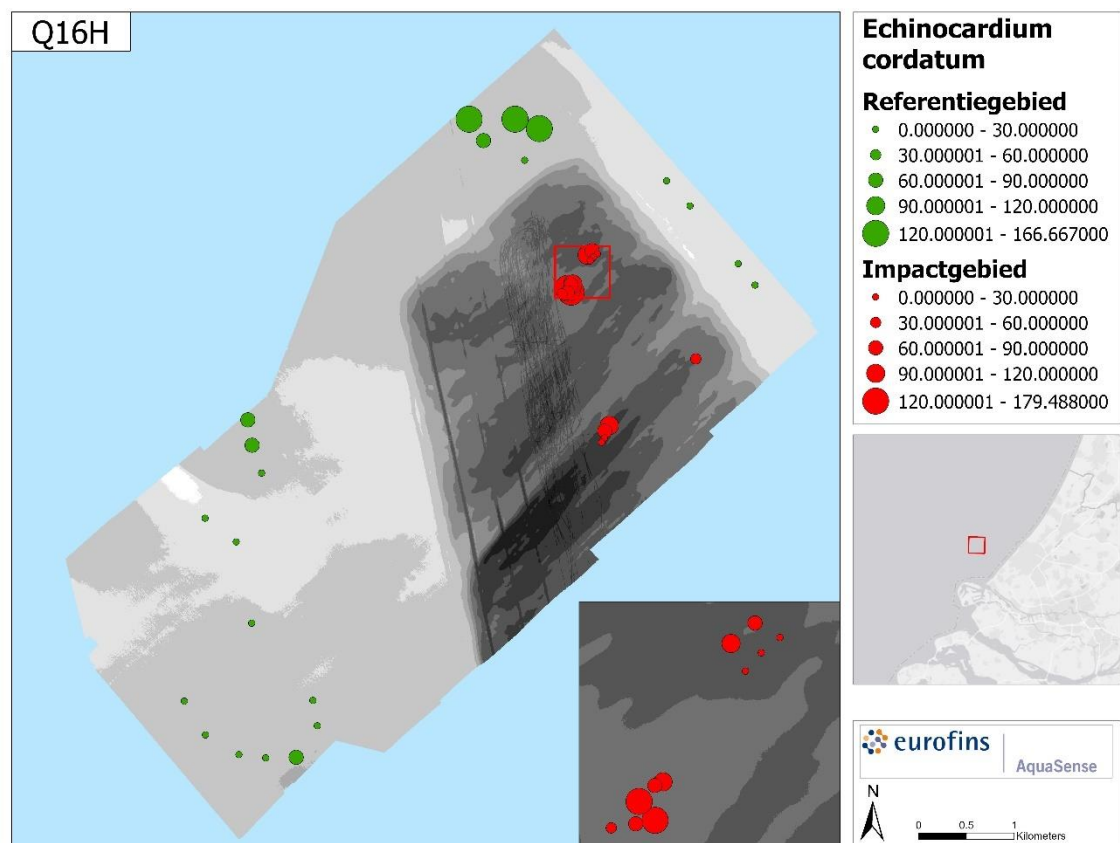
Referentiegebied

- 12.821000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 1500.000000
- 1500.000001 - 2000.000000
- 2000.000001 - 2897.436000

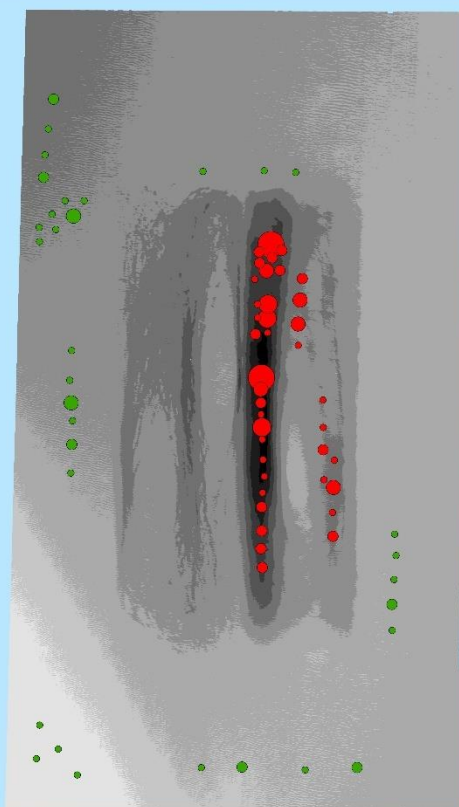
Impactgebied

- 12.821000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 1500.000000
- 1500.000001 - 1871.795000





Q5H



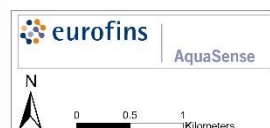
Echinocardium cordatum

Referentiegebied

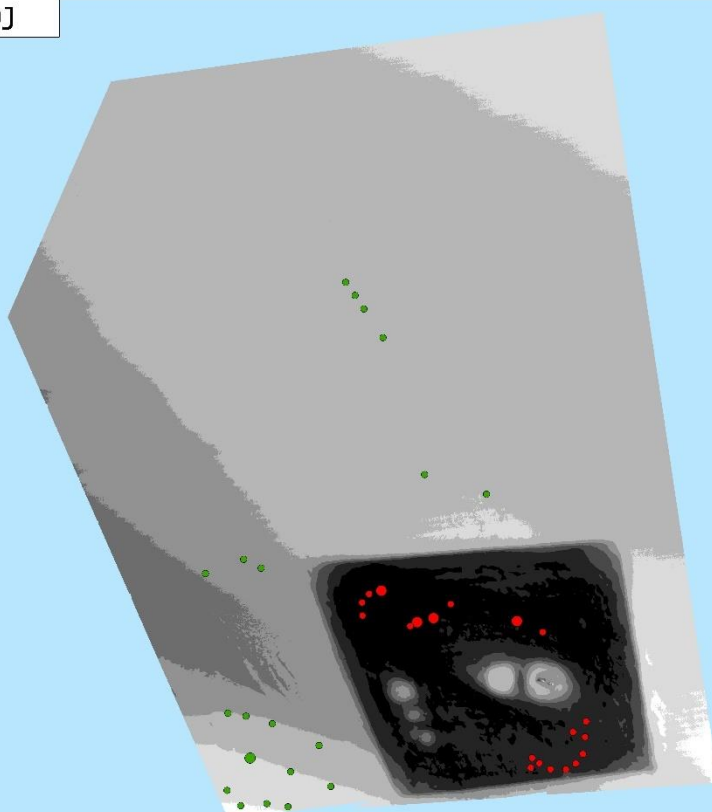
- 0.000000 - 30.000000
- 30.000001 - 60.000000
- 60.000001 - 90.000000
- 90.000001 - 120.000000
- 120.000001 - 166.667000

Impactgebied

- 0.000000 - 30.000000
- 30.000001 - 60.000000
- 60.000001 - 90.000000
- 90.000001 - 120.000000
- 120.000001 - 179.488000



M9J



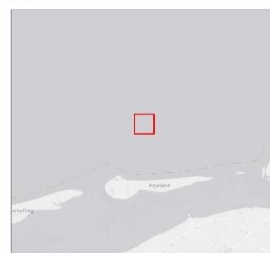
Echinocardium cordatum

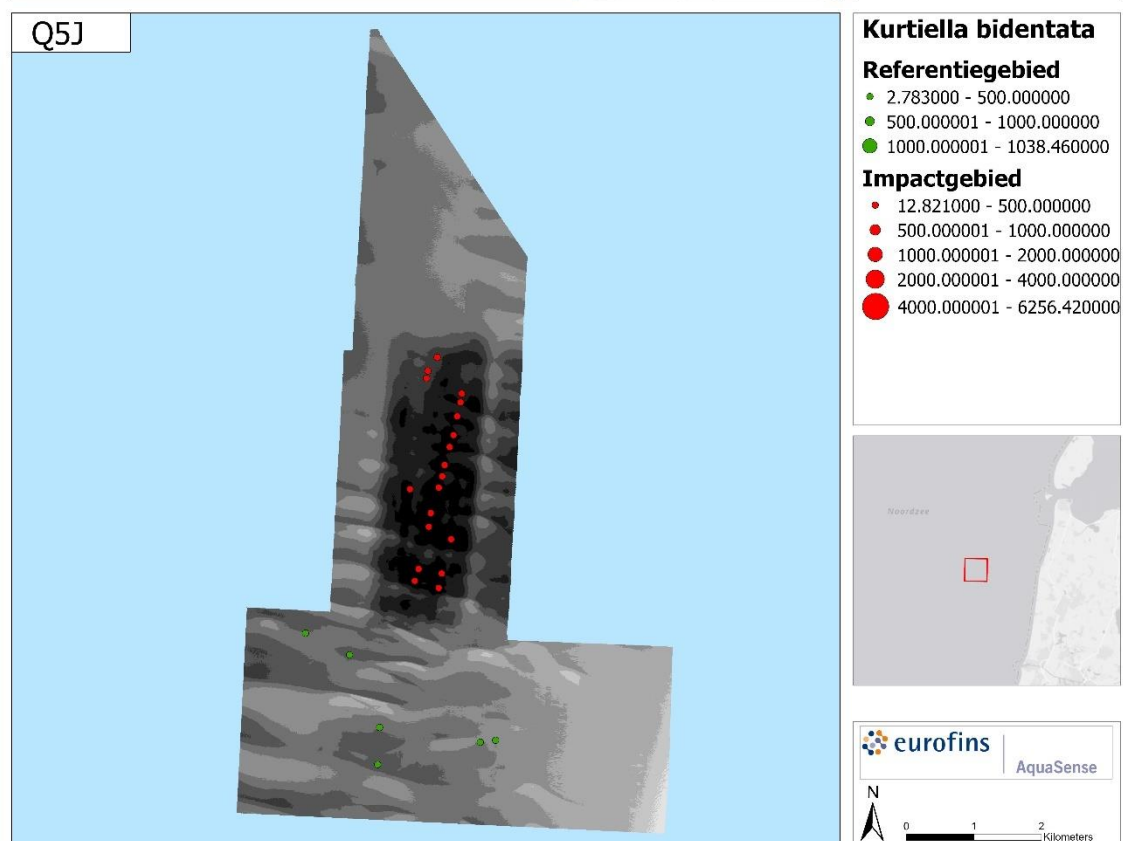
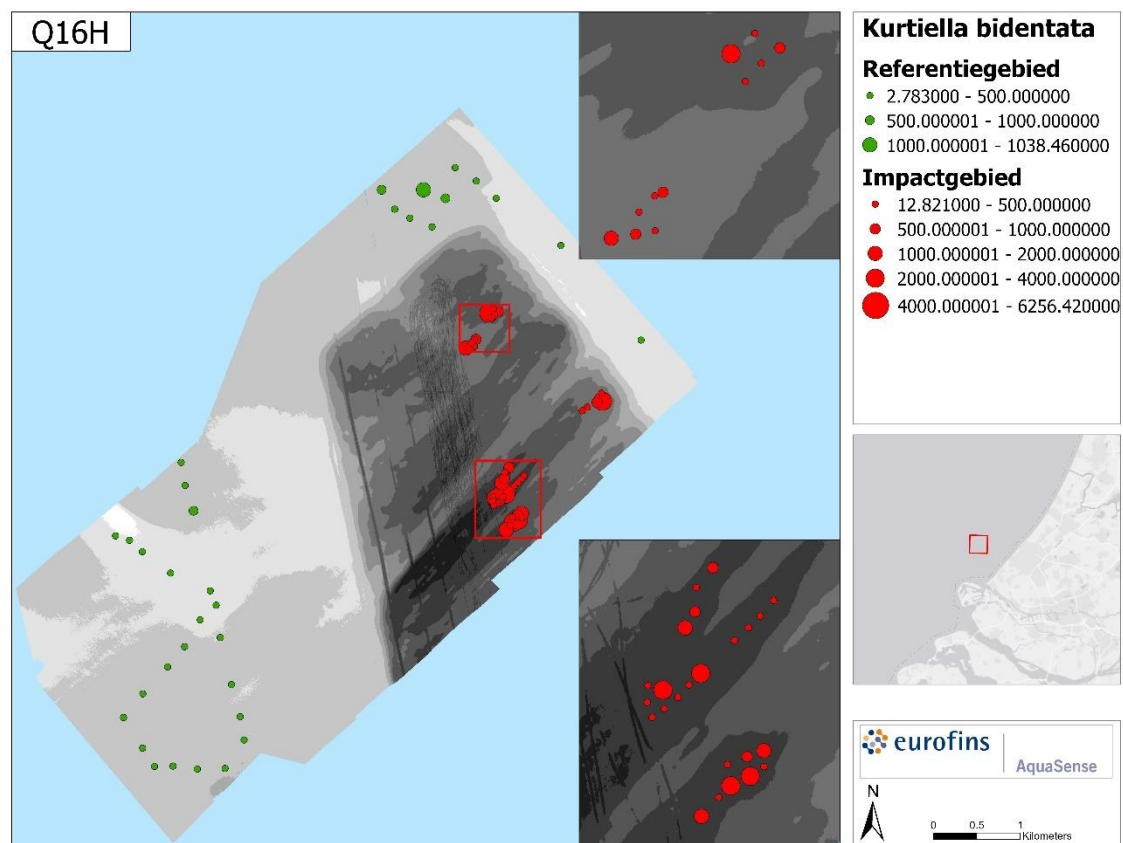
Referentiegebied

- 0.000000 - 30.000000
- 30.000001 - 60.000000
- 60.000001 - 90.000000
- 90.000001 - 120.000000
- 120.000001 - 166.667000

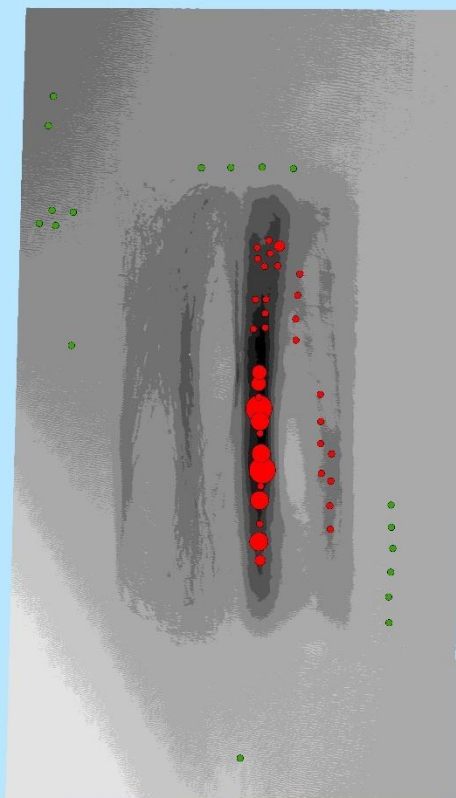
Impactgebied

- 0.000000 - 30.000000
- 30.000001 - 60.000000
- 60.000001 - 90.000000
- 90.000001 - 120.000000
- 120.000001 - 179.488000





Q5H



Kurtiella bidentata

Referentiegebied

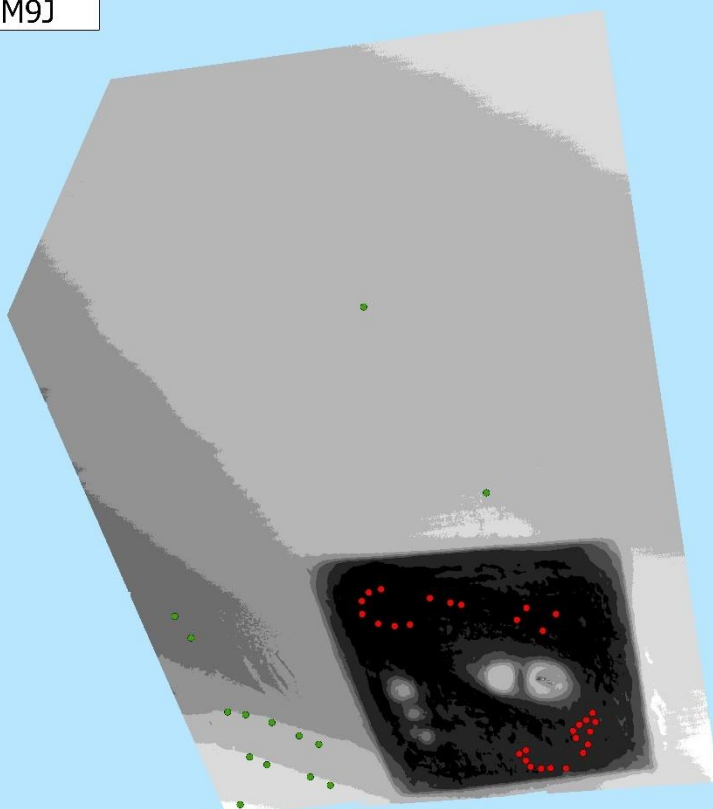
- 2.783000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 1038.460000

Impactgebied

- 12.821000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 2000.000000
- 2000.000001 - 4000.000000
- 4000.000001 - 6256.420000



M9J



Kurtiella bidentata

Referentiegebied

- 2.783000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 1038.460000

Impactgebied

- 12.821000 - 500.000000
- 500.000001 - 1000.000000
- 1000.000001 - 2000.000000
- 2000.000001 - 4000.000000
- 4000.000001 - 6256.420000





Q5H



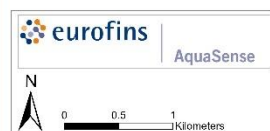
Lanice conchilega

Referentiegebied

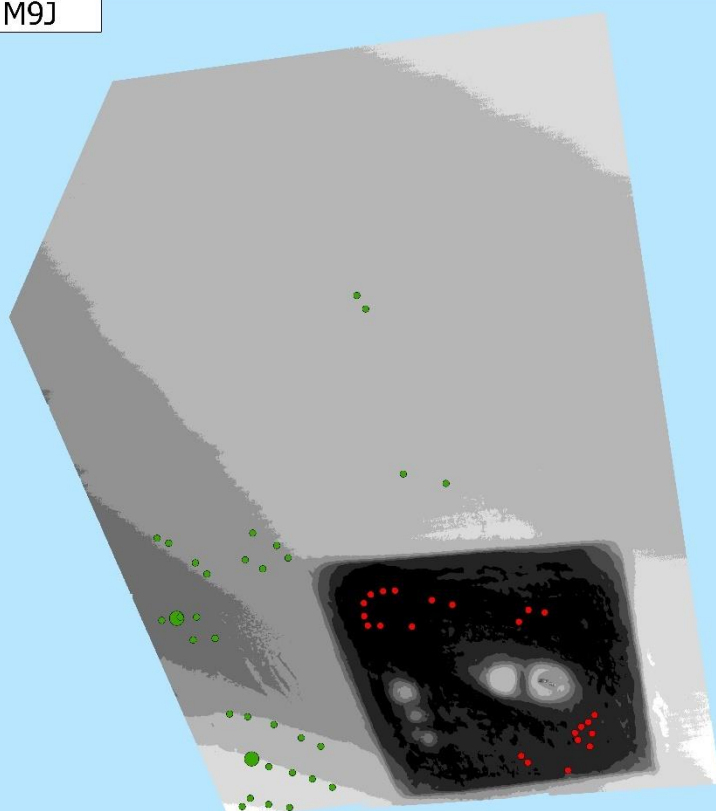
- 0.000000 - 250.000000
- 250.000001 - 461.538000

Impactgebied

- 0.000000 - 250.000000
- 250.000001 - 750.000000
- 750.000001 - 1500.000000
- 1500.000001 - 3000.000000
- 3000.000001 - 3717.950000



M9J



Lanice conchilega

Referentiegebied

- 0.000000 - 250.000000
- 250.000001 - 461.538000

Impactgebied

- 0.000000 - 250.000000
- 250.000001 - 750.000000
- 750.000001 - 1500.000000
- 1500.000001 - 3000.000000
- 3000.000001 - 3717.950000



6.7 Vertaallijst TWN taxongroup naar soortgroepen volgens MWTL Noordzee

TWN taxongroup	Soortgroep MWTL Noordzee
Animalia	Overig
Annelida/Platyhelminthes - Oligochaeta	Overig
Annelida/Platyhelminthes - Polychaeta	Polychaeta
Bryozoa - Hydrozoa - Porifera	Overig
Crustacea	Crustacea
Crustacea - Amphipoda	Crustacea
Crustacea - Decapoda	Decapoda
Crustacea - Isopoda	Crustacea
Crustacea - Mysida	Crustacea
Crustacea - Remaining	Crustacea
Echinodermata	Echinodermata
Marien - Remaining	Overig
Mollusca - Bivalvia	Bivalvia
Mollusca - Gastropoda	Gastropoda