

Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)

Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020

K. Troost, M. van Asch, E. Brummelhuis, D. van den Ende, Y. van Es, K.J. Perdon, J. van der Pool, C. van Zweeden en J. van Zwol

CVO rapport: 21.001

Opdrachtgever:
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie NVLG
W.L.M. Schermer Voest
Postbus 20401
2500 EK, Den Haag

Projectnummer:	4311208021-23
BAS code:	WOT-05-001-008
Publicatiedatum:	4 februari 2021

Stichting Wageningen Research
Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel. 0317-487418

Bezoekadres:
Haringkade 1
1976 CP IJmuiden

Dit onderzoek is uitgevoerd onder het wettelijke taken programma Visserijonderzoek en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

DOI: <https://doi.org/10.18174/538895>

© 2021 CVO

De Stichting Wageningen Research -
Centrum voor Visserijonderzoek is
geregistreerd in het Handelsregister
Gelderland nr. 09098104,
BTW nr. NL 8089.32.184.B01

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever
hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport
mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of
op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke
toestemming van de opdrachtgever.

CVO rapport NL V10

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	5
1.1 Achtergrond.....	5
1.2 Doelstelling.....	5
1.3 Wettelijk kader en doelsoorten.....	5
1.4 Dit rapport.....	9
2 Overzicht surveys.....	10
2.1 Onderzoeksgebieden en -doelen.....	10
2.2 Monsterpunten.....	14
2.3 Schepen en samenwerking.....	17
2.4 Monstertuigen.....	17
2.5 Verwerking van de monsters.....	21
2.6 Berekeningen.....	22
2.7 Kartering droogvallende mossel- en oesterbanken.....	24
2.8 Uitvoering 2020.....	25
3 Resultaten 2020 en discussie per deelgebied.....	28
3.1 Nederlandse kustzone.....	28
3.2 Waddenzee.....	31
3.3 Deltawateren.....	36
4 Uitgelicht: zwaardschedes in de Waddenzee.....	45
4.1 Ontwikkeling van het sublitorale bestand in de westelijke Waddenzee.....	45
4.2 Nadere toelichting methodiek.....	45
4.3 Discussie en aanbevelingen.....	48
Dankwoord.....	50
Literatuur.....	51
Kwaliteitszorg.....	53
Verantwoording.....	53
Bijlage A. Overzicht gerapporteerde voorlopige schattingen 2020.....	54
Bijlage B. Aangetroffen soorten.....	55
Bijlage C. Kaarten Kustzone.....	59
Bijlage D. Kaarten Waddenzee.....	67
Bijlage E. Kaarten Deltawateren.....	76

Samenvatting

Schelpdiermonitoring binnen het WOT Visserij programma

De WOT schelpdiermonitoring in de Nederlandse kustwateren heeft als hoofddoel het schatten van de omvang van bestanden van (potentieel) commercieel interessante schelpdiersoorten, en het schatten van het oppervlak aan droogvallende mossel- en oesterbanken in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. Daarnaast moeten de verzamelde gegevens ook gebruikt kunnen worden om een eventuele verandering in het Nederlandse beleid ten aanzien van schelpdiervisserij en natuur te kunnen evalueren. Hiervoor zijn de tijdreeksen van belang, die sinds aanvang van de verschillende survey onderdelen jaarlijks worden aangevuld.

Sinds 2020 één rapport

In voorgaande jaren werd jaarlijks per survey onderdeel een rapport geschreven. Deze onderdelen waren:

- het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren;
- schelpdieren in de Nederlandse kustzone;
- Mosselen en Japanse oesters in de zoute getijdenwateren: bestand en arealen;
- schelpdieren in het Veerse Meer en Grevelingenmeer.

Met ingang van 2020 worden al deze survey onderdelen samengevoegd in één rapport. Voortaan worden alle survey onderdelen gegroepeerd per deelgebied behandeld. Deze deelgebieden zijn: 1. Kustzone, 2. Waddenzee, en 3. Deltawateren (Oosterschelde, Westerschelde, Veerse meer, Grevelingenmeer). Ieder jaar wordt een samenvatting gegeven van de belangrijkste resultaten uit de verschillende surveys, en daarnaast een nadere uitwerking van één of meer interessante onderwerpen. In voorliggend rapport wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de verschillende survey onderdelen en de daarbij gebruikte methoden. In de hierop volgende jaren zal voor een beschrijving van de gebruikte methodieken verwezen worden naar het rapport over 2020, het voorliggende, tenzij methodieken zijn veranderd. De verzamelde gegevens zijn in te zien op de webviewer De Schelpdiermonitor (www.wur.nl/schelpdiermonitor). Hier worden verspreidingskaarten en tijdreeksen weergegeven van niet alleen de doelsoorten maar ook anders soorten schelpdieren, krabben en zeesterren. Ook is hier meer informatie te vinden over de doelstellingen van de verschillende surveys en de gebruikte methodieken. De Schelpdiermonitor wordt jaarlijks in februari geüpdatet.

Uitvoering en resultaten 2020

In Hoofdstuk 2 wordt eerst de algemene werkwijze per survey onderdeel beschreven. In paragraaf 2.9 op pagina 28 wordt beschreven in welke periode de survey onderdelen in 2020 zijn uitgevoerd, en welke wijzigingen er waren ten opzichte van andere jaren (bijvoorbeeld als gevolg van de COVID-19 pandemie). In Hoofdstuk 3 worden de survey resultaten van 2020 gepresenteerd en waar nodig direct bediscussieerd. Hier zijn alle tabellen met geschatte arealen en bestanden te vinden, net als de tijdreeksen (ontwikkeling van arealen en bestanden sinds aanvang van de monitoringreeksen). In de bijlagen zijn de resultaten van 2020 in meer detail te bekijken, in de vorm van lijsten met alle aangetroffen soorten (Bijlage B), en verspreidingskaarten (Bijlagen C, D en E).

Uitgelicht

In Hoofdstuk 4 'Uitgelicht' wordt uitgelegd hoe het bestand van Amerikaanse zwaardschedes in de westelijke Waddenzee wordt geschat, en wordt voor het eerst een ontwikkeling van dat bestand gepresenteerd.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Schelpdieren spelen een belangrijke rol in de Nederlandse kustwateren. Ze filteren hun voedsel, voornamelijk bestaande uit eencellige algen, uit het water. De energie hieruit maken ze beschikbaar voor de hogere trofische niveaus in het voedselweb. Door depositie van hun excreta (feces en pseudofeces) stimuleren ze een rijke microbiële bodemdiergemeenschap. Soorten die rifstructuren maken op de zeebodem, zoals mosselen en oesters, bieden leefgebied aan vele soorten bodemdieren en vissen. Schelpdieren worden veel en graag gegeten, als ze jonger zijn door soorten als de zeester en garnaal, en later door steltlopers en duikende eenden (o.a. de zwarte zee-eend). Ook vertegenwoordigen schelpdieren een zeker economisch belang, aangezien meerdere soorten bevestigd en/of gekweekt worden. Om ervoor te zorgen dat visserij- en natuurbelangen elkaar niet te veel in de weg zitten, en om effecten van veranderingen in het Nederlandse beleid ten aanzien van visserij en natuur te kunnen evalueren, worden de schelpdierbestanden in de Nederlandse kustwateren jaarlijks gemonitord binnen het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken op het gebied van Visserij. Deze monitoring vindt plaats in alle zoute kustwateren, namelijk de gehele kustzone van de Noordzee, de Waddenzee inclusief de Eems, en de zoute deltawateren Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingenmeer en Veerse Meer. De specifieke doelen en doelsoorten verschillen per gebied, evenals de looptijd van de monitoring. Zo zijn de eerste surveys gestart in 1990 en de meest recente in 2018.

1.2 Doelstelling

De WOT schelpdiermonitoring in de Nederlandse kustwateren heeft als hoofddoel het schatten van de omvang van bestanden van (potentieel) commercieel interessante schelpdiersoorten, en het schatten van het oppervlak aan droogvallende mossel- en oesterbanken in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. Daarnaast moeten de verzamelde gegevens ook gebruikt kunnen worden om een eventuele verandering in het Nederlandse beleid ten aanzien van schelpdiervisserij en natuur te kunnen evalueren. Hiervoor zijn de tijdreeksen van belang, die sinds aanvang van de verschillende surveys jaarlijks worden aangevuld.

1.3 Wettelijk kader en doelsoorten

De monitoring in de kustzone van de Noordzee, Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde is ondersteunend voor het beleid rond bestaande visserijen, en die in het Grevelingenmeer en Veerse Meer voor het beleid rond bestaande kweek en mogelijke nieuwe visserij- en/of kweekactiviteiten. Om welke doelsoorten het gaat wordt hieronder per deelgebied kort beschreven. Ook wordt het wettelijk kader rond deze visserijen samengevat. Voor meer informatie wordt verwezen naar de betreffende vergunningverleners en beleidsdocumenten.

Bestandsschattingen van mosselen in het sublitoraal van de Waddenzee, Voordelta, Oosterschelde en Westerschelde maken geen deel uit van het WOT programma, maar worden uitgevoerd in opdracht van de Nederlandse mosselsector (PO Mossel). Voor meer informatie over de bestandsschattingen zie Perdon *et al.* (2019, WOT kustzone), Van Asch *et al.* (2019, WOT kokkels), Van den Ende *et al.* (2019, WOT mosselen en oesters), Van der Pool *et al.* (2019, WOT Veerse meer en Grevelingenmeer), Van Stralen *et al.* (2019, PO Mossel Waddenzee sublitoraal), De Schelpdiermonitor¹. Voor meer informatie over het wettelijke kader rond mosselvisserij in de Waddenzee, zie Van Stralen (2018).

¹ De Schelpdiermonitor: www.wur.nl/schelpdiermonitor

1.3.1 Kustzone van de Noordzee

De monitoring in de kustzone van de Noordzee is gestart in 1993 in alleen de Voordelta, en vanaf 1995 wordt de gehele kustzone bemonsterd. Bij aanvang van de monitoring was de bestandsschatting van halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*; Figuur 1) het doel, waar toen veel op werd gevestigd. Toen het bestand van de halfgeknotte strandschelp in 2002 instortte, schakelde de visserij over op de Amerikaanse zwaardschede (ook wel "mesheft" of "scheermes" of "mes" genoemd, *Ensis leei*; Figuur 1). Dit is een geïntroduceerde soort (een exoot), die rond 2002 sterk opkwam in de kustwateren. Sindsdien richt de monitoring zich primair op beide soorten. Daarnaast worden, zoals in vrijwel alle WOT schelpdiersurveys, ook alle andere soorten schelpdieren, zeesterren en krabben geregistreerd, evenals andere soorten die met het gebruikte monstertuig goed te vangen zijn. In de afgelopen jaren maakten naast halfgeknotte strandschelpen en Amerikaanse zwaardschedes, ook de otterschelp (*Lutraria lutraria*), venusschelp (*Chamelea striatula*) en het zaagje (*Donax vittatus*) (Figuur 1) deel uit van de rapportage aangezien dit soorten zijn met een potentieel economisch belang. De jaarlijkse bestandsschattingen worden gebruikt als basis voor de vergunningaanvraag.

1.3.2 Waddenzee

Monitoring van schelpdierbestanden in de Waddenzee is gestart in 1990. Het primaire doel was toen een bestandsschatting van kokkels (*Cerastoderma edule*; Figuur 1). Deze schatting was nodig om het quotum voor de visserij te bepalen. Vanaf 1993 moest daarbij rekening gehouden worden met een voedselreservering voor de scholekster (*Haematopus ostralegus*) (Bult *et al.* 2004). Deze steltloper is met name in de winter sterk afhankelijk van het aanbod aan schelpdieren, met name de kokkel en mossel (*Mytilus edulis*) op de droogvallende platen. Voedselreservering houdt in dat eerst berekend wordt hoeveel kokkelvlees minimaal aanwezig moet zijn om de aanwezige scholeksterpopulatie te voeden, al of niet rekening houdend met het aanwezige bestand aan mosselen (Ens *et al.*, 2004). Er mag pas gevestigd worden als het kokkelbestand hoger is dan de voedselreservering. Bij aanvang van de monitoring werd zowel mechanisch als met de hand op kokkels gevestigd. In 2005 is de mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee verboden en sindsdien wordt uitsluitend nog met de hand gevestigd. In 2011 is de voedselreservering losgelaten, in overeenstemming met de overheid en natuurorganisaties (Programma naar een Rijke Waddenzee, 2011). In plaats daarvan mogen de handkokkelaars altijd 2,5% opvissen van het aanwezige bestand op 1 september. Dit wordt berekend over het deel van het bestand dat voor de scholekster als profijtelijk wordt ingeschat, namelijk alle kokkels bij dichtheden hoger dan 50 individuen per vierkante meter (het "oogstbare bestand"). Als dit bestand lager ligt dan 21 miljoen kilo vleesgewicht is er sprake van een "kokkelarm" jaar (LNV, 2004), en mag er in bepaalde gebieden (de "lotingsgebieden") nog met slechts twee schepen gevestigd worden in plaats van drie (Programma naar een Rijke Waddenzee, 2011).

Sinds 1995 is ook het inschatten van het totale oppervlak aan droogvallende mosselbanken en het daarbinnen aanwezige bestand een belangrijk doel (Figuur 1). In de Waddenzee is mosselzaadvisserij op droogvallende platen toegestaan onder bepaalde voorwaarden (LNV 1993; 2004). Zo moet er onder andere minimaal 2000 ha aan meerjarige litorale mosselbanken aanwezig zijn. Meerjarige banken zijn daarbij gedefinieerd als banken die minimaal één winter hebben overleefd. Na 1994 is niet meer op de droogvallende platen op mosselzaad gevestigd. Een uitzondering daarop is een experimentele bevissing ten behoeve van de toetsing van de zogenaamde Jan Louw-hypothese in 2001 (Smaal *et al.* 2004).

Hoewel de geïntroduceerde Japanse oesters (*Crassostrea gigas*; Figuur 1) sinds hun eerste aantreffen tijdens de survey van 2002 structureel geregistreerd zijn, maakt een bestandsschatting pas sinds 2011 deel uit van het WOT programma. In 2010 is een eerste proef gestart met het handmatig verzamelen ('rapen') van Japanse oesters. Vanaf 2020 zijn vergunningen uitgegeven voor het duurzaam rapen van Japanse oesters op de droogvallende platen, onder voorwaarde dat de rapers een gezamenlijk raapplan

maken. In dit raapplan spelen de bestandsschatting van Japanse oester en de geschatte arealen van oesterbanken een belangrijke rol.

In 2018 is een monitoring van Amerikaanse zwaardschedes in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee onderdeel van het WOT Schelpdieren programma geworden vanwege het belang voor het Nederlandse beleid ten aanzien van schelpdierkweek in de Waddenzee. De Amerikaanse zwaardschede mag, in tegenstelling tot de Nederlandse kustzone, in de Waddenzee niet bevestigd worden. De soort is echter van grote invloed op de draagkracht van het systeem voor schelpdierkweek vanwege diens omvangrijke bestand en grote filtratiecapaciteit. Om deze reden was de inventarisatie al in 2015 opgezet





Figuur 1. Afbeeldingen van alle doelsoorten en soorten met een potentieel economisch belang. Fotografen: Oscar Bos en Jack Perdon (otterschelp), Wageningen Marine Research; Terry Wimbleton (Filipijnse tapijtschelp), www.marlin.ac.uk.

binnen een ander project in opdracht van LNV. Dat project richtte zich op de effecten van opschaling van mosselzaad invang installaties (MZI's) op de draagkracht van het systeem voor schelpdieren (Kamermaans en Van Asch, 2018). Hiertoe werd jaarlijks een schatting gemaakt van het totale bestand aan filtrerende schelpdieren in de kombergingen Marsdiep en Vliestroom, met als doel om effecten van de opschaling van MZI's op de draagkracht van het systeem voor schelpdieren te kunnen onderzoeken. De monitoring van het bestand van Amerikaanse zwaardschedes werd opgezet als aanvulling op de jaarlijkse sublitorale mosselzaadsurvey in opdracht van de PO Mosselcultuur.

1.3.3 Zoute deltaxwateren

Ook in de Oosterschelde en Westerschelde mag onder bepaalde voorwaarden op kokkels gevist worden, zowel mechanisch als met de hand. De bestandsschatting van kokkels op de droogvallende platen is gestart in 1990. In de Oosterschelde geldt een voedselreserveringsbeleid naar de inzichten uit het EVA II onderzoek (Ens *et al.*, 2004). Er mag pas worden gevist wanneer het kokkelbestand hoger is dan 150 kg kokkelvles per scholekster. De precieze grens wordt daarmee bepaald door het aantal scholeksters. Dit aantal wordt, conform het advies van de Beleidsadviesgroep EVA II, berekend als het voortschrijdend driejaargemiddelde van de populatieaantallen. Hierbij geldt een opslag van 10% om de scholeksterpopulatie ontwikkelingskansen te bieden. De handkokkelsector heeft recht op 1/17^e deel van de totaal mogelijke vangst bij dichtheden hoger dan 50 kokkels per vierkante meter (LNV, 2004). Ook in de Westerschelde is zowel mechanische als handkokkelvisserij toegestaan. In het kader van het

beleidsplan Westerschelde heeft de kokkelsector zelf bepaald dat in dat gebied niet gevestigd zal worden wanneer er in totaal minder dan 4 miljoen kg versgewicht kokkels aanwezig is. Indien er meer dan 4 miljoen kg aanwezig is maar minder dan 8 miljoen kg versgewicht zal een visplan worden opgesteld (LNV, 2004).

Sinds 2011 is ook het inschatten van het oppervlak aan droogvallende Japanse oesterbanken in de Ooster- en Westerschelde een belangrijk doel, en het inschatten van de in deze banken aanwezige bestanden van Japanse oesters en mosselen. In de Oosterschelde zijn vergunningen uitgegeven om Japanse oesters met de hand te rapen. Daarnaast kan ook een vergunning aangevraagd worden voor het opvissen van Japanse oesters met een kor.

In het Grevelingenmeer en het Veerse meer wordt niet op wilde schelpdierbestanden gevestigd. Evenals in de Oosterschelde vindt in deze gebieden schelpdierkweek plaats. In het Grevelingenmeer worden vooral Japanse oesters en platte oesters (*Ostrea edulis*; Figuur 1) gekweekt en in het Veerse meer Filipijnse tapijtschelpen (*Ruditapes philippinarum*; Figuur 1). Vanuit de bestaande kweekactiviteiten en mogelijke toekomstige uitbreidingen van kweek en/of visserij, worden sinds 2017 de doelsoorten kokkel en Filipijnse tapijtschelp in deze wateren gemonitord. In 2018 zijn daar de oesterbanken bijgekomen, en de daarin aanwezige doelsoorten Japanse oester, platte oester en mossel. Contouren van oester- en mosselbanken worden in deze wateren niet gekarteerd omdat alle banken zich permanent onder water bevinden.

1.4 Dit rapport

1.4.1 Veranderingen ten opzichte van eerdere jaren

In voorgaande jaren werd jaarlijks per survey onderdeel een rapport geschreven. Voor de rapportages over 2019, zie Van Asch *et al.* (2019; kokkelbestanden), Van den Ende *et al.* (2019; mossel- en oesterbestanden), Perdon *et al.* (2019; schelpdieren in de kustzone) en Van der Pool *et al.* (2020; schelpdieren in het Grevelingenmeer en Veerse Meer). Alle oudere rapportages zijn te vinden op www.cvo.wur.nl.

Met ingang van 2020 zijn alle surveyonderdelen samengevoegd in één rapport. Ieder jaar wordt een samenvatting gegeven van de belangrijkste resultaten uit de verschillende surveys, en daarnaast een nadere uitwerking van interessante onderwerpen. In voorliggende rapport wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de verschillende surveyonderdelen en daarbij gebruikte methoden. In de hierop volgende jaren zal voor een beschrijving van de gebruikte methodieken verwezen worden naar het rapport over 2020, het voorliggende, tenzij methodieken zijn veranderd.

De verzamelde gegevens zijn in te zien op de webviewer De Schelpdiermonitor (www.wur.nl/schelpdiermonitor). Hier worden verspreidingskaarten en tijdreeksen weergegeven van niet alleen de doelsoorten maar ook anders soorten schelpdieren, krabben en zeesterren. Ook is hier meer informatie te vinden over de doelstellingen van de verschillende surveys en de gebruikte methodieken. De Schelpdiermonitor wordt jaarlijks in februari geüpdatet.

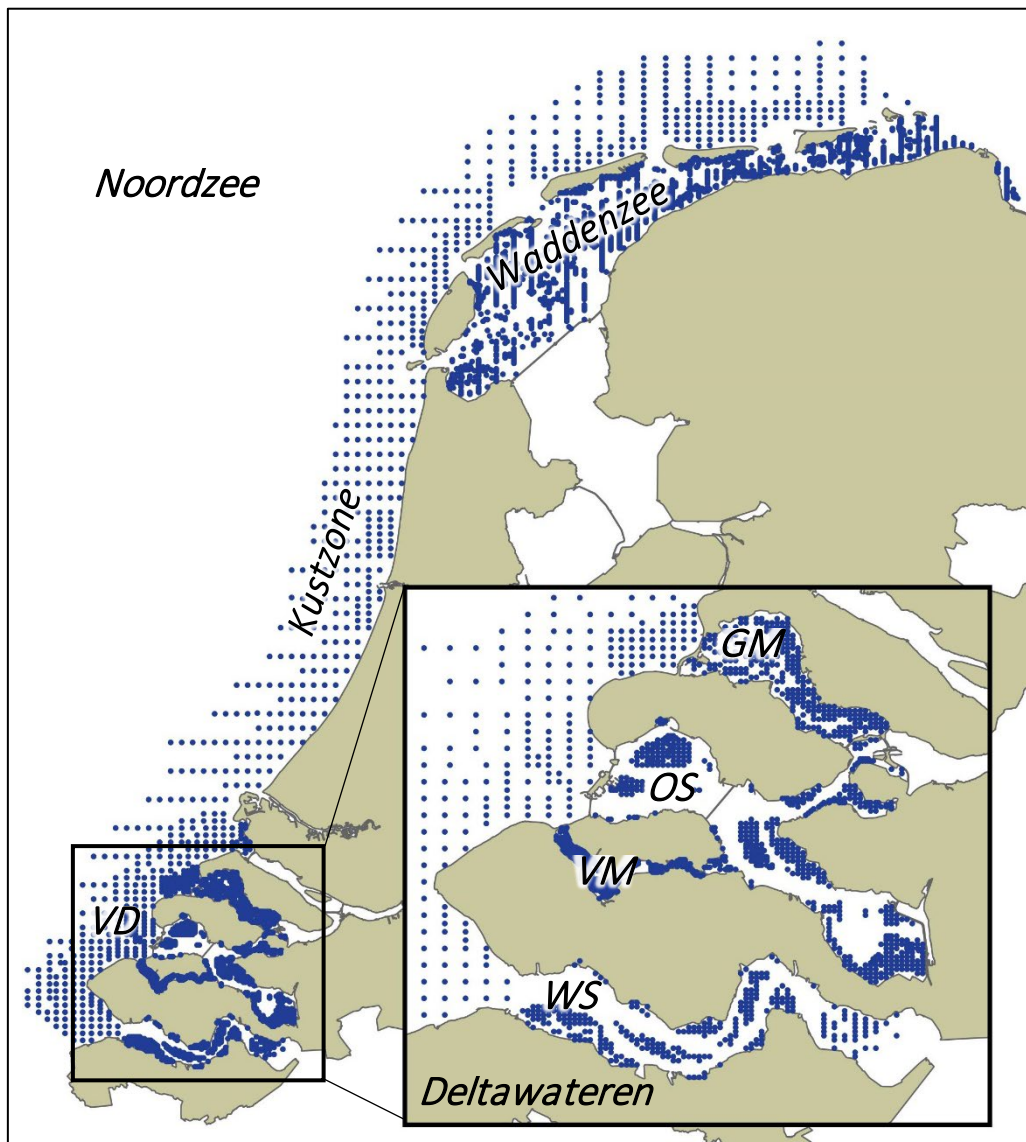
1.4.2 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de verschillende surveyonderdelen en de daarbij gebruikte methoden. In Hoofdstuk 3 worden de resultaten uit de surveys van 2020 samengevat. Hoofdstuk 4 behandelt het onderdeel "Uitgelicht" waarbij een nadere uitwerking wordt gegeven van één tot enkele interessante onderwerpen. Dit jaar: de ontwikkeling van het bestand aan Amerikaanse zwaardschedes in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee.

2 Overzicht surveys

2.1 Onderzoeksgebieden en -doelen

Het onderzoek wordt uitgevoerd in de Waddenzee, de kustzone van de Noordzee en de zoute deltawateren (Figuur 2, Tabel 1). Gedetailleerdere kaarten per deelgebied zijn in de volgende paragrafen te vinden.



Figuur 2. Overzicht van het gehele onderzoeksgebied met alle (ca. 3750) in 2020 te bemonsteren monsterpunten in de deelgebieden Kustzone (met daarbinnen de Voordelta 'VD'), Waddenzee en Deltawateren (met daarbinnen het Grevelingenmeer 'GM', de Oosterschelde 'OS', het Veerse meer 'VM' en de Westerschelde 'WS').

2.1.1 Kustzone

Het onderzoeksgebied strekt zich vanaf de Nederlandse kust zeewaarts uit tot ongeveer de grens van de 12-mijls zone, behalve in het gebied 'Vlakte van de Raan' tegen de Belgische grens, waar de 20 meter dieptelijns wordt gevolgd. Het onderzoeksgebied loopt vanaf de Belgische grens tot aan de equidistantielijn tussen de Nederlandse en Duitse wateren (Figuur 3).

In de Nederlandse kustzone richt de inventarisatie zich op de soorten halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) en zwaardschedes (ook wel 'mesheften' genoemd, genus *Ensis* hoofdzakelijk bestaand uit de soort *Ensis leei*). Jaarlijks wordt een schatting gemaakt van het bestand (totale aantal individuen en/of totale biomassa) dat aanwezig is ten tijde van de inventarisatie (periode april – juni). De zwaardschedes worden daarbij onderverdeeld in twee grootteklassen op basis van de breedte van het topje van de schelp. Het onderscheid tussen de klassen "klein" en "groot" ligt bij een schelpbreedte van 16 mm, overeenkomend met een schelplengte van ongeveer 110 mm. Een lengte van 100 mm is het wettelijke minimumformaat in de *Ensis*-visserij (EU regeling 850/98, Annex XII). Als extra inspanning worden naast *S. subtruncata* en *Ensis sp.* ook alle andere soorten schelpdieren, krabben en stekelhuidigen (zeesterren en zee-egels) geïnventariseerd.

2.1.2 Waddenzee

Het onderzoeksgebied betreft het litorale deel van de Nederlandse Waddenzee. In de beschrijving van de resultaten wordt vaak onderscheid gemaakt tussen het westelijke en oostelijke deel. De daarbij gehanteerde grens is weergegeven in Figuur 4.

In de Waddenzee volgt de inventarisatie vier verschillende onderzoeksdoelen:

1. Bestandschatting van kokkels op de droogvallende platen;
2. Kartering van mossel- en oesterbanken op de droogvallende platen;
3. Bestandschatting van mosselen en Japanse oesters op de droogvallende platen;
4. Bestandschatting van Amerikaanse zwaardschedes in het sublitoraal.

Bestandschattingen hebben als doel: het schatten van het totale bestand in aantallen individuen en biomassa (totaal aantal grammen versgewicht, dus het natgewicht inclusief schelp en vlees). Karteringen hebben als doel: het schatten van het totale areaal aan mossel- en oesterbanken.

Het bestand van kokkels (*Cerastoderma edule*) op de droogvallende platen wordt geschat voor de periode ten tijde van de inventarisatie (periode april - juni). Omdat het quotum voor de visserij wordt gebaseerd op het bestand aanwezig op 1 september, wordt dit "najaarsbestand" voorspeld op basis van extrapolatie van het "voorjaarsbestand" (ijkpunt 1 mei). Als extra inspanning zijn naast *C. edule* ook alle andere soorten schelpdieren, krabben en stekelhuidigen geïnventariseerd, hoewel dit voor sommige soorten pas vanaf latere jaren is gedaan.

De mosselbanken (*Mytilus edulis*) en Japanse oesterbanken (*Crassostrea gigas*) op de droogvallende platen worden ieder voorjaar gekarteerd (april - mei). In sommige jaren met een grote zaadval zijn ook karteringen uitgevoerd in het najaar.

Ieder voorjaar wordt de bestands grootte van mosselen op de droogvallende platen geschat. Vanaf 1990 is het bestand van mosselen geschat uit de jaarlijkse bemonsteringen ten behoeve van het kokkelbestand, en is de schatting van het mosselbestand dus als het ware meegelift met de bemonstering van kokkels. Sinds 1998 wordt gericht binnen de gekarteerde contouren van mosselbanken gemonsterd. Sinds 2002 maken ook Japanse oesters deel uit van de droogvallende rifvormige schelpdierbanken en sinds 2011 wordt jaarlijks een schatting gemaakt van het bestand van Japanse oesters. Ook alle andere soorten schelpdieren, krabben en stekelhuidigen worden geïnventariseerd (sinds 1998).

Gedurende de zomer (juli-augustus) wordt uitsluitend voor Amerikaanse zwaardschedes (*Ensis leei*) een inventarisatie uitgevoerd in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee, kombergingen Marsdiep en Vliestroom, in aanvulling op de jaarlijkse mosselzaadsurvey (zie 1.3.2). Jaarlijks wordt een monstergrid ontworpen dat complementair is aan het monstergrid van de mosselsurvey, specifiek gericht op locaties waar zwaardschedes verwacht worden. Beide monstergrids worden gecombineerd om vervolgens het bestand van de Amerikaanse zwaardschede te berekenen. Zie Hoofdstuk 4 voor een nadere uitleg over de methodiek en ontwikkeling van het bestand sinds 2015.

2.1.3 Deltawateren

In de deltaxwateren wordt het onderzoek uitgevoerd in de Oosterschelde, Westerschelde, het Grevelingenmeer en het Veerse meer (Figuur 5). Het onderzoek in de Oosterschelde en de Westerschelde, waar het onderzoeksgebied zich uitstrekt tot aan de Belgische grens, beperkt zich tot de droogvallende platen (het litoraal). In het Veerse Meer en het Grevelingenmeer werden ingegraven soorten schelpdieren tot nu toe bemonsterd tot de dieptelijn van 4 meter, en oesters en mosselen tot de dieptelijn van 10 meter. Bij de inventarisatie van Japanse oesters worden oesters op oesterkweekpercelen buiten beschouwing gelaten, behalve daar waar het meerjarige dichte oesterbanken (en dus niet geëxploiteerde oesters) betreft (zoals op een aantal geheel droogvallende niet-beviste percelen in de Zandkreek en een groot lang niet-bevist perceel bij de Slikken van Viane in de Oosterschelde).

In de zoute deltaxwateren worden vijf verschillende doelen onderscheiden:

1. Bestandsschatting van kokkels op de droogvallende platen van de Oosterschelde en Westerschelde;
2. Kartering van oesterbanken en mosselbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde en Westerschelde;
3. Bestandsschatting van Japanse oesters en mosselen op de droogvallende platen van de Oosterschelde en Westerschelde;
4. Bestandsschatting van ingegraven soorten schelpdieren in het Veerse Meer en Grevelingenmeer;
5. Bestandsschatting van oesters en mosselen in het Veerse Meer en Grevelingenmeer.

De schatting van het bestand van kokkels op de droogvallende platen kent dezelfde doelen en werkwijze als beschreven voor de Waddenzee. Dit geldt ook voor de kartering van oesterbanken en mosselbanken op de droogvallende platen, met als belangrijk verschil dat in de Oosterschelde en Westerschelde geen pure mosselbanken voorkomen, maar uitsluitend banken die alleen uit Japanse oesters of uit een mengeling van Japanse oesters en mosselen bestaan. De focus ligt in de deltaxwateren dus sterk op de Japanse oesterbanken

Bij de monsternamen voor bestandsschatting van Japanse oesters en mosselen op de droogvallende platen van de Oosterschelde worden normaal gesproken uitsluitend Japanse oesters, mosselen en platte oesters (*Ostrea edulis*) geregistreerd, en voor zover zij aan oesters en mosselen vastgehecht zitten ook oesterboorders (*Ocenebrellus inornatus* en *Urosalpinx cinerea*) en muiltjes (ook wel 'slippers' genoemd; *Crepidula fornicata*). In de Westerschelde worden vooralsnog geen biomassa bemonsteringen gedaan omdat het totale areaal aan Japanse oesterbanken zeer gering is en deze zich uitsluitend bevinden op harde substraten die met de reguliere monstertechnieken (happers) niet goed bemonsterd kunnen worden.

De bestandsschatting van ingegraven soorten schelpdieren in de ondiepe delen (voormalige getijdplaten) van het Veerse meer en Grevelingenmeer is sinds 2017 een vast onderdeel binnen het WOT programma. Het gaat hier primair om soorten met een potentieel economisch belang zoals kokkels

en tapijtschelpen (*Ruditapes philippinarum*). Deze bemonstering vindt zoveel mogelijk plaats buiten Japanse oesterriffen en tot een diepte van ca. 4 meter. Alle soorten schelpdieren, krabben en stekelhuidigen worden geregistreerd. De bestandsschatting van oesters en mosselen in het Veerse meer en Grevelingenmeer is één jaar later opgestart, in 2018. Doelsoorten zijn dezelfde als bij de bepaling van het oesterbestand in de Oosterschelde. De bemonstering wordt uitgevoerd tot een maximale diepte van 10 m.

Tabel 1. Overzicht van de verschillende surveys binnen het WOT Schelpdieren programma.

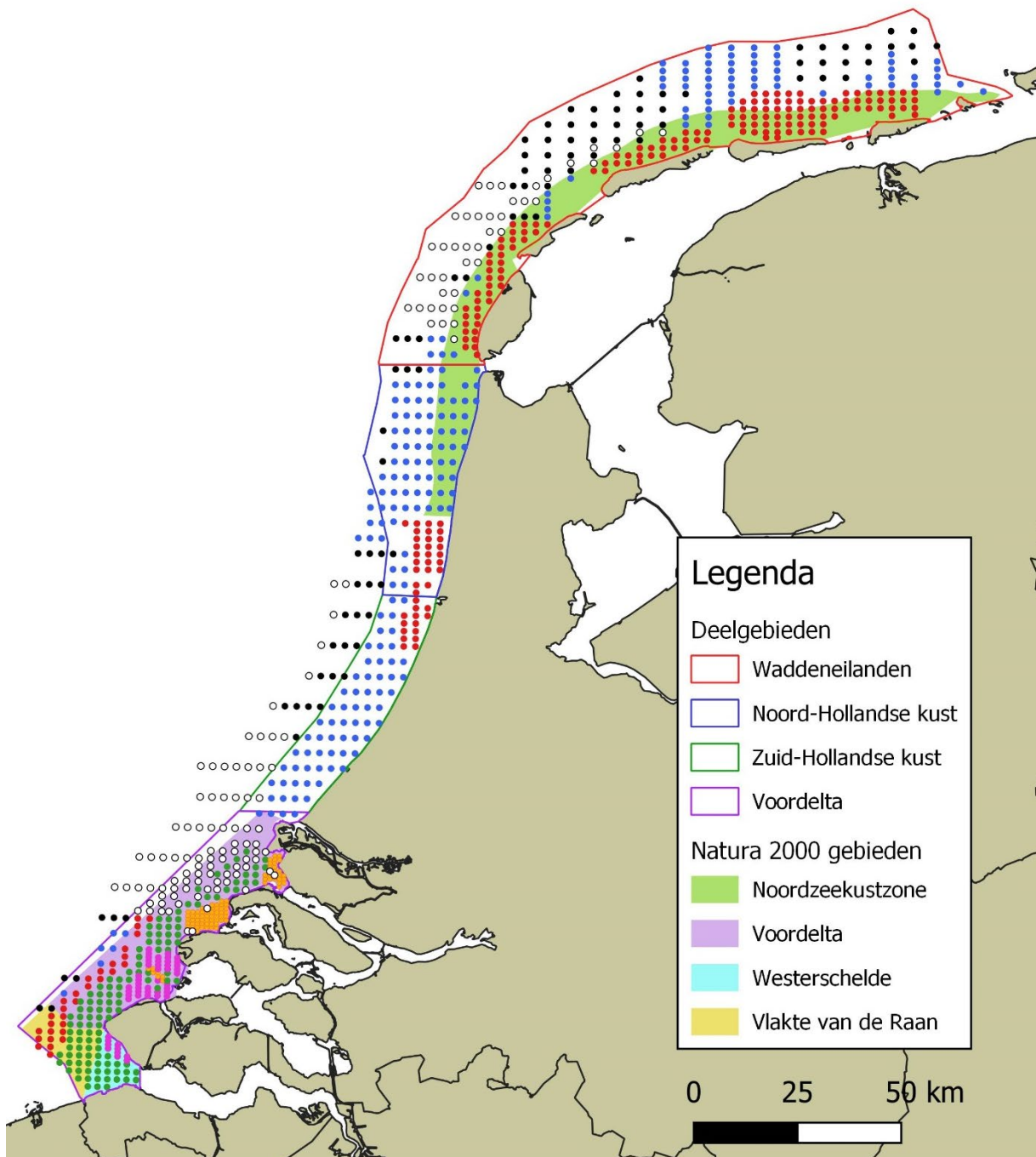
Gebied	Deelgebied	Doelsoorten	Survey doel	Onderdeel van WOT Schelpdieren	
Kustzone		Zwaardschedes en halfgeknotte strandschelp	Bestand	Sinds 1993 Voordelta, sinds 1995 hele kustzone	
Waddenzee	litoraal	Mossel	Areaal	Sinds 1995	
			Bestand	Sinds 1990 als onderdeel van kokkelbestand, sinds 1998 specifiek gericht op mosselen.	
		Japanse oester	Areaal	Sinds 2002 als onderdeel van mosselbank arealen, sinds 2011 specifiek gericht op Japanse oesters	
			Bestand	Sinds 2002 als onderdeel van mosselbestand, sinds 2011 specifiek gericht op Japanse oesters	
	sublitoraal (Marsdiep en Vliestroom)	Kokkel	Bestand	Sinds 1990	
		Mossel	Bestand	Niet. Sinds 1992 in opdracht van PO Mosselcultuur	
		Zwaardschedes	Bestand	Sinds 2018 in aanvulling op mossel survey PO	
Deltawateren	Oosterschelde litoraal	Kokkel	Bestand	Sinds 1990	
			Bestand	Sinds 2020	
		Japanse oester en mossel	Areaal	Sinds 2011	
				Bestand	Sinds 2011
	Westerschelde litoraal	Kokkel	Bestand	Sinds 1990	
		Japanse oester en mossel	Areaal	Sinds 2011	
	Veerse meer en Grevelingenmeer tot 4 m diep	Kokkel en Filipijnse tapijtschelp	Bestand	Sinds 2017	
	Veerse meer en Grevelingenmeer tot 10 m diep	Japanse oester, mossel, platte oester	Bestand	Sinds 2018	

2.2 Monsterpunten

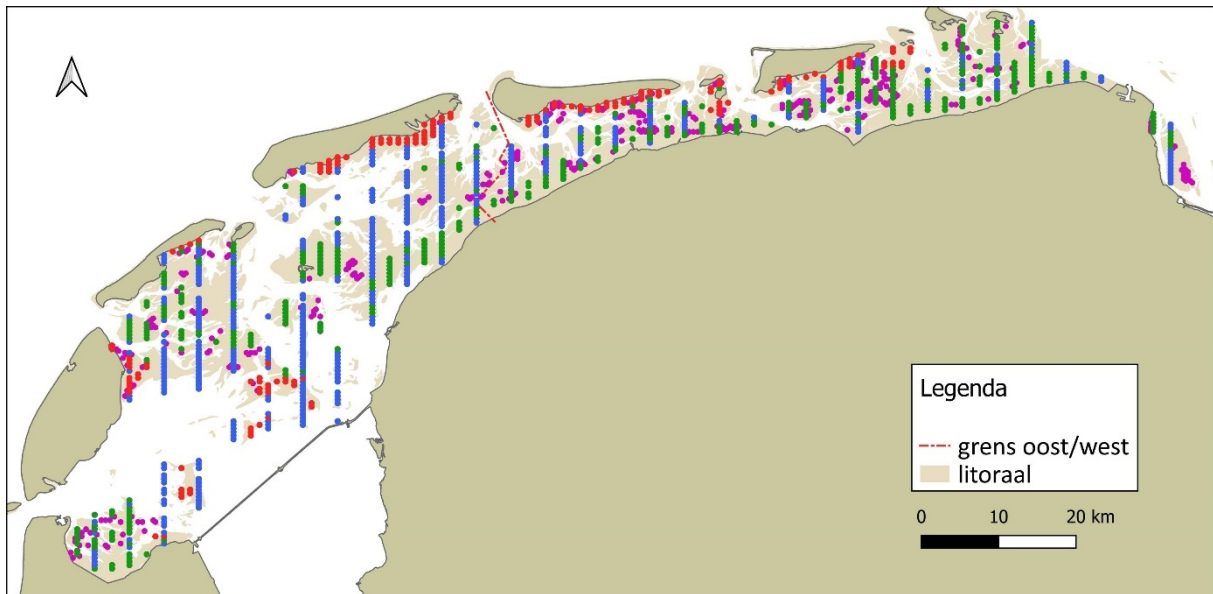
De monsterpunten zijn over het onderzoeksgebied verdeeld volgens een grid, waarbij voor een efficiënte verdeling van de onderzoeksinspanning het gebied is verdeeld in een aantal strata: gebieden met een verschillende kans of verwachting op het voorkomen van de betreffende doelsoorten. Deze verwachting is gebaseerd op verschillende bronnen, zoals informatie van vissers, Waddenunit en visserijkundig ambtenaren, resultaten uit surveys in voorgaande jaren, en karteringen van schelpdierbanken. Voor meer uitleg over de bronnen wordt verwezen naar de verschillende survey rapportages over 2019 (Perdon *et al.*, 2019; Van Asch *et al.*, 2019; Van den Ende *et al.*, 2019; Van der Pool *et al.*, 2019). Voor de inventarisatie van het bestand aan zwaardschedes in de Waddenzee zijn deze bronnen en de methodiek nog nooit gerapporteerd. Deze survey wordt uitgebreid beschreven in Hoofdstuk 4 ('Uitgelicht'). Alle toegepaste strata zijn samengevat in Tabel 2, en alle monsterpunten binnen de betreffende strata zijn weergegeven in Figuren 3, 4 en 5.

Tabel 2. Overzicht van de gehanteerde strata (als oppervlak per gridcel) en het aantal in 2020 bemonsterde monsterpunten per gebied. Kleuren corresponderen met de kleuren van monsterpunten in Figuren 3, 4 en 5.

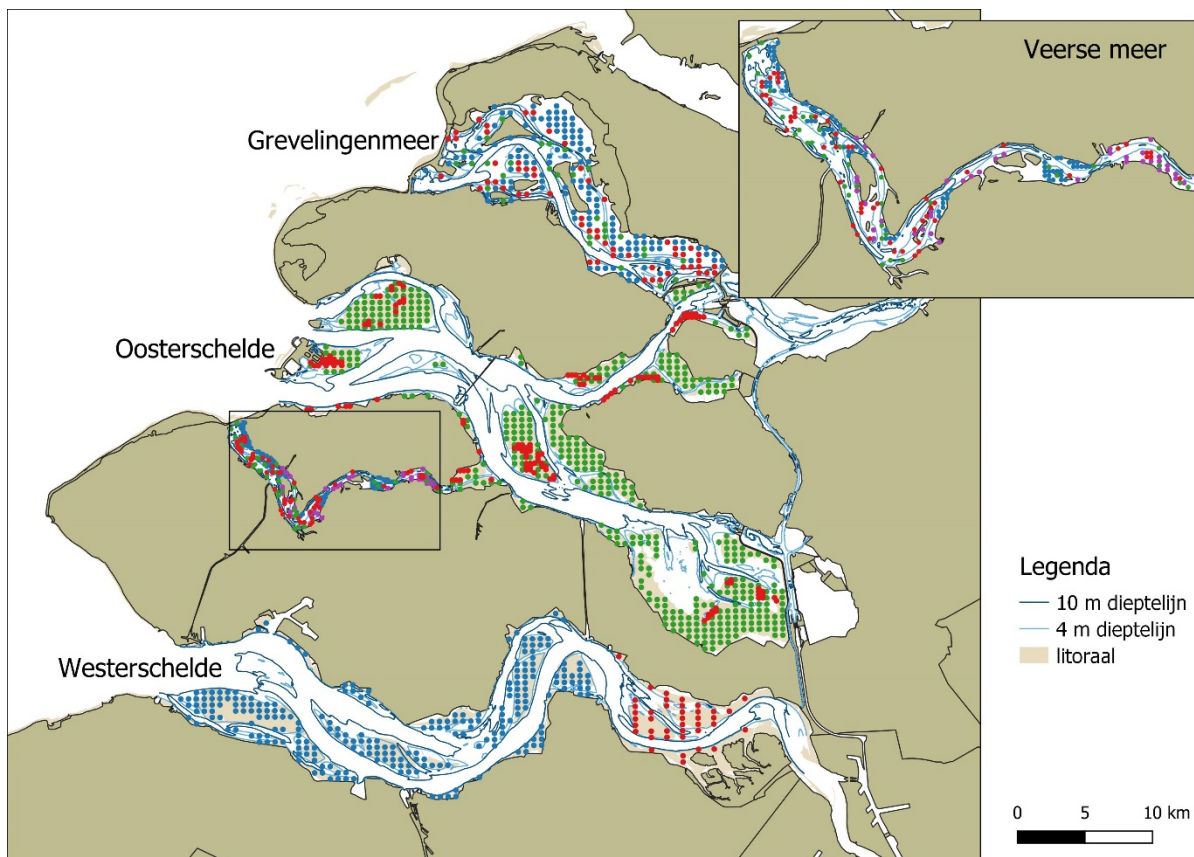
Opp. per	Kustzone	Waddenzee	Oosterschelde	Westerschelde	Veerse meer	Grevelingenmeer
2,2					92	
4,5					46	
6,7			134		57	
12,8		344				
26,7			443	234		136
30,6					35	
35,2						57
51,3		158				
53,3				40		
102,7		414				
105,6	84					
134,6						30
205,4		427				
211,1	49					
422,3	121					
527,8	208					
1055,6	221					
2111,3	91					
Totaal	774	1343	577	274	230	223



Figuur 3. Onderzoeksgebied kustzone met begrenzing van de deelgebieden en Natura 2000 gebieden. Alle in 2020 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur. De open rondjes zijn in 2020 niet bemonsterd. Zie Tabel 2 voor de bemonsterde aantallen per gebied per stratum, en voor de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is.



Figuur 4. Onderzoekgebied Waddenzee, met de droogvallende platen ('litoraal') en de begrenzing tussen de westelijke en oostelijke Waddenzee. Alle in 2020 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur. De paarse punten liggen in mossel- en oesterbanken, de rode en groene in gebieden waar kokkelbanken verwacht worden, en blauwe liggen in het resterende gebied. Zie Tabel 2 voor de bemonsterde aantallen per gebied per stratum, en voor de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is.



Figuur 5. Onderzoekgebied deltawateren met droogvallende platen (Ooster- en Westerschelde) en de 4m en 10m dieptelijnen. Alle in 2020 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur. Zie Tabel 2 voor de bemonsterde aantallen per gebied per stratum, en voor de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is.

2.3 Schepen en samenwerking

De bemonsteringen in de kustzone worden hoofdzakelijk uitgevoerd met de *Isis* van de Rijksrederij. De ondiepe gebieden in de Voordelta worden bemonsterd met de YE42 "*Anna Elizabeth*" van Roem van Yerseke BV.

De bemonsteringen in de Waddenzee worden hoofdzakelijk uitgevoerd met de YE42 "*Anna Elizabeth*", met ondersteuning van de Waddenunit van het Ministerie van LNV. De Waddenunit neemt deel aan het veldwerk met de YE42 en voert ook zelfstandig een deel van de bemonsteringen uit met de eigen schepen *Phoca*, *Asterias*, *Krukkel* en *Harder*. Voor de aanvullende inventarisatie van het bestand aan zwaardschedes wordt gebruik gemaakt van de *Asterias*.

De bemonsteringen in de deltawateren worden uitgevoerd in samenwerking met de visserijkundig ambtenaren en gebruik makend van de schepen *Luctor* en *Regulus* van de Rijksrederij. De bemonsteringen worden deels uitgevoerd door een surveyleider en eventueel extra opstapper van WMR, en deels zelfstandig door een visserijkundig ambtenaar en de Waddenunit bemanning.

2.4 Monstertuigen

Voor de bemonsteringen in alle zoute kustwateren worden verschillende monstertuigen gebruikt. Deze worden hieronder toegelicht. Er wordt altijd gezeefd over een maaswijdte van 5 mm.

2.4.1 Bodemschaaf

De bodemschaaf (Figuur 6) is het meest gebruikte monstertuig in de kustzone. Het bestaat uit een kooi die aan de onderzijde is voorzien van een mes met een breedte die, afhankelijk van het gebruikte mes, ligt tussen de 9 en 10 cm. De diepte van het mes is 10,0 cm. De schaaf wordt aan een kabel over de bodem voortgetrokken en de kooi fungeert tijdens het vissen als zeef. Hiermee wordt op iedere locatie gemonsterd over een afstand van ongeveer 150 meter, behalve in de Voordelta waar wegens de bodemgesteldheid de maximale afstand waarover gemonsterd kan worden ongeveer 75 meter is. De exacte afstand wordt bepaald door middel van een elektronische teller die verbonden is aan een meetwiel dat over de bodem gaat. Daarnaast worden ter controle de posities van beginpunt, eindpunt en route van het schip tijdens vissen vastgelegd met DGPS. Het bemonsterde oppervlak per locatie beslaat $\pm 15 \text{ m}^2$ (in de Voordelta $\pm 7,5 \text{ m}^2$).

2.4.2 Zuigkor

De zuigkor (Figuur 7) is het meest gebruikte monstertuig in de inventarisatie van mosselen in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee in opdracht van de PO Mosselcultuur. Binnen de WOT surveys wordt dit monstertuig uitsluitend gebruikt in de Voordelta (Figuur 3). Evenals de bodemschaaf bestaat dit monstertuig uit een kooi voorzien van een mes aan de onderkant. De zuigkor heeft een mes breedte van 21,4 cm breed en 7,0 cm diep. De kor is via een zuigbuis bevestigd aan het schip. Tijdens vissen wordt het bodemonster opgezogen, en via een spoelmolen aan dek gespoeld waar het wordt opgevangen in zeeftonnen. De kor, spoelmolen en zeeftonnen zijn voorzien van gaas met een maaswijdte van 5 mm. De zuigkor wordt ingezet in de ondiepe gedeelten van de Voordelta, aan boord van de YE42. Met de zuigkor wordt in de Voordelta op iedere locatie gemonsterd over een afstand van ongeveer 75 meter. De exacte afstand wordt bepaald aan de hand van de met DGPS vastgelegde positie en route van het schip tijdens het vissen. De bemonsterde oppervlakte per locatie beslaat daardoor $\pm 15 \text{ m}^2$. Vaak wordt het gebruik van de zuigkor gecombineerd met een lopende band voorzien van gaten waardoor direct bij aankomst van het monster aan dek een representatief submonster van 1/7^e deel wordt genomen.



Figuur 6. De bodemschaaf (Fotograaf: Jack Perdon).



Figuur 7. De zuigkor (Fotograaf: Karin Troost).

2.4.3 Stempelkor

De stempelkor (Figuur 8) is het meest gebruikte monstertuig bij de bemonsteringen op de droogvallende platen in de Waddenzee. Dit monstertuig is afgeleid van de traditionele kokkelkor aan boord van kokkelschepen, maar is op diverse fronten aangepast aan het onderzoekswerk op de Waddenzee. De stempelkor heeft een mes met een breedte van 21,0 cm en diepte van 7,0 cm. Evenals bij de zuigkor wordt het monster opgezogen via de zuigbuis, en via de spoelmolen van de YE42 aan dek gespoeld waar het in zeeftonnen wordt opgevangen. In plaats van te vissen over een bepaalde afstand, neemt de stempelkor een hap met een vast oppervlak van 0,4 m² uit de bodem.



Figuur 8. De stempelkor (Fotograaf: Herman Troost).

2.4.4 Kokkelschepje

Het kokkelschepje (Figuur 9) is het meest gebruikte monstertuig voor de bemonstering van kokkels en andere ingegraven schelpdiersoorten in de deltawateren, en wordt ook veel op de Waddenzee gebruikt. Het kokkelschepje bestaat uit een metalen schep met een klep, dat via een scharnier is bevestigd aan een stok van 4 meter lang. Het schepje wordt bediend vanuit een kleine boot. Per monsterpunt worden 3 monsters genomen met een diepte van 7,0 cm die in een zeefton worden samengevoegd tot één monster met een bemonsterd oppervlak van 0,1 m².

2.4.5 Hydraulische happer

De hydraulische happer (Figuur 10) is een tweedelige knijperbak die hydraulisch bediend wordt vanaf een schip. Dit monstertuig wordt gebruikt in de Waddenzee en de Oosterschelde om dichte oesterbanken te bemonsteren. Ook wordt dit tuig gebruikt voor de aanvullende bemonstering van zwaardschedes in de Waddenzee. Het bemonsterde oppervlak is 1,06 m². De theoretisch maximale haptediepte is 34 cm.

2.4.6 Steekring

De steekring (Figuur 11) is een variant op de in marien onderzoek gebruikelijke steekbuis. De diameter is echter groter waardoor het bemonsterd oppervlak groter is, en het monster er met de hand uitgeschept moet worden. Dit wordt gedaan tot een diepte van tenminste 7,0 cm. Per monsterpunt worden twee ringen samengevoegd tot één monster met een totaal bemonsterd oppervlak van 0,1 m². De steekring wordt tijdens laagwater toegepast in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde op locaties die te ondiep liggen voor bemonstering met schip of bijboot. Ook worden hiermee locaties bemonsterd in dichtere mosselbanken en oesterbanken binnen de grenzen van kabelgebieden waar niet met het schip gemonsterd mag worden en waarvoor het kokkelschepje minder geschikt is.



Figuur 9. Het kokkelschepje wordt geleegd in de zeef (gedemonstreerd door Jesse van der Pool. Fotografie: Douwe van den Ende).



Figuur 10. De hydraulische happer (Fotografie: Karin Troost).



Figuur 11. De steekring (rechts) met zeef (links) (Fotograaf: Karin Troost).

2.5 Verwerking van de monsters

Monsters die zijn genomen door medewerkers van WMR zijn meteen aan boord verwerkt. Monsters die zijn genomen door medewerkers van het ministerie van LNV (Waddenunit en visserijkundig ambtenaren in de deltawateren) worden vers of ingevroren naar WMR getransporteerd en daar verwerkt door WMR personeel. De monsters zijn gezeefd over 5 mm en vervolgens uitgezocht. Hierbij zijn alle dieren uit de vangst geregistreerd, behalve vissen, garnalen en wormen. Indien de vangst te groot was om volledig te verwerken is een representatief deelmonster genomen conform de procedure beschreven in Troost *et al.* (2019a).

Alle dieren zijn na determinatie en indeling in leeftijd- en/of lengteklassen geteld en gewogen. Per leeftijd- en lengteklasse zijn het totale aantal en versgewicht (ook wel 'natgewicht') per monster bepaald. Kapotte dieren zijn alleen geteld als er, in het geval van tweekleppige schelpdieren, in de schelp nog vleesresten aanwezig waren en wanneer het slot van de schelp nog herkenbaar was. Kapotte krabben zijn alleen geteld als de carapax (het schild) nog aanwezig was. De bijbehorende gewichten zijn berekend op basis van het gemiddelde gewicht van dieren van dezelfde soort en leeftijd-/lengteklasse. Afhankelijk van de aanwezigheid van complete schelpdieren wordt dit gemiddelde gebaseerd op het monster, alle monsters genomen op dezelfde dag of alle monsters genomen tijdens de gehele survey. Waar schelplengtes of -breedtes zijn gemeten is dit gedaan tot op de millimeter nauwkeurig.

Omdat door invriezen en ontdooien vochtverlies kan optreden wat resulteert in een afname van het versgewicht, zijn de aan boord ingevroren monsters per locatie en per soort waterdicht verzegeld in plastic zakjes. Bij het bepalen van het versgewicht na ontdooien is daarbij óók het vocht dat uit de schelpen kwam meegewogen.

De volgende onderverdelingen in leeftijd- en lengteklassen zijn gemaakt:

- **Kokkels** zijn op basis van groeiringen opgedeeld in 1-jarig, 2-jarig en meerjarig. Kokkelbroed (0-jarig) is tijdens de inventarisatie in het voorjaar ofwel nog niet aanwezig, ofwel te klein om op de zeef te blijven liggen. Dezelfde indeling wordt gemaakt voor **brakwaterkokkels** (*Cerastoderma glaucum*).
- **Zwaardschedes** zijn gedetermineerd op genusniveau. Omdat meestal alleen de topjes worden aangetroffen met alle monstertuigen behalve de hydraulische happer, of zelfs alleen de sifons, ontbreken determinatiekenmerken die nodig zijn voor een determinatie op soortniveau. Zwaardschedes zijn onderverdeeld in grote en kleine individuen waarbij de grens tussen groot en klein gelegd wordt bij een schelpbreedte van 16 mm. Van alle intacte individuen en topjes met voldoende schelp is de schelpbreedte opgemeten.
- Voor **halfgeknotte strandschelpen** is onderscheid gemaakt in kleine en grote dieren op basis van schelpenlengte. De grenswaarde is gebaseerd op lengtefrequentieverdelingen uit de survey gegevens van eerdere jaren waarin de verschillende cohorten vaak duidelijk onderscheiden kunnen worden. Daaruit blijkt dat de grens tussen éénjarige en meerjarige dieren in de meeste gevallen op 19 mm ligt.
- **Mosselen** zijn onderscheiden in drie klassen: zaad, middelgrote (tot en met 4,5 cm) en grote (>4,5 cm) mosselen. Het zaad is 1 winter oud, en wordt onderscheiden op basis van uiterlijke kenmerken.
- **Japane oesters** worden onderscheiden in drie grootteklassen: klein (10-50 mm), middel (50 - 150 mm) en groot (>150 mm). Broed tot 10 mm wordt niet geregistreerd omdat deze vaak zeer moeilijk te onderscheiden zijn van de oudere oesterschelpen waarop ze vastgehecht zitten.
- **Nonnetjes** (*Limecola balthica*) worden onderverdeeld in drie grootteklassen: klein (<5 mm), middel (5 - 15 mm) en groot (>15 mm).
- **Strandgapers** (*Mya arenaria*) worden onderscheiden in twee grootteklassen, 'groot' en 'klein'. Dit onderscheid is zeer arbitrair en gebeurt op basis van de dikte van de aangetroffen sifons. Het onderscheid wordt gebruikt ter indicatie en is zeer kwalitatief.
- **Inheemse tapijtschelpen** (*Ruditapes decussatus* en *Venerupis corrugata*) en **Filipijnse tapijtschelpen** (*Ruditapes philippinarum*) worden in de Waddenzee en deltawateren onderverdeeld in kleine en grote individuen op basis van een schelpenlengte van 20 mm, wat overeen lijkt te komen met de grens tussen éénjarige en meerjarige dieren (op basis van niet gepubliceerde resultaten van lengtemetingen).
- **Zeesterren** (*Asterias rubens*) worden in de Waddenzee en deltawateren onderverdeeld in grote en kleine individuen waarbij de grens ligt bij een armlengte van 25 mm.
- **Strandkrabben** (*Carcinus maenas*) worden onderverdeeld in grote en kleine individuen waarbij de grens ligt bij een carapax breedte van 20 mm.

2.6 Berekeningen

2.6.1 Bestandsberekening

Per soort is het bestand per gebied berekend door per monsterpunt de aangetroffen dichtheid en biomassa te vermenigvuldigen met de oppervlakte van een gridcel in het bijbehorende stratum (Tabel 2). De resulterende aantallen en biomassa's zijn vervolgens gesommeerd volgens:

$$B = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{f_i * B_i}{A_i} \right) * S_{i,s} * 10.000 \right\}$$

Waarbij:

B	=	biomassa versgewicht (g)
i	=	monsterlocatie i
n	=	totaal aantal monsters
B_i	=	biomassa versgewicht in monster i (g)
A_i	=	bemonsterd oppervlak op locatie i (m ²)
$S_{i,s}$	=	oppervlak van gridvak van monsterlocatie i behorende tot stratum s (ha)
f_i	=	factor waarmee monster i opgedeeld is om tot subsample te komen

Middels een permutatietest worden de 95% betrouwbaarheidsintervallen berekend voor de gerapporteerde doelsoorten (Bult *et al.*, 2004).

2.6.2 Kokkelbestand op 1 september

Schattingen van het kokkelbestand in het najaar worden berekend uit de voorjaarsgegevens en de verwachte groei en sterfte tussen moment van monsternamen en 1 september. Voor het berekenen van de groei wordt gebruik gemaakt van de berekeningsmethode volgens de Gompertz-groei-curve (Bijlage C in Kamermans *et al.*, 2003). De groei van 1-jarige kokkels in de Waddenzee kan afwijken van de standaard-groefactor die in de berekening van het najaarsbestand wordt toegepast, omdat de groei daar mede afhankelijk is van het al aanwezige bestand (hoe meer kokkels hoe lager de groeisnelheid). Om de dichtheidsafhankelijke groei te kunnen meenemen in de uiteindelijk schatting is de methode uitgebreid met een correctiefactor (Kamermans *et al.*, 2003). Deze correctiefactor is gebaseerd op de relatie tussen de totale kokkelbiomassa en de groei van 1-jarige kokkels in de surveygegevens sinds 1990. Deze factor wordt elk jaar herberekend omdat de dataserie wordt aangevuld met de gegevens van de laatste bemonstering.

Uit het EVA II- onderzoek blijkt dat voor kokkels in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde een sterftepercentage van 28% in de periode van 1 mei tot 1 september (Twisk, 1990) een goede aanname is (Kamermans *et al.*, 2003). Dit percentage is daarom in de huidige berekeningen aangehouden voor 1-jarige en oudere kokkels.

De volgende formule is gebruikt om het bestand op 1 september te berekenen uit de resultaten van de voorjaarsbemonstering:

$$B_{sept} = N_{voorjaar} * a^d * F_c * W_{t+dt}$$

Waarbij:

B_{sept}	=	biomassa (gram versgewicht) per m ² op 1 september
$N_{voorjaar}$	=	aantal per m ² op bemonsteringsdatum in het voorjaar
a	=	overleving per dag, afhankelijk van leeftijd
d	=	aantal dagen tussen bemonsteringsdatum en 1 september
F_c	=	correctiefactor uit relatie tussen gewichtstoename en beginbestand voor 1-jarige kokkels in de Waddenzee
W_{t+dt}	=	het individueel versgewicht op 1 september volgens de Gompertz-groei-formule (gram)

De gewichtstoename op 1 september wordt bepaald uit de natuurlijke logaritme van de Gompertz-groei-curve. Deze wordt gegeven door:

$$\ln W_{t+dt} = (1 - e^{-kd}) * \ln W_{inf} + e^{-kd} * \ln W_t$$

Waarbij:

W_t	=	het individueel versgewicht tijdens de voorjaarsbemonstering (gram)
W_{t+dt}	=	het individueel versgewicht op 1 september (gram)
W_{inf}	=	het maximale individueel versgewicht (gram)
d	=	aantal dagen tussen bemonsteringstijdstip (t) en 1 september
k	=	leeftijdsafhankelijke groeifactor per dag

De in dit rapport gebruikte methoden voor de bestandsberekeningen per 1 september staan beschreven in Kamermans *et al.* (2003). Bij de omrekening van versgewichten naar hoeveelheden kokkelvlees is uitgegaan van een gemiddeld vleespercentage van 15% (Van Stralen, 1990). Het oogstbare bestand is het deel van het bestand dat aanwezig is bij een dichtheid van meer dan 50 kokkels per m² (zie ook Bult en Kesteloo, 2002). Dit is gebaseerd op de aanname dat dichtheden lager dan 50 per m² niet profijtelijk zijn voor scholeksters, o.a. in verband met een te lange zoektijd (Ens *et al.*, 2004). Het bestand bij dichtheden hoger dan 50 kokkels per m² wordt dus gezien als 'oogstbaar' voor scholeksters. Bijvoorbeeld: op een locatie is de dichtheid 200 kokkels per m². Op deze locatie wordt het oogstbare bestand gevormd door de biomassa van alle kokkels die er méér liggen dan 50 per m², dus van 200 – 50 = 150 kokkels per m².

2.6.3 Biomassa van zwaardschedes

Voor kapotte mesheften waar geen biomassa van gemeten kon worden, is gebruik gemaakt van de breedte-gewichtsrelatie:

$$G = 0,0015 \times W^{3,3693}$$

Waarbij:

G = vers gewicht (g);

W = schelpbreedte (mm).

Deze relatie is gebaseerd op historische gegevens uit de kustzone en de Waddenzee.

2.6.4 Schelplengte van zwaardschedes

Voor de berekening van de lengte van de zwaardschedes is op basis van de gemeten schelpbreedte de volgende formule gehanteerd (herzien in 2016 en gebaseerd op historische gegevens uit de kustzone en de Waddenzee; zie ook Craeymeersch en Van der Land (1998); Houziaux *et al.* (2011)):

$$L = 6,6237 \times W$$

waarbij:

L = schelplengte in mm;

W = schelpbreedte in mm.

2.7 Kartering droogvallende mossel- en oesterbanken

Het is niet mogelijk om binnen de beschikbare tijd voor het onderzoek alle mossel- en oesterbanken in het gehele onderzoeksgebied te karteren. Er wordt naar gestreefd zo veel mogelijk banken in te meten, met prioriteit bij mogelijk nieuwe banken, banken die lijken te zijn veranderd (bijv. deels verdwenen) en/of banken die al langere tijd niet meer zijn bezocht en ingemeten. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- Satellietbeelden (optisch en radar, o.a. volgens methodiek Westinga *et al.*, 2020);
- Uitkomsten van eerdere surveys;
- Een inspectievlucht boven de Waddenzee voorafgaand aan het veldwerk;

- Actuele informatie over de ligging van mossel- en oesterbanken van Waddenunit, visserijkundig ambtenaren en vissers;
- Luchtfoto's van Rijkswaterstaat en Provincie Zeeland (Oosterschelde, Westerschelde).

Van de banken die niet bezocht zijn in het surveyjaar, maar waarvan op basis van bovengenoemde informatie bekend is dat ze er nog liggen, zijn de contouren eerst als voorlopige inschatting ingetekend volgens de methode die beschreven is in Van Zweeden *et al.* (2011). Met de surveyresultaten uit volgende jaren worden deze contouren met terugwerkende kracht aangepast. Hierbij worden bepaalde regels in acht genomen. Zo wordt altijd uitgegaan van de kleinste contour uit het voorgaande of opeenvolgende jaar, om een overschatting van het totale areaal te voorkomen. Contouren van niet bezochte banken kunnen door deze werkwijze nog veranderen tot drie jaar na het betreffende survey jaar.

De banken worden bij laagwater te voet ingemeten volgens een vast protocol (Troost *et al.* 2019a; De Vlas *et al.* 2005). Er wordt rond de banken gelopen en met een handheld-GPS worden merkpunten vastgelegd. Aan boord worden de merkpunten ingeladen in het programma QGIS. Op basis van de vastgelegde punten worden de contouren ingetekend en wordt het oppervlak van de bank berekend. Tijdens het inmeten in het veld worden voor elke bank de volgende gegevens genoteerd, die worden ingeschat op basis van visuele waarnemingen:

- Samenstelling van de bank: mossel, oester, gemengd;
- De leeftijd/grootte van de aanwezige mosselen in de bank (kwalitatieve schatting: zaad, halfwas, consumptie-maat of een samenstelling van verschillende leeftijden/grootte);
- De grootte van de oesters (kwalitatieve schatting: klein, middelgroot en groot);
- De dichtheid in de bank (kwalitatieve schatting: dik, redelijk, matig, dun);
- Hoogte van de bulten (cm);
- Bedekkingspercentage door bulten van het ingelopen oppervlak (schatting in %) en een bezettingspercentage van deze bulten met schelpdieren (schatting in %). Bij dit laatste wordt onderscheid gemaakt tussen de bezetting met mosselen en de bezetting met oesters voor zover aanwezig;
- Mosselen of oesters in lage dichtheden (<5% bedekking) aanwezig, deze worden niet als bank genoteerd maar als "strooi" aangeduid. Strooi velden tellen niet mee in de arealen en worden niet in de kaarten weergegeven;
- Een ruwe inschatting van de dikte van de sliblaag in en rondom de bank, aan de hand van het aantal decimeters dat men tijdens het lopen wegzakt;
- Overige bijzonderheden (aanwezigheid wieren, pokken, alikruiken, dode mosselen etc.).

Een bank wordt als "gemengd" (zowel mosselbank als oesterbank) geclassificeerd als zowel oesters als mosselen voorkomen met een bedekking van 5% of meer. De karteringen vinden zoveel mogelijk plaats voorafgaand aan de bemonsteringen voor de bestandsopname, zodat bij het opstellen van het monsterprogramma de meest recente contouren van de banken kunnen worden gebruikt.

2.8 Uitvoering 2020

Als gevolg van de COVID-19 pandemie en de maatregelen om verspreiding van het virus te remmen zijn er in 2020 wijzigingen geweest in de uitvoering van de surveys. Hieronder wordt per deelgebied beschreven in welke periode de onderzoeken zijn uitgevoerd en welke wijzigingen er waren ten opzichte van vorige jaren. Daarnaast is in de Oosterschelde een herbemonstering van kokkels uitgevoerd in verband met de extreem hoge sterfte die werd opgemerkt tijdens een hittegolf (5-17 augustus).

2.8.1 Kustzone

De bemonstering met de *Isis* is later van start gegaan dan gebruikelijk, waardoor het schip één week korter beschikbaar was dan anders. Hierdoor kon de survey niet afgemaakt worden en is een deel van de monsterpunten blijven liggen. Het onderzoek met de *Isis* is uitgevoerd in de periode 25 mei – 9 juli (normaal periode april-mei met uitloop in juni). Het onderzoek met de *YE42* is volgens planning uitgevoerd in de week van 22 juni.

2.8.2 Waddenzee

De surveys op de Waddenzee beginnen normaal gesproken met een vliegtuiginspectie van de droogvallende mossel- en oesterbanken voorafgaand aan het veldwerk. Deze inspectie is komen te vervallen. In plaats daarvan is volledig gewerkt met satellietbeelden volgens de methode Westinga *et al.* (2020). Het veldwerk start altijd met het inmeten van de contouren van droogvallende banken (3 weken) waarna de bemonstering gericht op bestandsschatting wordt uitgevoerd (6 weken). In 2020 is deze volgorde omgedraaid en is gestart met de bemonsteringen. Reden hiervan was dat voor het inmeten van de banken meer deelnemers nodig zijn dan voor de bemonsteringen, en de hoop bestond dat het later in het seizoen weer mogelijk zou zijn om alsnog met meerdere mensen te kunnen werken. Uiteindelijk zijn de COVID-19 maatregelen het hele survey seizoen van kracht gebleven en is de volledige survey uitgevoerd van 13 april tot en met 12 juni met een minimale bezetting van 2 opstappers. Dit werd mogelijk gemaakt door een bemanningslid in te werken in het uitzoeken van de monsters aan boord, en door een uitstekende samenwerking met de Waddenunit van LNV. Normaal gesproken gaat iedere week iemand van de Waddenunit mee op de *YE42*. In 2020 is dat niet gebeurd, en heeft de Waddenunit zelfstandig een groter aandeel dan normaal van de bemonsteringen en het inmeten van de banken uitgevoerd.

2.8.3 Deltawateren

De bemonsteringen met het kokkelschepje worden normaal gesproken uitgevoerd door de *Luctor* en *Regulus*, in samenwerking met WMR. Deze samenwerking houdt in dat mensen van WMR een deel van de tijd meegaan op beide schepen om deel te nemen aan de bemonsteringen, en dat de door *Luctor* en *Regulus* zelfstandig genomen monsters door WMR worden uitgezocht. De bemonsteringen in Grevelingen en Veerse meer stonden oorspronkelijk gepland voor de maand maart, waarna vanaf 1 april de bemonsteringen in Oosterschelde en Westerschelde van start zouden gaan. Deze planning is volledig omgegooid door de COVID-19 maatregelen. De bemonsteringen in Oosterschelde zijn door WMR zelf met eigen boot uitgevoerd in de periode van 1 t/m 28 april, en in het Veerse meer op dezelfde manier in de periode van 30 april t/m 7 mei. De bemonsteringen in de Westerschelde zijn uitgevoerd door de *Luctor* met hulp van WMR in de periode van 28 mei t/m 24 juni. De bemonsteringen in het Grevelingenmeer zijn uitgevoerd door de *Regulus* in de periode van 21 t/m 30 juli. Alle noodzakelijke monsterpunten zijn bemonsterd. Een geplande uitbreiding naar de diepere delen van het Veerse meer en vooral het Grevelingenmeer is komen te vervallen.

De bemonsteringen met de oesterhapper zijn in de gebruikelijke periode uitgevoerd: 7 t/m 24 september. Er is echter gebruik gemaakt van een ander schip, vanwege de benodigde ruimte om de onderlinge afstand van 1,5 m te kunnen waarborgen. Door de Rijksrederij is de *YE42* ingehuurd in plaats van de *Regulus*. Omdat de *YE42* beter is uitgerust voor schelpdieronderzoek, met voldoende ruimte aan dek voor o.a. plaatsing van een labcontainer, en met betere faciliteiten om monsters uit te spoelen, konden alle gehapte monsters volledig gestort en uitgezocht worden op alle soorten schelpdieren, krabben en stekelhuidigen (in plaat van alleen oesters, mosselen, oesterboorders en muiltjes). Een ander voordeel was dat de *YE42* een geringere diepgang heeft en daardoor een groter deel van de ondiepe gebieden bezocht kon worden. Zo is het onderzoeksgebied in het Grevelingenmeer met 7% uitgebreid.

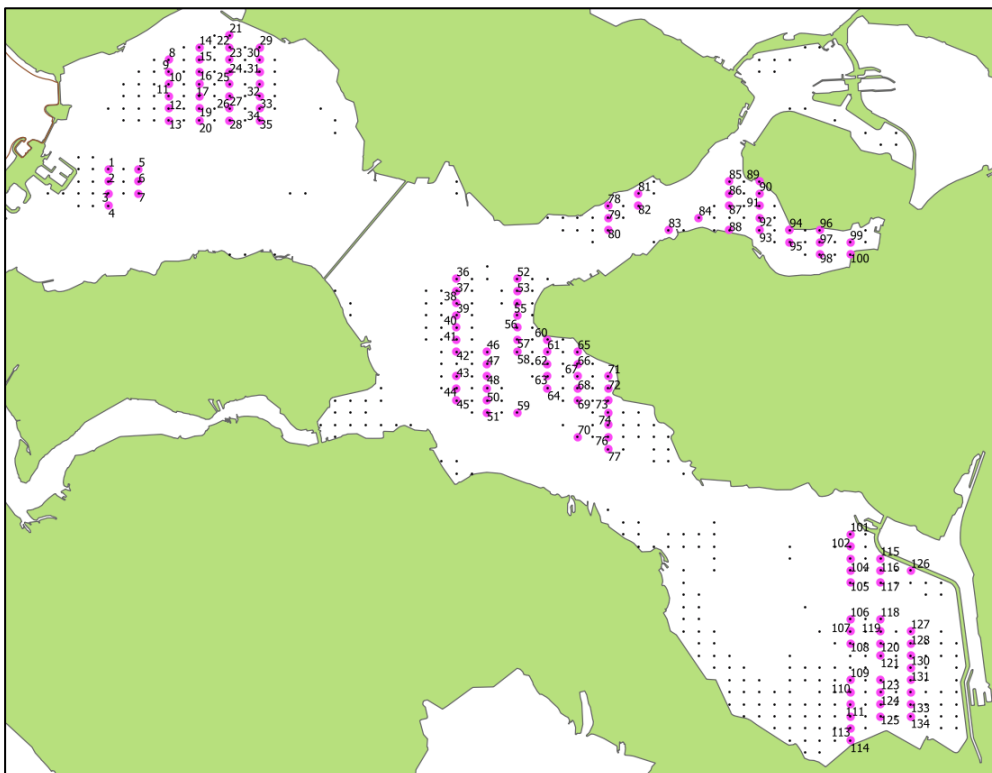
2.8.4 Herbemonstering kokkels Oosterschelde

De herbemonstering van kokkels is uitgevoerd in de periode van 31 augustus t/m 24 september, door de visserijkundig ambtenaren van RVO en de bemanning van de *Regulus* en *YE155* (ter vervanging van de *Luctor*). De monsters zijn verwerkt bij WMR in Yerseke, en de resultaten zijn gebruikt om de opgetreden kokkelsterfte gedurende de zomermaanden te schatten en daarmee een herziene bestandsschatting te doen.

Van de 428 punten die ieder voorjaar bemonsterd worden, zijn er 134 aangewezen voor herbemonstering, waarvan er 133 daadwerkelijk zijn bemonsterd (Figuur 12). Vier representatieve deelgebieden zijn in hun geheel herbemonsterd, volgens een uitgedund grid (door steeds iedere 2e raai in zijn geheel te bemonsteren).

Voor de herberekening van het kokkelbestand op 1 september is gewerkt volgens methode II zoals beschreven door Troost en Van Asch (2018):

"Volgens de tweede methode (methode II) is voor de herbemonsterde punten volgens de reguliere wijze een extrapolatie gemaakt van de resultaten uit het voorjaar naar een voorspeld bestand op 1 september. Vervolgens is voor dezelfde punten uit de resultaten van de herbemonstering berekend welk bestand daadwerkelijk is aangetroffen. Door het aangetroffen bestand te delen op het voorspelde bestand is berekend welke fractie van het oorspronkelijk voorspelde bestand nog aanwezig was tijdens de herbemonstering (de "overlevingsfractie"). Vervolgens is het najaarsbestand geschat door de bestandsopname in het voorjaar te extrapoleren naar het najaar, op dezelfde wijze zoals dit jaarlijks wordt uitgevoerd, en dus met de standaard waarden voor sterfte en groei, maar waarbij voor elk monsterpunt de voorspelde dichtheid en biomassa is vermenigvuldigd met de overlevingsfractie. Tot slot is het bestand aanwezig op alle monsterpunten gesommeerd tot het totale najaarsbestand en is ook berekend wat het totale bestand aanwezig bij 'oogstbare' dichtheden was, op de reguliere wijze."



Figuur 12. De in het voorjaar bemonsterde locaties (zwart) en de in het najaar herbemonsterde locaties (roze).

3 Resultaten 2020 en discussie per deelgebied

3.1 Nederlandse kustzone

3.1.1 Bestanden

In het voorjaar van 2020 is het bestand van Amerikaanse zwaardschedes (*Ensis* sp.) geschat op 565,4 miljoen kg versgewicht (95% confidentie interval (c.i.): 475 – 667 miljoen kg)(Tabel 3). Het bestand van halfgeknotte strandschelpen is geschat op 1.063,1 miljoen kg versgewicht (95% c.i.: 961 – 1.180 miljoen kg)(Tabel 4). In Tabel 5 zijn de bestanden van overige soorten met een potentieel commercieel belang weergegeven. Dit zijn de otterschelp (*Lutraria lutraria*), de venusschelp (*Chamelea striatula*) en het zaagje (*Donax vittatus*).

Tabel 3. Bestanden van Amerikaanse zwaardschedes in de Nederlandse kustzone, uitgesplitst naar grote en kleine individuen (onderscheid bij 16 mm schelpbreedte), en per deelgebied en Natura 2000 gebied.

	Aantal (miljoen individuen)			Biomassa (miljoen kg versgewicht)		
	groot	klein	totaal	groot	klein	totaal
Per kustzone gebied						
Waddeneilanden	2.706,2	34.261,5	36.967,7	95,3	167,7	263,1
Noord-Hollandse kust	1.431,8	3.059,2	4.491,0	42,6	27,9	70,6
Zuid-Hollandse kust	2.942,9	1.748,3	4.691,2	71,1	21,0	92,2
Voordelta	1.119,8	7.845,1	8.964,8	29,1	57,7	86,8
Buiten Kustzone gebied	1.829,9	372,4	2.202,3	51,0	1,9	52,8
Per N2000 gebied						
Noordzeekustzone	1.147,6	19.914,1	21.061,7	26,1	103,6	129,7
Voordelta	437,4	4.015,2	4.452,6	13,0	21,9	34,9
Vlakte van de Raan	606,0	3.613,6	4.219,6	13,6	34,3	47,9
Westerscheldemonding	56,7	185,4	242,1	2,1	1,6	3,7
Buiten N2000 gebied	7.782,8	19.558,3	27.341,1	234,3	114,9	349,2
Totaal	10.030,6	47.286,5	57.317,1	289,1	276,2	565,4
95% c.i. min			42.929			475
95% c.i. max			75.969			667

Tabel 4. Bestanden van halfgeknotte strandschelpen in de Nederlandse kustzone, uitgesplitst naar grote en kleine individuen (onderscheid bij 18 mm schelpenlengte, overeenkomend met de grens tussen éénjarige en meerjarige dieren), en per deelgebied en Natura 2000 gebied.

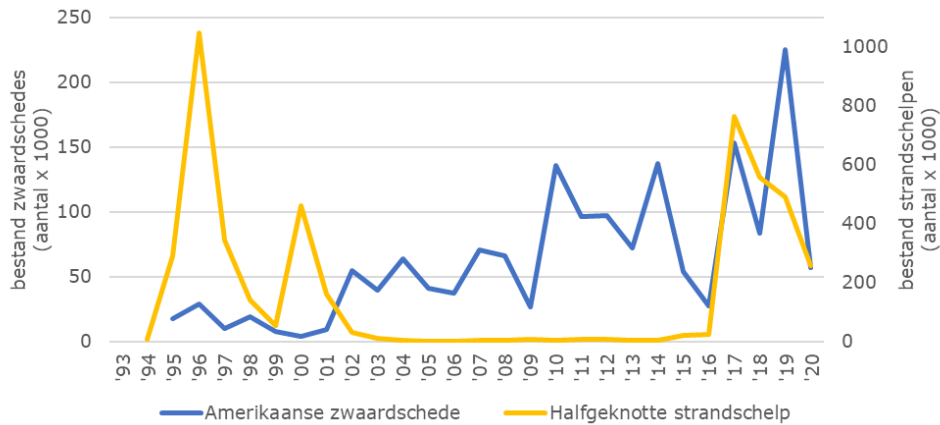
	Aantal (miljoen individuen)			Biomassa (miljoen kg versgewicht)		
	groot	klein	totaal	groot	klein	totaal
Kustzone gebied						
Waddeneilanden	195.727,8	891,0	196.618,8	799,2	1,2	800,4
Noord-Hollandse kust	24.797,5	1.014,9	25.812,4	95,3	0,9	96,3
Zuid-Hollandse kust	4.029,6	3.394,7	7.424,4	11,3	3,0	14,4
Voordelta	1.200,3	597,5	1.797,9	3,5	0,6	4,1
Buiten Kustzone gebied	24.931,1	24,5	24.955,6	148,0	0,0	148,0
N2000 gebied						
Noordzeekustzone	11.441,4	131,3	11.572,7	56,5	0,1	56,6
Voordelta	603,3	128,9	732,2	2,1	0,1	2,2
Vlakte van de Raan	376,4	173,6	550,0	1,1	0,2	1,2
Westerscheldemonding	17,6	3,3	20,9	0,1	0,0	0,1
Buiten N2000 gebied	238.247,7	5.485,6	243.733,3	997,7	5,4	1.003,0
Totaal	250.686,4	5.922,7	256.609,0	1.057,3	5,8	1.063,1
95% c.i. min			230.570			961
95% c.i. max			284.677			1.180

Tabel 5. Bestanden van overige soorten in de Nederlandse kustzone: otterschelp, venusschelp en zaagje.

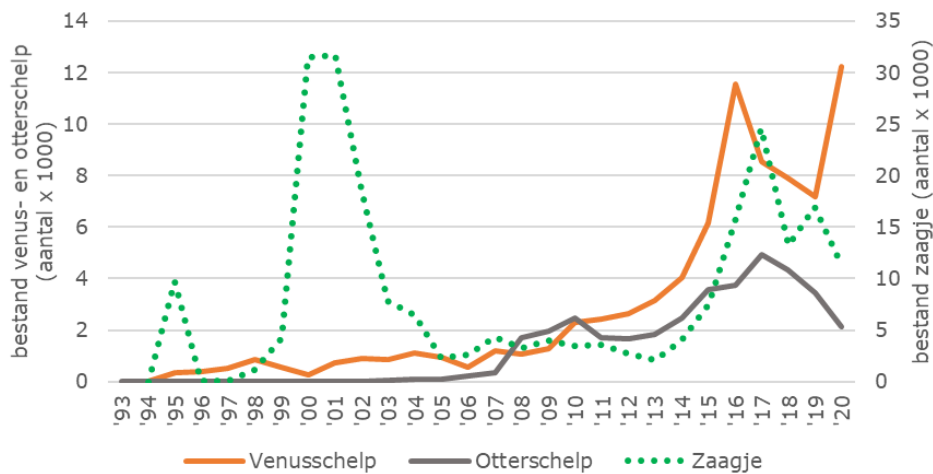
	Aantal (miljoen individuen)			Biomassa (miljoen kg versgewicht)	
	otterschelp	venusschelp	zaagje	venusschelp	zaagje
Kustzone gebied					
Waddeneilanden	705,1	2176,3	655,2	4,7	1,3
Noord-Hollandse kust	464,9	1130,8	5205,2	3,2	10,2
Zuid-Hollandse kust	603,5	6463,3	3218,1	5,0	5,7
Voordelta	163,0	582,7	619,7	0,5	1,1
Buiten Kustzone gebied	203,5	1877,4	1518,2	4,2	2,5
N2000 gebied					
Noordzeekustzone	95,4	260,8	512,2	0,7	1,0
Voordelta	96,7	28,0	527,9	0,0	0,9
Vlakte van de Raan	16,6	3,0	133,3	0,0	0,3
Westerscheldemonding	5,5	0	7,6	0	0,0
Buiten N2000 gebied	1925,8	11938,6	10035,4	17,0	18,5
Totaal	2139,9	12230,4	11216,3	17,7	20,7

3.1.2 Ontwikkeling populaties

De bestanden van zowel de Amerikaanse zwaardschede als de halfgeknotte strandschelp zijn in 2020 duidelijk afgenomen ten opzichte van 2019 (Figuur 13). Van beide soorten werd tijdens de survey zeer weinig nieuwe aanwas gezien (dat wil zeggen: juveniele dieren geboren in 2019).



Figuur 13. Ontwikkeling van de bestanden van Amerikaanse zwaardschedes (blauw) en halfgeknotte strandschelpen (geel), uitgedrukt in aantallen.



Figuur 14. Ontwikkeling in de bestanden van venusschelpen (oranje), otterschelpen (grijs) en zaagjes (groen, gestippeld), in aantallen.

Ook in de bestanden van zaagjes en otterschelpen werd een lichte afname gezien qua aantallen (Figuur 14). Na een periode van toename hebben deze beide soorten een piek bereikt rond 2017, waarna de bestanden weer wat zijn ingezakt. De venusschelp leek in 2016 een maximum bereikt te hebben, maar is in 2020 toch weer toegenomen in aantallen als gevolg van nieuwe aanwas.

3.1.3 Discussie Kustzone

Imputing

Imputing is het berekenen van een correctie voor niet bemonsterde monsterpunten. Door tijdgebrek vanwege de corona uitbraak (start survey uitgesteld) en stormachtig weer gedurende de laatste week, zijn 81 monsterpunten niet bemonsterd. Voor twee strata zijn relatief veel monsterpunten niet bemonsterd, namelijk 11% en 28% van het totaal aantal geplande locaties binnen dat specifieke

stratum. Volgens de reguliere methodiek voor imputing, zoals toegepast binnen WOT schelpdieren, wordt aangenomen dat op de gemiste monsterpunten evenveel schelpdieren aanwezig zijn als gemiddeld per monsterpunt over het resterende stratum. Indien 11% van de punten is gemist, is de aanname dan dat 11% van het bestand binnen dit stratum is gemist.

Imputing is niet eerder toegepast op een dergelijk groot aantal gemiste punten. Normaal gesproken is dit percentage lager dan 3%. Correctie voor een hoger percentage (in dit geval 11% en 28%) kan een onderschatting geven als in het gemiste gebied een hogere biomassa aanwezig was dan gemiddeld over het hele stratum of een overschatting als in het gemiste gebied een lagere biomassa aanwezig was dan over het hele stratum. Om in te kunnen schatten of de standaard imputing representatief is, en daarmee geen over- of onderschatting is opgetreden, is onderzocht welk aandeel van het totale bestand binnen een stratum aanwezig was in het gemiste gebied in de afgelopen 5 jaar (2015-2019). Dit is onderzocht voor twee strata ("groen" en "zwart", zie Figuur 3), voor beide soorten.

Het aandeel aan halfgeknotte strandschelpen binnen het gemiste gebied in het groene stratum (11% gemist) was gemiddeld 50% (38-66%). Imputing kan dus voor halfgeknotte strandschelpen tot een onderschatting in het groene stratum hebben geleid. Het aandeel aan halfgeknotte strandschelpen binnen de gemiste gebieden in het zwarte stratum (28% gemist) was gemiddeld 49% (27-75%). Middels de reguliere manier van imputing zou ook hier het bestand aan halfgeknotte strandschelpen licht onderschat kunnen zijn. Als aangenomen wordt dat in 2020 nog steeds 50% van het bestand in de groene en zwarte strata zich in de gemiste gebieden bevindt, valt de totale bestandsschatting voor halfgeknotte strandschelpen 85,1 miljoen kg (8%) hoger uit. Dit verschil valt met een totaal van 1148,1 miljoen kg nog binnen het geschatte 95% betrouwbaarheidsinterval (971 – 1180 miljoen kg).

Binnen het groene stratum (11% gemist) was het aandeel aan zwaardschedes binnen het gemiste gebied gemiddeld 20% (9-24%). Binnen het zwarte stratum (28% gemist) was het aandeel aan zwaardschedes binnen het gemiste gebied gemiddeld 14% (4-22%). Middels de reguliere manier van imputing zou het bestand aan zwaardschedes licht overschat kunnen zijn binnen het zwarte stratum. Dit zou geleid kunnen hebben tot een geringe overschatting van het hele bestand in de kustzone. Het gaat hier om een dermate gering verschil dat dit verder niet doorgerekend is zoals hierboven wel voor de halfgeknotte strandschelp is gedaan.

Onderschatting diep levende soorten

Diep levende soorten zoals mesheften en otterschelpen worden niet met een efficiëntie van 100% bemonsterd (Beukema 1974; Craeymeersch *et al.*, 2007) met de huidige monstertuigen. De bodemschaaf dringt door tot een diepte van ca. 10 cm in de bodem, waardoor van mesheften alleen de topjes worden gevangen en van otterschelpen alleen delen van de sifons. Een deel van de dieren zal worden gemist, waarmee de gerapporteerde bestanden een onderschatting zijn van de werkelijke bestanden. Dit heeft waarschijnlijk geen consequenties voor vergelijkingen tussen jaren.

3.2 Waddenzee

3.2.1 Arealen

In het voorjaar van 2020 is op de droogvallende platen een totaal areaal aan mosselbanken geschat van 2379 hectare, waarvan 1322 ha bestond uit pure mosselbanken en 1057 ha uit gemengde banken (Tabel 6). Er zijn geen mosselzaadbanken aangetroffen; alle banken waren meerjarig. Het areaal van Japanse oesterbanken is geschat op 1269 ha, waarvan 212 ha uit pure oesterbanken bestond. Hiervan lag 396 ha in gebieden die jaarrond gesloten zijn voor handrapen, in totaal 79 ha in gebieden die jaarrond gesloten zijn en/of in handkokkel A gebied liggen, en de overige 794 in gebieden zonder toegankelijkheidsbeperking ('open').

3.2.2 Bestanden

In het voorjaar van 2020 is op de droogvallende platen van de Waddenzee een kokkelbestand aangetroffen van in totaal 100,2 miljoen kg versgewicht (95% betrouwbaarheidsinterval 90-111 milj.kg)(Tabel 7). Dit is geëxtrapoleerd naar een bestand van 116,3 miljoen kg vers op 1 september, overeenkomend met 17,4 miljoen kg vlees (15%) en een oogstbaar bestand (dus bij dichtheden hoger dan 50 kokkels per vierkante meter) van 6,0 miljoen kg vlees. Van het oogstbare bestand op 1 september lag 1,8 miljoen kg in de open gebied, nog eens 1,8 miljoen kg in de lotingsgebieden, en de overige 2,4 miljoen kg in de voor kokkelvisserij gesloten gebieden.

In het voorjaar van 2020 is op de droogvallende platen van de Waddenzee een mosselbestand van 40,7 miljoen kg versgewicht (95% betrouwbaarheidsinterval 32 – 51 milj. kg vers) aangetroffen, en een bestand aan Japanse oesters van 52,9 miljoen kg versgewicht (95% betrouwbaarheidsinterval 43 – 64 milj.kg vers)(Tabel 8). Van het totale oesterbestand lag 48,7% in de voor handrapers open gebieden, 2,5% in gebieden die een deel van het jaar gesloten zijn, 2,0% in handkokkel A gebied, en de overige 46,6% in jaarrond gesloten gebieden.

3.2.3 Ontwikkeling populaties

Arealen

Van het totale areaal aan schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Waddenzee bestond in de meeste jaren het merendeel uit pure mosselbanken, vooral in de oostelijke Waddenzee (Figuur 15). Sinds de eerste waarneming van Japanse oesters in mosselbanken is het aandeel aan gemengde banken sterk toegenomen. Met de omvangrijke mosselbroedval in de zomer van 2016 is deze trend onderbroken en sindsdien maken pure mosselbanken meer dan de helft uit van het totale areaal. Van de relatief grote broedval in het westelijke deel van de Waddenzee in 2016, in 2017 zichtbaar als een sterke toename van mossel areaal in de westelijke Waddenzee, is in de jaren daarna weinig overgebleven. Dit in tegenstelling tot het oostelijke mosselbank areaal dat over het algemeen op meer beschutte plekken ligt (pers. obs. K. Troost).

Tabel 6. Oppervlakken van mosselbanken, gemengde banken en oesterbanken op de droogvallende platen van de Waddenzee in het voorjaar van 2020. Mosselbanken hebben een bedekking van: mosselen $\geq 5\%$ en oesters $< 5\%$. Oesterbanken hebben een bedekking van: mosselen $< 5\%$ en oesters $\geq 5\%$. Gemengde banken hebben een bedekking van: mosselen $\geq 5\%$ en oesters $\geq 5\%$. 'Totaal mosselbank' is de som van mosselbanken + gemengde banken. 'Totaal oesterbank' is de som van oesterbanken + gemengde banken.

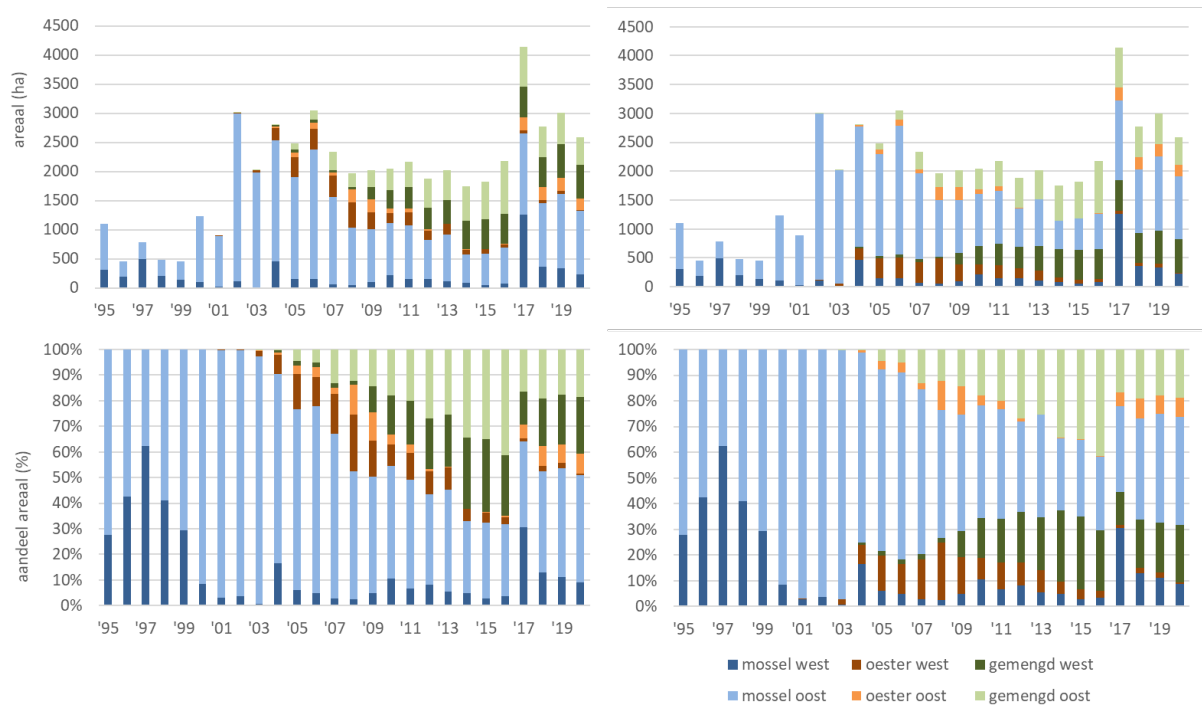
Samenstelling	Totaal	West		Oost	
	(ha)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Mosselbank	1.322	230	17	1.092	83
Oesterbank	212	16	8	196	92
Gemengde bank	1.057	575	54	482	46
Totaal mosselbank	2.379	805	34	1.574	66
Waarvan zaad	0	0	0	0	0
meerjarig	2.379	805	34	1.574	66
Totaal oesterbank	1.269	591	47	678	53
<i>Waarvan in:</i>					
Jaarrond gesloten	396	192	48	204	52
Deel van het jaar gesloten	46	39	85	7	15
Handkokkel A gebied	32	1	3	31	97
Deel van het jaar en Handkokkel A	1	0	0	1	100
Open	794	360	45	434	55
Totaal alle banken	2.591	821	32	1.770	68

Tabel 7. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Waddenzee, onderverdeeld naar de handkokkel gebieden en leeftijdsklassen. Het oogstbare bestand in het najaar is het bestand bij dichtheden > 50 m⁻².

Gebied	Jaarklasse	n loc aangetroffen	Voorjaar	Najaar		Najaar oogstbaar		
			vers (milj.kg)	vers (milj.kg)	vlees (milj.kg)	vers (milj.kg)	vlees (milj.kg)	oppervlak (ha)
A gesloten	1-jarig	67	4,2	14,3	2,2			
	2-jarig	83	19,0	18,9	2,8			
	meerjarig	33	10,1	9,1	1,4			
Totaal A (n=218)		128	33,4	42,3	6,4	16,0	2,4	4085
C loting	1-jarig	47	2,8	8,5	1,3			
	2-jarig	75	16,8	15,2	2,3			
	meerjarig	41	13,9	13,7	2,1			
Totaal C (n=307)		120	33,6	37,4	5,6	11,8	1,8	2682
D open	1-jarig	39	1,1	4,2	0,6			
	2-jarig	107	23,7	24,4	3,7			
	meerjarig	46	8,4	7,9	1,2			
Totaal D (n=404)		143	33,3	36,5	5,5	12,2	1,8	2164
Totaal	1-jarig	153	8,2	27,1	4,1			
	2-jarig	265	59,5	58,5	8,8			
	meerjarig	120	32,5	30,7	4,6			
Totaal (n=929)		391	100,2	116,3	17,4	40,0	6,0	8931
95% c.i. min			90					
95% c.i. max			111					

Tabel 8. Bestanden van mosselen en Japanse oesters op de droogvallende platen van de Waddenzee, onderverdeeld naar de westelijke en oostelijke Waddenzee, en naar voor oesterrapen open en gesloten gebieden. Mosselen zijn onderverdeeld in zaad (broedval 2019) en oudere (meerjarige) mosselen. Oesters zijn onderverdeeld in de onderscheiden lengteklassen.

Soort	Klasse	Totaal bestand (met 95% c.i.)				West		Oost	
		(milj.kg)	(%)	min	max	(milj.kg)	(%)	(milj.kg)	(%)
Mossel	Zaad	4,6	11,4			3,0	7,5	1,6	4
	Meerjarig	36,0	88,6			20,2	49,7	15,8	38,8
Totaal mosselbestand		40,7	100	32	51	23,3	57,2	17,4	42,8
Japanse oester	Klein	1,4	2,7			0,6	1,1	0,9	1,7
	Middel	37,7	71,2			20,9	39,4	16,8	31,8
	Groot	13,8	26,0			9,7	18,2	4,1	7,8
Totaal oesterbestand		52,9	100	43	64	31,1	58,7	21,8	41,3
Waarvan jaarrond gesloten		24,7	46,6			13,9	26,3	10,8	20,4
Deel van het jaar gesloten		1,3	2,5			1,1	2,1	0,2	0,4
Handkokkel A gebied		1,1	2,0			0,5	0,9	0,6	1,2
Deel van het jaar en Handkokkel A		0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Waarvan in open		25,8	48,7			15,6	29,5	10,2	19,3

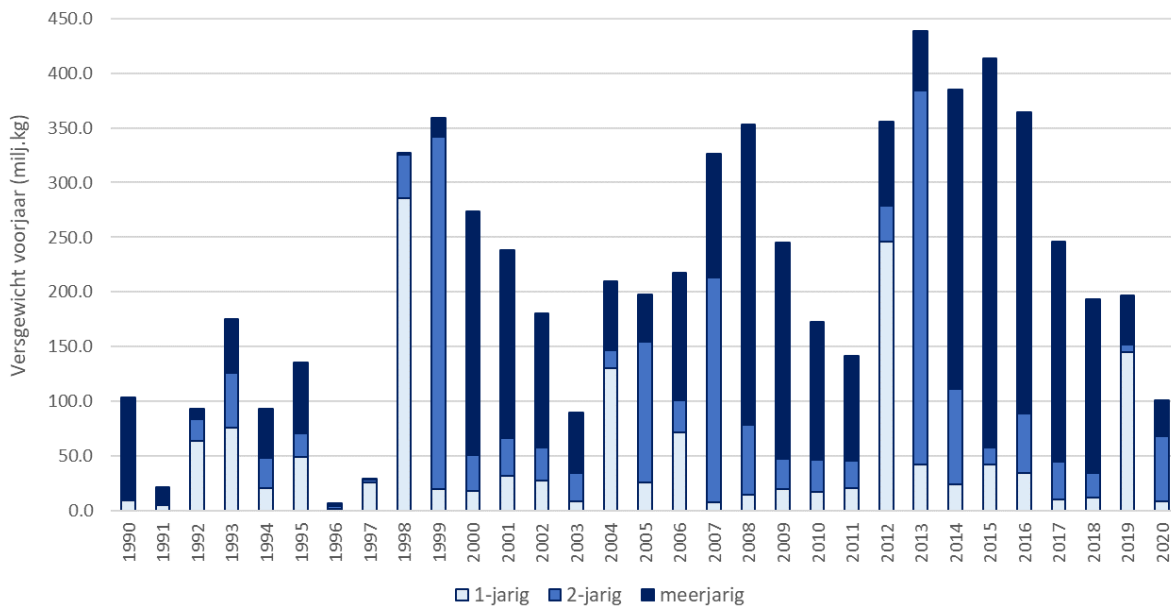


Figuur 15. Ontwikkeling van de arealen schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Waddenzee: mosselbanken ($\geq 5\%$ mosselbedekking en $< 5\%$ oesterbedekking), Japanse oesterbanken ($\geq 5\%$ oesterbedekking en $< 5\%$ mosselbedekking) en gemengde banken (beide $\geq 5\%$), uitgesplitst naar de westelijke en oostelijke Waddenzee. Linksboven: de ontwikkeling in areaal (ha). Linksonder: het aandeel van het totale areaal. Rechts dezelfde figuren maar in een andere volgorde gestapeld: niet per soort maar per deelgebied.

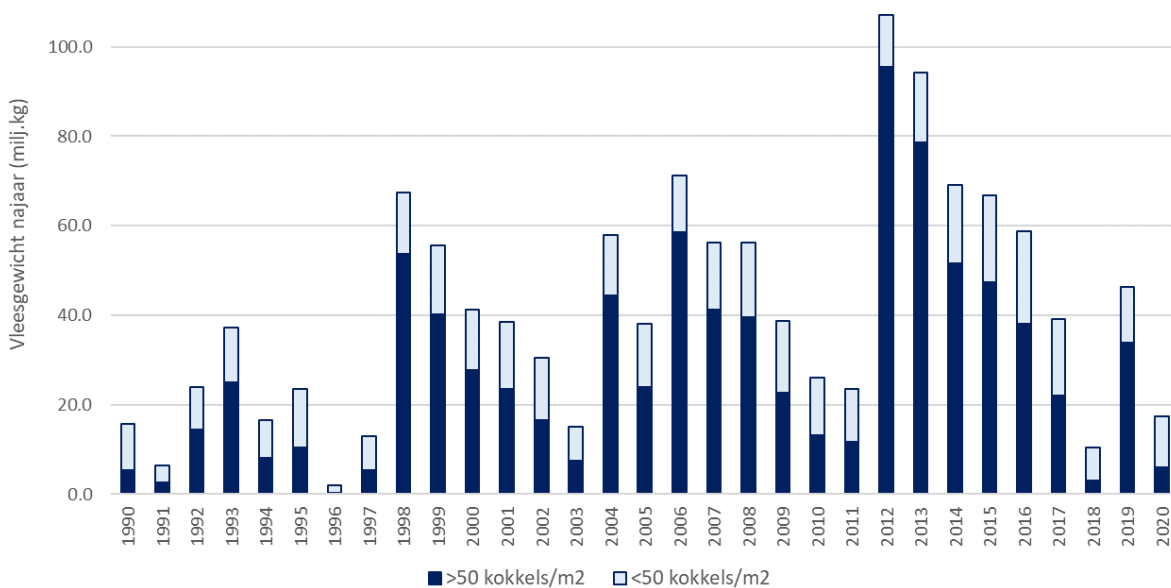
Kokkelbestand

Het kokkelbestand dat in het voorjaar van 2020 is aangetroffen, is het laagste sinds 2003. In 2018 was er weliswaar een omvangrijke broedval (Figuur 16), te zien aan het grote bestand aan 1-jarigen in 2019, maar daarvan is in 2020 relatief weinig overgebleven. Meestal neemt het bestand aan 1-jarigen in het daaropvolgende jaar toe tot een groter bestand aan 2-jarigen uit als gevolg van groei (zie bijvoorbeeld 1998-1999, 2006-2007 en 2012-2013). Het bestand aan 2-jarigen in het voorjaar van 2020 was echter beduidend lager dan het bestand aan 1-jarigen in 2019 als gevolg van een verhoogde sterfte in de zomer van 2019.

De sterke afname in het aangetroffen kokkelbestand in het voorjaar van 2020 vertaalt zich naar een eveneens sterke afname in het oogstbare bestand aanwezig op 1 september. De in Figuur 17 weergegeven bestanden zijn voor 2018 gecorrigeerd naar de herschatting die gedaan is naar aanleiding van de extreme zomersterfte in dat jaar (Troost en Van Asch, 2018). Ook in 2019 is verhoogde zomersterfte geconstateerd, maar is geen herbemonstering uitgevoerd. In de figuur is daarom voor 2019 het oorspronkelijk geschatte bestand weergegeven, maar zal het werkelijke bestand beduidend lager gelegen hebben.



Figuur 16. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Waddenzee.



Figuur 17. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Waddenzee.

3.2.4 Discussie Waddenzee

De zomers van 2018, 2019 en 2020 zijn zeer warm geweest, en ieder jaar is verhoogde sterfte waargenomen tijdens hittegolven. In 2018 en 2019 werd in de Waddenzee een verhoogde sterfte waargenomen, in 2018 gevolgd door een herbemonstering. In de zomer van 2020 hebben ons geen signalen bereikt van een verhoogde kokkelsterfte in de Waddenzee, ondanks de hoge temperaturen. Of inderdaad in 2020 in de Waddenzee geen extreme sterfte is opgetreden, zal pas duidelijk worden tijdens de inventarisatie van 2021. Waarom in sommige jaren in het ene gebied een hoge sterfte wordt waargenomen en in het andere gebied niet, is met de huidige kennis niet te zeggen. Om meer inzicht te

krijgen in de oorzaken van zomersterfte onder kokkels is in 2020 onderzoek gedaan naar het temperatuurverloop in de bodem tijdens een hittegolf, en hoe dit verband kan houden met kokkelsterfte (Suykerbuyk *et al.* (in prep.)). Dit onderzoek heeft interessante inzichten opgeleverd, maar deze geven nog geen verklaring voor de waargenomen verschillen tussen gebieden.

3.3 Deltawateren

3.3.1 Arealen

Op de droogvallende platen van de Oosterschelde is in 2020 een areaal oesterbanken aangetroffen van in totaal 569 hectare, waarvan 190 ha bestond uit pure oesterbanken en 379 ha geclassificeerd is als gemengde bank (Tabel 9). Van het totale areaal is 2,7 ha aangetroffen op (in onbruik zijnde) litorale mosselkweekpercelen. In de Westerschelde is in totaal een areaal geschat van 21,4 ha aan oesterbanken waarvan 7 ha gemengd.

Tabel 9. Oppervlakken van oesterbanken en gemengde banken op de droogvallende platen van de Ooster- en Westerschelde in het voorjaar van 2020. Oesterbanken hebben een bedekking van: oesters $\geq 5\%$ en mosselen $< 5\%$. Gemengde banken hebben een bedekking van: mosselen $\geq 5\%$ en oesters $\geq 5\%$. 'Totaal oesterbank' is de som van oesterbanken + gemengde banken.

Samenstelling	Oosterschelde		Westerschelde
	Totaal (ha)	Waarvan op percelen (ha)	Totaal (ha)
Oesterbank	190,0	2,5	14,4
Gemengde bank	379,0	0,2	7,0
Totaal oesterbank	569,0	2,7	21,4

3.3.2 Bestanden

Kokkels

In het voorjaar van 2020 is op de droogvallende platen van de Oosterschelde een kokkelbestand aangetroffen van 33,7 miljoen kg versgewicht (95% betrouwbaarheidsinterval 29-38 milj.kg vers). Op basis hiervan werd ingeschat dat het oogstbare bestand aanwezig op 1 september 3,9 miljoen kg vlees zou bedragen. Gedurende de zomer van 2020 werd echter duidelijk dat zich weer een omvangrijke zomersterfte had voorgedaan. Op basis van een herbemonstering is het bestand op 1 september 2020 opnieuw ingeschat, en bijgesteld tot 0,9 miljoen kg vlees (Tabel 10). Hierbij is de werkwijze beschreven zoals gehanteerd door Troost en Van Asch (2018).

Het kokkelbestand in de Westerschelde bedroeg in het voorjaar van 2020 8,6 miljoen kg versgewicht (95% betrouwbaarheidsinterval 7-10 milj.kg vers)(Tabel 11). Op basis hiervan is een oogstbaar vleesgewicht op 1 september berekend van 0,1 miljoen kg.

Tabel 10. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Oosterschelde, onderverdeeld naar de voor visserij open en gesloten gebieden en leeftijdsklassen. Het oogstbare bestand in het najaar is het bestand bij dichtheden > 50 m⁻².

Gebied	Jaarklasse	n loc present	Voorjaar vers (milj.kg)	Najaar		Najaar oogstbaar		
				vers (milj.kg)	vlees (milj.kg)	vers (milj.kg)	vlees (milj.kg)	oppervlak (ha)
Gesloten	1-jarig	37	0,8	2,3	0,3			
	2-jarig	34	4,0	5,1	0,8			
	meerjarig	32	2,4	2,3	0,3			
Gesloten totaal (n=87)		52	7,3	9,7	1,5	6,1	0,9	588
Percelen	1-jarig	10	0,1	0,3	0,0			
	2-jarig	6	0,2	0,2	0,0			
	meerjarig	8	0,2	0,2	0,0			
Percelen totaal (n=55)		14	0,5	0,7	0,1	0,1	<0,1	53
Open	1-jarig	103	3,5	8,7	1,3			
	2-jarig	114	13,2	15,7	2,4			
	meerjarig	92	9,3	8,6	1,3			
Open totaal (n=301)		171	25,9	33,0	5,0	19,5	2,9	2085
Totaal	1-jarig	150	4,4	11,3	1,7			
	2-jarig	154	17,4	21,0	3,2			
	meerjarig	132	11,9	11,1	1,7			
Totaal (n=443)		237	33,7	43,4	6,5	25,7	3,9	2726
95% c.i. min			29					
95% c.i. max			38					
Herschating najaar (n=133)				16,5	2,5	5,7	0,9	1043

Tabel 11. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Westerschelde, onderverdeeld naar de voor visserij open en gesloten gebieden en leeftijdsklassen. Het oogstbare bestand in het najaar is het bestand bij dichtheden > 50 m⁻².

Gebied	Jaarklasse	n loc present	Voorjaar vers (milj.kg)	Najaar		Najaar oogstbaar		
				vers (milj.kg)	vlees (milj.kg)	vers (milj.kg)	vlees (milj.kg)	oppervlak (ha)
Gesloten	1-jarig	46	2,6	4,0	0,6			
	2-jarig	47	5,1	5,4	0,8			
	meerjarig	14	0,5	0,5	0,1			
Gesloten totaal (n=224)		65	8,2	9,9	1,5	0,8	0,1	587
Open	1-jarig	7	0,1	0,2	<0,1			
	2-jarig	3	0,2	0,3	<0,1			
	meerjarig	0	0,0	0,0	0,0			
Open totaal (n=50)		8	0,4*	0,5	0,1	0,0	0,0	80
Totaal	1-jarig	53	2,7	4,2	0,6			
	2-jarig	50	5,4	5,7	0,9			
	meerjarig	14	0,5	0,5	0,1			
Totaal (n=274)		73	8,6	10,4	1,6	0,8	0,1	667
95% c.i. min			7					
95% c.i. max			10					

* 0,14 + 0,24 = 0,38

Oesters en mosselen

In 2020 is het hoogste bestand aan Japanse oesters in de deltawateren gevonden in het Grevelingenmeer, met 152,5 miljoen kg versgewicht (95% c.i. 130 – 177 miljoen kg)(Tabel 12). De bestanden in Oosterschelde en Veerse meer bedroegen hier ongeveer een vijfde van (Oosterschelde 32,5 met 95% c.i. 27 – 40 miljoen kg vers, Veerse meer 31,6 met 95% c.i. 27 – 36 miljoen kg). In de Oosterschelde zijn de gebieden onder de laagwaterlijn niet geïnventariseerd, en in Veerse meer en Grevelingenmeer de gebieden dieper dan 10 m niet. De bestanden aan mosselen die voorkomen binnen oesterbanken waren zeer gering in de Oosterschelde en het Veerse meer (resp. 0,2 en 1,3 miljoen kg). In het Grevelingenmeer werd een bestand aan mosselen aangetroffen van 4,9 miljoen kg (95% c.i. 4 – 6 miljoen kg) waarvan het merendeel (4,7 miljoen kg) meerjarig.

Tabel 12. Bestanden van Japanse oesters en mosselen op de droogvallende platen van de Oosterschelde, en tot een diepte van 10 m in het Veerse meer en Grevelingenmeer, onderverdeeld naar gesloten gebieden, kweekpercelen, gebieden daarbuiten ('open'), en het totaal. Oesters zijn onderverdeeld in de onderscheiden lengteklassen. Mosselen zijn onderverdeeld in zaad (broedval 2019) en oudere (meerjarige) mosselen.

Soort	Gebied	Klasse	Oosterschelde		Veerse Meer		Grevelingenmeer	
			(milj.kg)	(%)	(milj.kg)	(%)	(milj.kg)	(%)
Japanse oester	Gesloten	Klein	0,8	2,5	0,0	0,0	1,2	0,8
		Middel	6,2	18,9	0,1	0,4	28,6	18,7
		Groot	3,4	10,5	0,1	0,2	9,4	6,1
	Percelen	Klein	0,1	0,2			0,0	0,0
		Middel	1,0	3,2			0,8	0,5
		Groot	1,2	3,8			0,0	0,0
	Open	Klein	1,5	4,5	0,9	2,9	5,9	3,9
		Middel	11,8	36,3	16,5	52,3	65,1	42,7
		Groot	6,5	20,1	14,0	44,1	41,6	27,3
	Totaal	Klein	2,3	7,2	0,9	2,9	7,1	4,6
		Middel	19,0	58,4	16,7	52,7	94,5	62,0
		Groot	11,2	34,4	14,0	44,4	50,9	33,4
	Totaal oesterbestand			32,5	100,0	31,6	100,0	152,5
95% c.i. min			27		27		130	
95% c.i. max			40		36		177	
Mossel	Gesloten	Zaad	0,0	7,7	0,0	0,0	0,1	3,0
		Meerjarig	0,0	7,8	0,0	0,1	3,7	75,9
	Percelen	Zaad	0,0	0,2			0,0	0,0
		Meerjarig	0,0	0,0			0,0	0,0
	Open	Zaad	0,0	5,1	0,0	2,1	0,1	2,0
		Meerjarig	0,1	79,3	1,2	97,7	0,9	19,1
	Totaal	Zaad	0,0	12,9	0,0	0,0	0,2	5,0
		Meerjarig	0,1	87,1	0,0	0,0	4,7	95,0
Totaal mosselbestand			0,2	100,0	1,3	100,0	4,9	100,0
95% c.i. min			0		1		4	
95% c.i. max			0		2		6	

Schelpdieren in de deltawateren

In Tabel 13 zijn bestanden weergegeven van mosselen, Japanse oesters, platte oesters, kokkels en Filipijnse tapijtschelpen voor alle vier onderzochte deltawateren. Een deel van deze informatie staat ook in eerder getoonde tabellen. In Tabel 13 is duidelijk te zien dat het kokkelbestand het hoogst is in de Oosterschelde, op afstand gevolgd door de Westerschelde, maar zeer laag in het Veerse meer en Grevelingenmeer. De Filipijnse tapijtschelp daarentegen is het meest talrijk in het Grevelingenmeer, maar heeft toch de hoogste biomassa op de droogvallende platen in de Oosterschelde. Dit verschil komt door het relatief grote aandeel aan kleine tapijtschelpen in het Grevelingenmeer. Doordat in het Grevelingenmeer de bemonstering later in het jaar is uitgevoerd als gevolg van de corona crisis, zijn er onder meerdere schelpdiersoorten broedjes van 2020 aangetroffen. Deze hebben een groot effect op de aantallen, maar minder op de totale biomassa omdat de individuele gewichten laag zijn. De broedval van Filipijnse tapijtschelpen in het Grevelingenmeer is omvangrijk te noemen. De populatie in de Oosterschelde bestond op het moment van monsternamen hoofdzakelijk uit meerjarige dieren. Of zich later in het jaar ook in de Oosterschelde een grote broedval heeft voorgedaan is pas waarneembaar in het voorjaar van 2021.

3.3.3 Ontwikkeling populaties

Arealen

Na een sterke toename in de jaren '80 en '90 bereikte het areaal aan oesterbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde een maximum omvang tussen 2004 en 2011 (Figuur 18). Sindsdien schommelt het areaal tussen de 500 en 600 ha. Sinds 2011 wordt onderscheid gemaakt tussen oesterbanken, mosselbanken en gemengde banken. Mosselbanken komen slechts incidenteel voor in kleine arealen (2011 en 2014). Over de periode 2012 – 2020 lijkt het aandeel aan pure oesterbanken toe te nemen ten koste van het aandeel gemengde banken. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat de oesterbanken in de Oosterschelde over het algemeen dicht bezet zijn met oesters waardoor een inschatting van de bedekking door mosselen erg lastig is. De verdeling tussen oesterbanken en gemengde banken is dus omgeven door een grote mate van onzekerheid.

In de Westerschelde heeft het areaal zich licht uitgebreid van 14 hectare in 2013 naar 21 hectare in 2020 (Figuur 19). In deze ogenschijnlijke toename zijn ook enkele kleine bankjes opgenomen die pas in latere jaren zijn ingelopen, maar die waarschijnlijk ook in 2013 al aanwezig waren. In de Westerschelde komen alle oesterbanken uitsluitend voor op harde ondergronden, vaak in de vorm van stortstenen. Van jaar tot jaar verandert er weinig aan de contouren van deze bankjes. Evenals in de Oosterschelde is het onderscheid tussen pure oesterbanken en gemengde banken lastig te maken.

Kokkelbestand Oosterschelde

Ondanks de hoge zomersterfte in 2018, en dankzij de omvangrijke broedval in dat jaar, heeft het kokkelbestand in de Oosterschelde zich goed hersteld. In het voorjaar van 2020 werd het hoogste bestand sinds 2011 aangetroffen. Het grootste deel van het bestand in 2020 bestond uit 2-jarige kokkels, afkomstig uit de broedval van 2018 (Figuur 20). Het aandeel aan meerjarige kokkels lijkt hoger dan verwacht op basis van de voorgaande jaren. Het vermoeden bestaat dat een deel hiervan in werkelijkheid 2-jarige kokkels betrof, die in 2019 een 'stress ring' hebben aangemaakt. Hoewel in 2019 geen uitzonderlijke zomersterfte onder kokkels in de Oosterschelde werd gemeld, was er wel sprake van een hittegolf en van verhoogde sterfte in de Waddenzee. Observaties aan groeiingen bij kokkels doen vermoeden dat ze als gevolg van hittestress en het daardoor uitblijven van groei gedurende een periode in de zomer, een extra groeiing hebben aangemaakt. Op het oog was deze soms moeilijk te onderscheiden van de werkelijke groeiingen, die gedurende de winter worden gevormd.

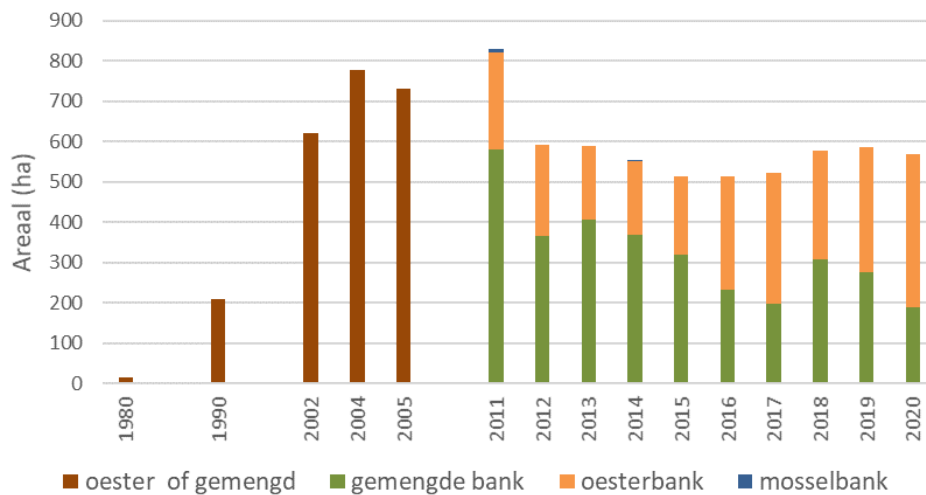
Na een herbemonstering in het najaar van 2020 is het oogstbare vleesgewicht bijgesteld van 3,9 naar 0,9 miljoen kg (Figuur 21). Hiermee lag het najaarsbestand ongeveer op het gemiddelde niveau sinds 2011. Figuur 21 is gebaseerd op schattingen vanuit het voorjaar, behalve voor 2018 en 2020 toen

herbemonsteringen zijn uitgevoerd in het najaar. Daarmee geven 2018 en 2020 een preciezer beeld van het bestand aanwezig rond 1 september.

Tabel 13. Bestanden van mosselen, Japanse oesters, platte oesters, kokkels en Filipijnse tapijtschelpen in de verschillende deltawateren. Voor de Westerschelde zijn geen bestanden van mosselen en oesters geschat omdat hier geen op oesterbanken gerichte survey heeft plaatsgevonden. Bestanden in de Oosterschelde en Westerschelde zijn alleen geschat voor de droogvallende platen (het litoraal, 'lit'). In de Oosterschelde zijn de aangetroffen platte oesters niet ingedeeld in lengteklassen.

Soort	Klasse	Oosterschelde (lit)		Westerschelde (lit)		Veerse Meer		Grevelingenmeer	
		milj.ind	milj.kg	milj.ind	milj.kg	milj.ind	milj.kg	milj.ind	milj.kg
Mossel (<i>Mytilus edulis</i>)	zaad	11,2	0,0	nb		15,0	0,0	144,5	0,2
	meerjarig	13,3	0,1			77,9	1,2	338,8	4,7
	totaal	24,5	0,2*			92,9	1,3	483,3	4,9
	95% c.i. min		0			1		4	
	95% c.i. max		0			2		6	
Japanse oester (<i>Crassostrea gigas</i>)	klein	261,2	2,3	nb		150,5	0,9	956,8	7,1
	middel	208,4	19,0			183,5	16,7	1.033,3	94,5
	groot	38,1	11,2			49,7	14,0	187,4	50,9
	totaal	507,6	32,5			383,7	31,6	2.177,5	152,5
	95% c.i. min		27			27		130	
95% c.i. max		40			36		177		
Platte oester (<i>Ostrea edulis</i>)	klein	nb		nb		0,3	0,0	225,3	2,3
	middel					0,9	0,1	114,4	5,6
	groot								
	totaal	5,9	0,1			1,1	0,1	339,7	7,8
	95% c.i. min		0			0		7	
95% c.i. max		0			0		9		
Kokkel (<i>Cerastoderma edule</i>)	0-jarig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,4	0,0
	1-jarig	3.376,8	4,4	1.194,1	2,7	2,2	0,0	30,1	0,1
	2-jarig	3.325,8	17,4	757,2	5,4	0,0	0,0	2,7	0,0
	meerjarig	1.398,1	11,9	49,8	0,5	1,4	0,0	13,7	0,2
	totaal	8.100,7	33,7	2.001,1	8,6	3,6	0,0	137,0	0,3
95% c.i. min		29		7,0		0		0	
95% c.i. max		38		10,4		0		0	
Filipijnse tapijtschelp (<i>Ruditapes philippinarum</i>)	klein	358,6	0,5	248,0	0,1	332,1	0,7	23.518,4	6,0
	groot	1.408,7	12,2	0,0	0,0	316,4	3,8	298,7	5,3
	totaal	1.767,2	12,7	248,0	0,1	648,5	4,5	23.817,1	11,3
	95% c.i. min		9,9		0		4		10
	95% c.i. max		15,9		0		5		13

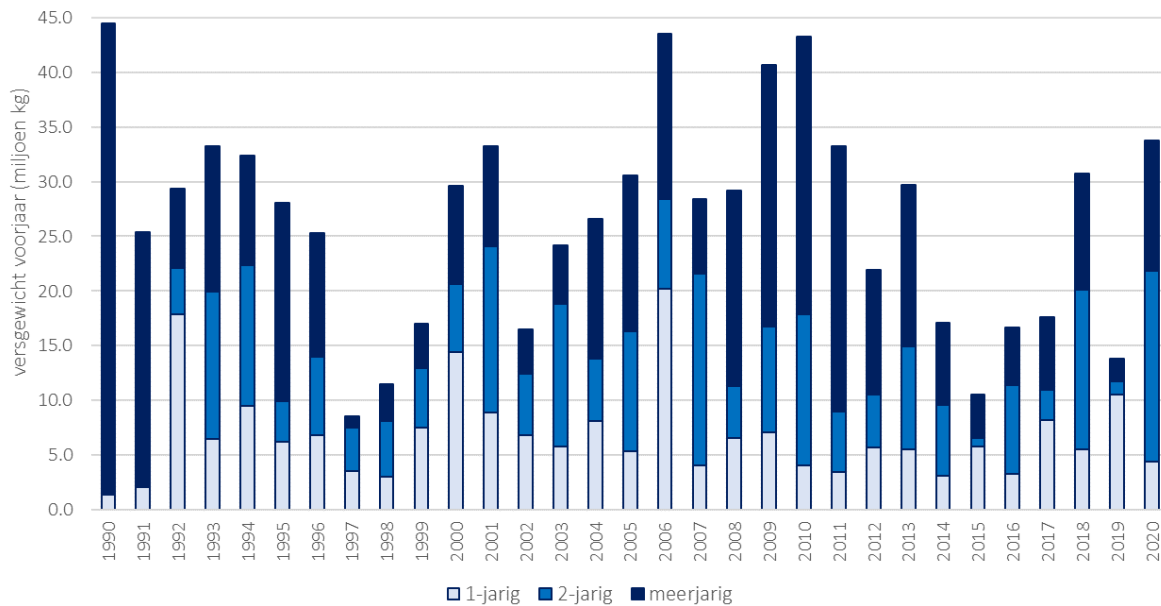
* $0,02 + 0,14 = 0,16$



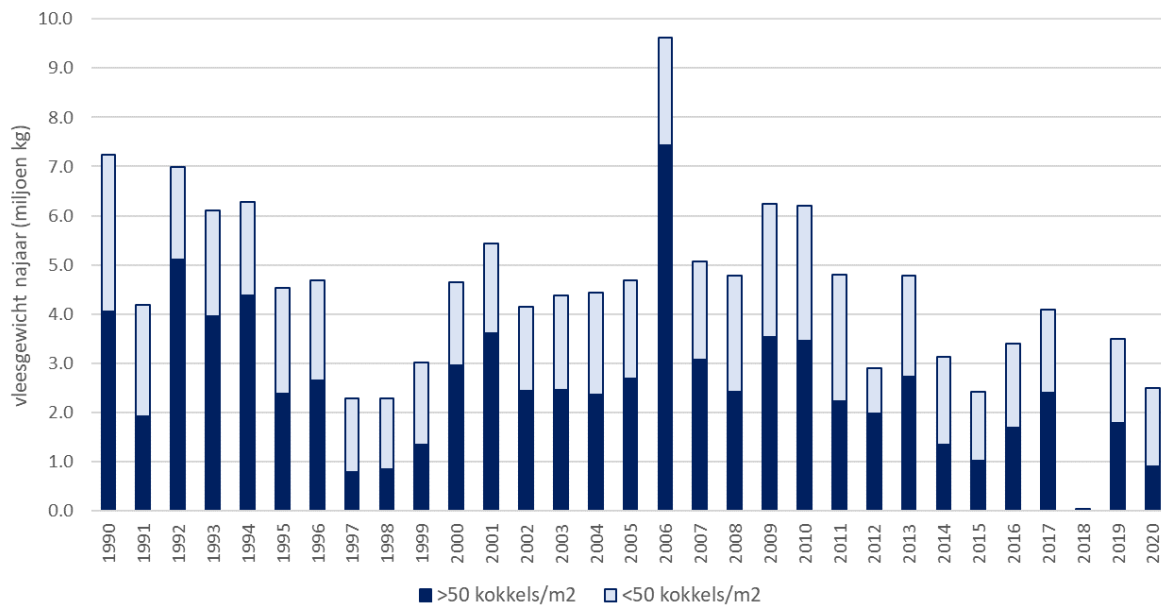
Figuur 18. Ontwikkeling van het areaal aan oesterbanken, gemengde banken en mosselbanken (incidenteel) in de Oosterschelde. Tot 2011 is geen onderscheid gemaakt tussen oesterbanken en gemengde banken. Schattingen voor de laatste jaren (2017-2019) kunnen nog veranderen als gevolg van nieuwe informatie in de komende jaren (dit geldt alleen voor geïnterpoleerde banken).



Figuur 19. Ontwikkeling van het areaal aan oesterbanken en gemengde banken in de Westerschelde. Schattingen voor de laatste jaren (2017-2019) kunnen nog veranderen als gevolg van nieuwe informatie in de komende jaren (dit geldt alleen voor geïnterpoleerde banken).



Figuur 20. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Oosterschelde.

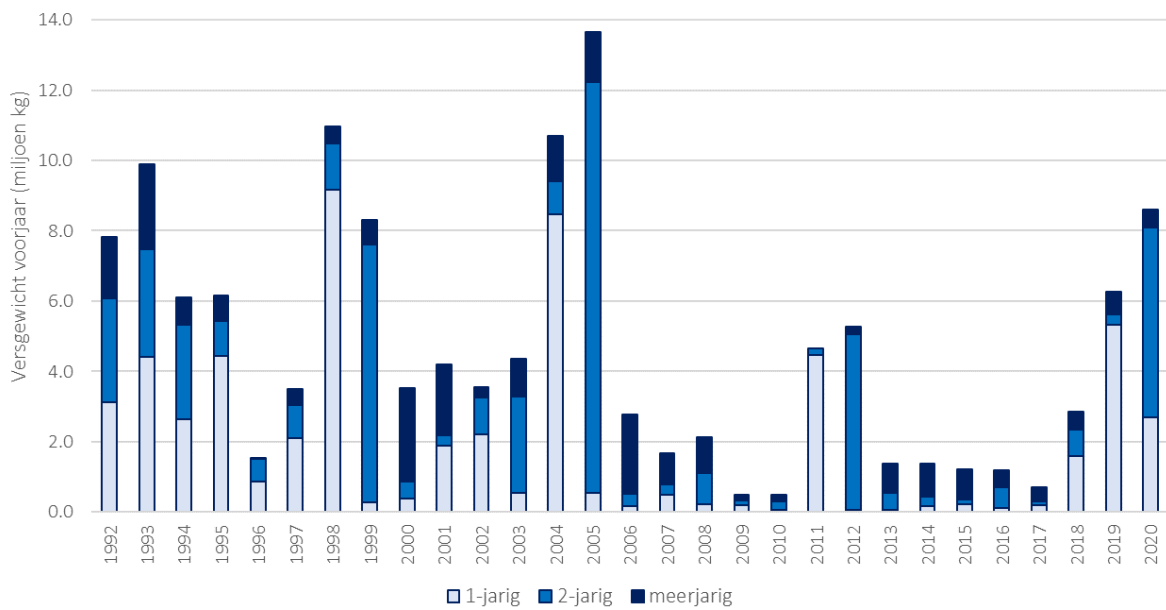


Figuur 21. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Oosterschelde. Voor de jaren 2018 en 2020 zijn schattingen uit herbemonsteringen weergegeven.

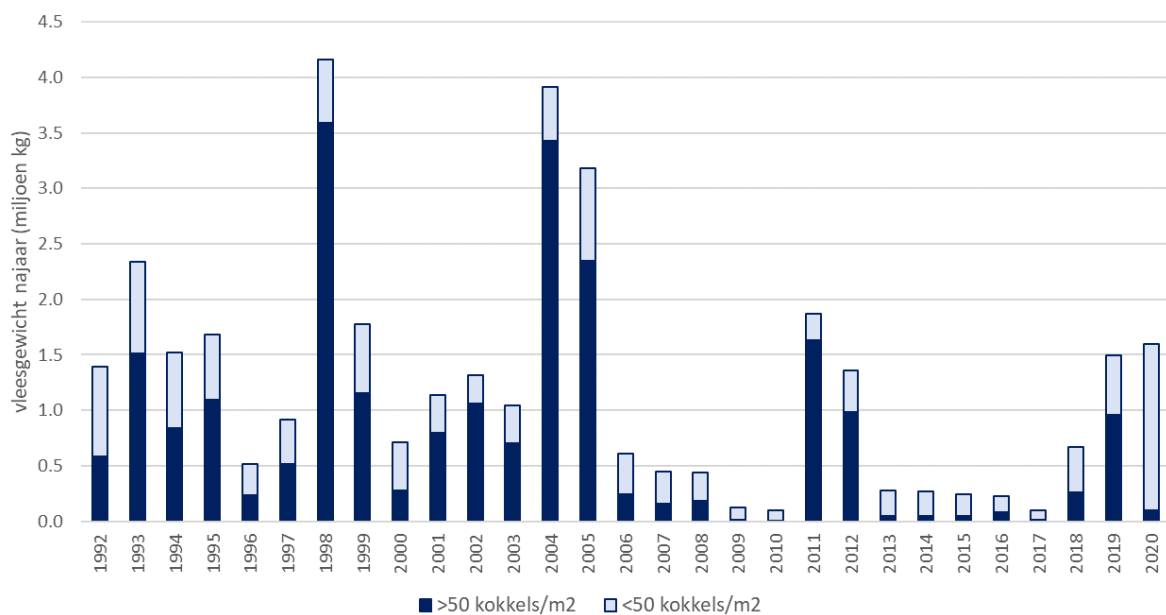
Kokkelbestand Westerschelde

Sinds 2017 is het kokkelbestand in de Westerschelde sterk toegenomen, van bijna niet bestaand naar 8,6 miljoen kg versgewicht in het voorjaar van 2020. Dit is, gebaseerd op Figuur 22, in 2017 ingezet met een duidelijk omvangrijkere broedval dan in de jaren daarvoor, sinds 2010 (NB: een broedval in jaar 1 is zichtbaar als een groot bestand aan 1-jarigen in jaar 2). Het bestand aan 1-jarigen is duidelijk toegenomen, zeker in 2019 als gevolg van een omvangrijke broedval in 2018. Dit is een opvallende ontwikkeling, gezien de geobserveerde hoge zomersterftes binnen de afgelopen drie jaar in de Waddenzee (2018 en 2019) en Oosterschelde (2018 en 2020). Omdat het kokkelbestand sinds 2012 zeer laag was in de Westerschelde, en het dus niet interessant was voor vissers, zijn er weinig observaties

gedaan door vissers en visserijkundig ambtenaren. Mocht er omvangrijke sterfte opgetreden zijn in de afgelopen zomers, dan is dit onopgemerkt gebleven. Ondanks de geobserveerde toename in het bestand is het nog steeds mogelijk dat er ook hoge sterfte heeft plaatsgevonden onder de oudere kokkels. De ontwikkeling in het najaarsbestand (Figuur 23) lijkt daar op te duiden: in 2019 was het grootste deel van het najaarsbestand aanwezig bij oogstbare dichtheden, maar in 2020 was het overgrote deel van het najaarsbestand aanwezig bij dichtheden lager dan 50 kokkels per vierkante meter. Dus hoewel het voorjaarsbestand is toegenomen, zijn de dichtheden afgenomen. De toename in het voorjaar is vooral een resultaat geweest van de relatief hoge groei onder jonge kokkels.



Figuur 22. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Westerschelde.



Figuur 23. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Westerschelde.

3.3.4 Discussie Deltawateren

Kokkelsterfte

In de Oosterschelde is het oogstbare bestand aan kokkels aanwezig op 1 september naar beneden bijgesteld op basis van een herbemonstering. De herschatting leidde tot het bijstellen van het oogstbare bestand van 3,9 naar 0,9 miljoen kg kokkelvlees. Opvallend is dat dit jaar geen verhoogde sterfte werd geobserveerd in de Waddenzee, waar in 2018 en 2019 wel hoge sterftes werden waargenomen, en dat in 2019 juist in de Oosterschelde geen verhoogde sterfte werd geobserveerd. Om meer inzicht te krijgen in de verbanden tussen temperaturen die gedurende de getijcyclus optreden in de bodem en kokkelsterfte, zijn in 2020 twee aan elkaar gekoppelde projecten door WMR uitgevoerd in opdracht van LNV. Deze projecten zijn: het project 'Hittestress' binnen het beleidsondersteunend onderzoekthema 'Natuurambitie Grote Wateren' (projectnummer BO-43-021.03-001) en het project 'Cockle Mortality' binnen het kennisbasis onderzoek gekoppeld aan de Wettelijke Onderzoekstaken op het gebied van Visserij (KB-WOT, projectnummer KB-36-002-012). Het rapport zal verschijnen in 2021 (Suykerbuyk *et al.*, in prep.).

Aanbevelingen rapportage 2019 Veerse meer en Grevelingenmeer

Door Van der Pool *et al.* (2019) is aanbevolen om voor oesters en mosselen ook een groter deel van de ondiepe gebieden (< 1 meter) te bemonsteren. Voor de ondiepste delen van de meren zou op basis van luchtfoto's een inschatting gemaakt kunnen worden welk areaal aan oesterbanken nog gemist wordt. Omdat in 2020 vanwege COVID-19 is gemonsterd met een ondieper gelegen schip (0,7 i.p.v. 1,0 m diepgang) kon een groter deel van de ondiepe zone in het Grevelingenmeer bemonsterd worden, in totaal 12 monsterpunten. Hier werd bijna 5% van het totale bestand aan Japanse oesters aangetroffen, 4% van het totale bestand aan mosselen en 2% van het totale bestand aan platte oesters. Deze percentages vallen nog binnen de geschatte betrouwbaarheidsintervallen. In het Veerse meer zijn de geulwanden steiler waardoor de ondiepere gebieden niet toegankelijker werden door het gebruik van een ondieper stekend schip. Ook werd aanbevolen om de dieper gelegen gebieden te bemonsteren, om een inschatting te kunnen maken van de totale bestanden van dominante schelpdiersoorten. In 2020 zouden hiervoor de mogelijkheden verkend worden, en indien mogelijk al uitgevoerd. Vanwege de COVID-19 pandemie zijn deze aanbevelingen in 2020 nog niet overgenomen.

Sterfte in het Veerse meer

In het Veerse meer zijn de bestanden van de Japanse oester, mossel, kokkel en Filipijnse tapijtschelp sterk afgenomen ten opzichte van 2019. De geschatte bestanden in aantallen lagen in 2020 21% - 25% lager voor resp. Japanse oester en Filipijnse tapijtschelp, en 56% - 59% voor resp. mossel en kokkel. De hete zomers van 2019 en 2020 hebben hier mogelijk een rol in gespeeld. Kokkels en tapijtschelpen zijn bemonsterd in april en mei, dus nog voor de hittegolf van augustus 2020 toen hoge sterfte onder vissen werd gemeld, maar na de hittegolf van juli 2019 waarin ook hoge sterfte onder vissen werd waargenomen. De oorzaak voor de afgenomen bestanden ten opzichte van de survey van 2019 ligt dus voor kokkels en Filipijnse tapijtschelpen mogelijk in de zomer van 2019. Japanse oesters en mosselen zijn bemonsterd in september-oktober, na de hittegolf van augustus 2020 (en ook na de hittegolf van 2019). De oorzaak voor de afgenomen bestanden ten opzichte van de survey van 2019 ligt dus voor Japanse oesters en mosselen mogelijk in de zomer van 2020. Een nadere analyse van de surveygegevens sinds 2017 kan meer inzicht geven in de opgetreden sterftes en de mogelijke oorzaken daarvoor, bijvoorbeeld door verschillen tussen soorten, deelgebieden en waterdieptes (i.v.m. zuurstofloosheid) te onderzoeken.

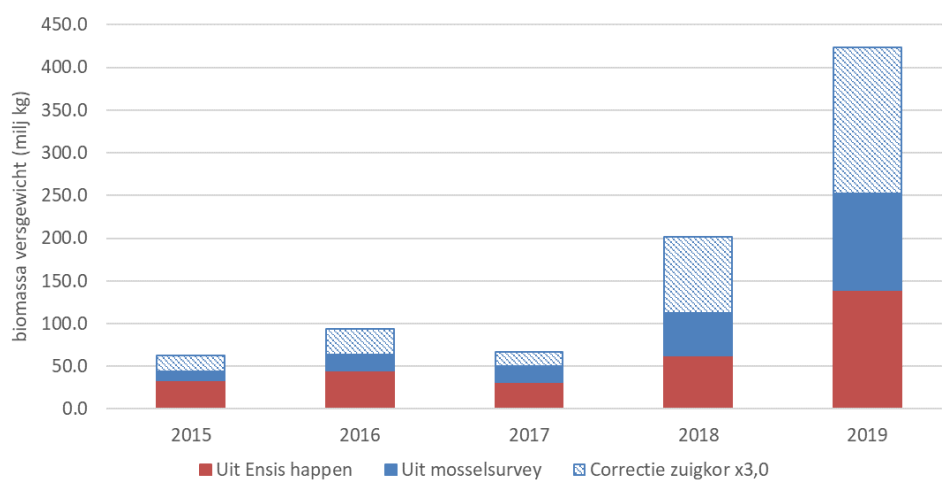
Toename in het Grevelingenmeer

In het Grevelingenmeer werden juist voor drie soorten hogere bestanden aangetroffen in 2020 in vergelijking met 2019. De totale biomassa van mosselen is toegenomen van 1,5 naar 4,9 miljoen kg, de Japanse oester van 89,8 naar 152,5 miljoen kg, de Filipijnse tapijtschelp van 2,8 naar 11,3 miljoen kg. Het latere tijdstip van bemonsteren heeft hieraan bijgedragen omdat daardoor van deze en andere soorten grote aantallen broed werden aangetroffen, met name voor de Filipijnse tapijtschelp.

4 Uitgelicht: zwaardschedes in de Waddenzee

4.1 Ontwikkeling van het sublitorale bestand in de westelijke Waddenzee

In deze 'Uitgelicht' presenteren we voor het eerst de ontwikkeling van het bestand van de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis leei*) sinds 2015 in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee. Sinds 2015 neemt het bestand van Amerikaanse zwaardschedes in de kombergingen Marsdiep en Vliestroom toe (Figuur 24). Met name in 2019 was het bestand duidelijk hoger dan in de jaren daarvoor. Dit sluit aan bij observaties dat zich in 2018 een omvangrijke broedval heeft voorgedaan (zie ook Troost *et al.*, 2019c).



Figuur 24. De geschatte ontwikkeling van het bestand aan Amerikaanse zwaardschedes (Ensis leei) in de kombergingen Marsdiep en Vliestroom sinds 2015. Het bestand in 2017 is mogelijk overschat door een gedeeltelijke overlap van beide monstercampagnes (de mosselzaadsurvey en de aanvullende Ensis survey, het "Ensis happen"). De blauw gearceerde balken geven de correctie aan voor de resultaten verkregen met de zuigkor. Op basis van de huidige kennis is gerekend met een omrekenfactor van 3,0 (van zuigkor naar hydraulische happer). Als gevolg van aanvullende meetgegevens kan deze omrekenfactor mogelijk nog aangepast worden.

Bij de in Figuur 24 weergegeven bestanden dienen wel twee kanttekeningen geplaatst te worden. Omdat de gebruikte gegevens zijn verkregen met verschillende monstertuigen, ieder met een verschillende vangst efficiëntie, is op een deel van de monsters een correctiefactor toegepast (zie uitleg in 4.2.3.). Deze correctiefactor is berekend uit een vergelijking tussen de monstertuigen. Omdat de huidige omrekenfactor van 3,0 gebaseerd is op slechts 17 waarnemingen wordt aanbevolen om dit aantal waarnemingen te vergroten. Hierdoor kan de omrekenfactor in de toekomst nog veranderen, waarmee ook de hier weergegeven bestanden worden aangepast (het blauw gearceerde deel). Daarnaast is in 2017 het bestand mogelijk overschat door een gedeeltelijke overlap van de mosselzaadsurvey en de aanvullende Ensis survey, waardoor sommige gebieden als het ware dubbel zijn meegeteld.

4.2 Nadere toelichting methodiek

4.2.1 Aansluiting op de sublitorale mosselzaadsurvey

Schelpdieren in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee (kombergingen Marsdiep en Vliestroom) worden sinds 1992 geïnventariseerd, als onderdeel van de 'sublitorale mosselzaadsurvey' die in opdracht van de PO Mosselcultuur jaarlijks wordt uitgevoerd door Bureau MarinX en WMR (zie Van Stralen *et al.*, 2019). Deze survey is gericht op mosselen, maar alle aangetroffen soorten schelpdieren, krabben en

stekelhuidigen (zoals de zeester) worden geregistreerd. De survey is gestratificeerd op het voorkomen van mosselen, wat inhoudt dat in gebieden waar mosselen verwacht worden de monsterpunten dichter op elkaar liggen. Omdat het mogelijk is dat in deze survey banken zijn gemist, wordt ook het 'overige gebied', dus waar geen mosselbanken verwacht worden, bemonsterd. Deze opzet maakt de sublitorale mosselzaadsurvey ook zeer geschikt voor het monitoren van de verspreiding en ontwikkeling van een groot aantal 'overige' soorten. In het sublitoraal van Marsdiep en Vliestroom komt de verspreiding van veel soorten schelpdieren in grote lijnen overeen met de verspreiding van mosselen (Troost *et al.*, 2019b). De Amerikaanse zwaardschede vormt hier een duidelijke uitzondering op. Dit bleek ook uit de (niet gerapporteerde) resultaten van een onderzoeksprogramma dat in de periode 2007-2011 binnen het Nationaal programma Zee- en Kust Onderzoek (ZKO) van NWO is uitgevoerd. Omdat de Amerikaanse zwaardschede een ander verspreidingspatroon heeft dan mosselen, is het zeer aannemelijk dat de sublitorale mosselzaadsurvey een belangrijk deel van het verspreidingsgebied van de Amerikaanse zwaardschede mist. Voor de bestandsschatting van Amerikaanse zwaardschedes is daarom besloten om jaarlijks een bemonstering uit te voeren waarin het monstergrid van de sublitorale mosselzaadsurvey wordt aangevuld in de gebieden die door die survey niet tot weinig gedekt worden maar wel van belang zijn voor Amerikaanse zwaardschede.

4.2.2 *Monstergrid en bestandsberekening*

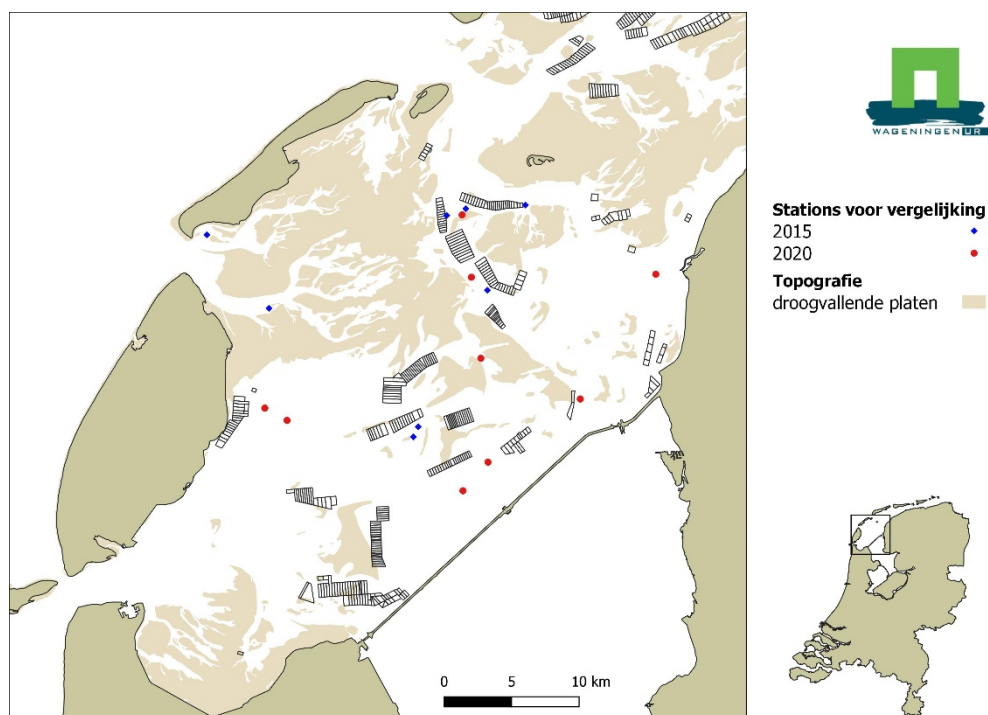
Omdat het monstergrid voor de sublitorale mosselzaadsurvey (verder aangeduid als het "Mosselgrid") ieder jaar anders is, vanwege de stratificatie naar voorkomen van mosselbanken, moet ook het aanvullende monstergrid (verder aangeduid als het "Ensisgrid") hier ieder jaar weer op aangepast worden. Het Ensisgrid wordt gestratificeerd op voorkomen van Amerikaanse zwaardschedes. De hier beschreven stappen worden gevolgd sinds 2018 (start survey binnen het WOT programma). De werkwijze in de eerste stap is gelijk aan degene die gehanteerd wordt bij het maken van het Mosselgrid, met het verschil dat ieder najaar gericht naar mosselbanken wordt gezocht en dergelijke voorkennis ontbreekt voor zwaardschedes. Daarom wordt op basis van survey gegevens uit eerdere jaren (zoals de sublitorale mosselzaad survey, bemonstering van het Ensisgrid in eerdere jaren, en de ZKO campagne) ingeschat in welke gebieden er een kans is op aantreffen van hoge dichtheden van zwaardschedes. In de meest kansrijke gebieden worden de monsterpunten het dichtst op elkaar gelegd, in minder kansrijke gebieden liggen ze verder uiteen, en het overige gebied wordt gedekt door een sterk uitgedund grid. In een volgende stap worden monsterpunten verwijderd in gebieden die al met een voldoende dekking zijn bemonsterd tijdens de sublitorale mosselzaadsurvey, en worden alle beoogde monsterpunten van het Ensisgrid die ook al deel uitmaakten van het Mosselgrid verwijderd, zodat ongeveer 100 monsterpunten overblijven voor de aanvullende survey. Voor de uiteindelijke bestandsberekening worden beide grids (Mosselgrid en Ensisgrid) samengevoegd, en wordt het bestand berekend uit een substantieel deel van de punten uit het Mosselgrid, aangevuld met het volledige Ensisgrid.

In de periode 2015-2016 is het monstergrid op andere wijze tot stand gekomen, aangezien in die jaren de aanvullende Ensis survey alleen binnen deelgebieden in de kombergingen Marsdiep en Vliestroom is uitgevoerd. Voor die jaren is het bestand binnen die deelgebieden berekend uit alleen de Ensis happen, en in het resterende gebied uit de mosselzaad survey. In 2017 heeft de aanvullende Ensis survey meer verspreid over de kombergingen Marsdiep en Vliestroom plaatsgevonden, en is het bestand berekend uit de som van beide surveys, hoewel dit waarschijnlijk tot een overschatting heeft geleid.

4.2.3 *Vangst-efficiëntie monstertuigen (correctiefactor)*

In de sublitorale mosselzaadsurvey wordt primair gebruik gemaakt van de zuigkor en, voor <30 punten die dieper liggen dan 10 m, de bodemschaaf. In uitzonderlijke gevallen (in zeer dichte oesterbanken) wordt de hydraulische happer gebruikt. In de aanvullende zwaardschede survey wordt uitsluitend gebruik gemaakt van de hydraulische happer. Omdat de efficiëntie van dit monstertuig voor het vangen van zwaardschedes anders is dan de zuigkor en bodemschaaf, is het voor de berekening van het bestand uit

beide surveys nodig om een omrekening te maken. De happer heeft een hogere vangst-efficiëntie; het apparaat vangt een groter deel van de aanwezige zwaardschedes dan de zuigkor en bodemschaaf. Het verschil in vangst-efficiëntie is geschat middels vergelijkend vissen in 2015 en 2020. Zwaardschedes zijn bemonsterd met zowel de zuigkor als de happer. Eerst werd met de zuigkor een trek van ongeveer 100 meter lengte gedaan (bevist oppervlak ongeveer 20 m²), en vervolgens werden 5 tot 6 happen genomen, verspreid over de hele lengte van de trek en aan weerszijden hiervan (op maximaal 10 meter afstand aan beide zijden). Uit de monsters werden alleen Amerikaanse zwaardschedes uitgezocht (en in 2020 ook strandgapers, *Mya arenaria*). Per locatie werd uit de dichtheid van zwaardschedes uit de zuigkor trek, en de gemiddelde dichtheid uit alle happen, de correctiefactor berekend om dichtheden gevangen met de zuigkor om te kunnen rekenen naar dichtheden zoals die gevangen zouden zijn met de hydraulische happer. Alvorens het bestand te berekenen zijn alle resultaten behaald met de zuigkor en bodemschaaf met deze correctiefactor omgerekend. In 2015 is op 8 locaties met beide monstertuigen gevist, en in 2020 op 9 locaties (Figuur 25).



Figuur 25. Monsterlocaties waar zowel met de zuigkor als de hydraulische happer is gemonsterd voor een bepaling van de vangst-efficiëntie.

Uit de aangetroffen dichtheden van grote en kleine exemplaren (dus uitgezonderd het broed van diezelfde zomer) is voor alle 17 locaties een omrekenfactor berekend (Tabel 14). De gemiddelde omrekenfactor is 3,0, met een standaard deviatie van 3,8.

4.2.4 Uitwerking en berekeningen

Uitwerking van de monsters aan boord is in de sublitorale mosselzaadsurvey uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 2.5. Dit geldt ook voor de schatting van de biomassa van aangetroffen kapotte individuen, en voor de bestandsberekening. In de aanvullende survey zijn uitsluitend Amerikaanse zwaardschedes geregistreerd. Zie verder paragraaf 2.5 en 2.6 voor nadere details over de methodiek.

Tabel 14. Resultaten uit het vergelijkend vissen voor *Ensis leei* in de grootteklassen "groot" en "klein", uitgezonderd individuen aangemerkt als broed van hetzelfde jaar. Per locatie is de dichtheid afkomstig uit beide tuigen weergegeven (happer: gemiddelde van 5-6 happen), en de resulterende omrekenfactor (happer/zuigkor).

Jaar	Locatie	Dichtheid (n/m ²)		Factor
		Happer	Zuigkor	
2015	1	44,2	15,3	2,9
	2	31,4	51,3	0,6
	3	29,8	43,4	0,7
	4	27,8	33,4	0,8
	5	29,1	30,6	1,0
	6	19,6	14,6	1,3
	7	30,4	64,9	0,5
	8	25,5	23,2	1,1
2020	1	66,4	64,6	1,0
	2	44,0	10,4	4,2
	3	58,3	19,8	2,9
	4	491,4	69,2	7,1
	5	190,1	62,0	3,1
	6	169,4	44,0	3,9
	7	131,8	8,2	16,1
	8	1,3	1,2	1,1
	9	532,5	159,5	3,3
gemiddelde omrekenfactor				3,0
standaard deviatie				3,8

4.3 Discussie en aanbevelingen

4.3.1 Efficiëntie van de hydraulische happer

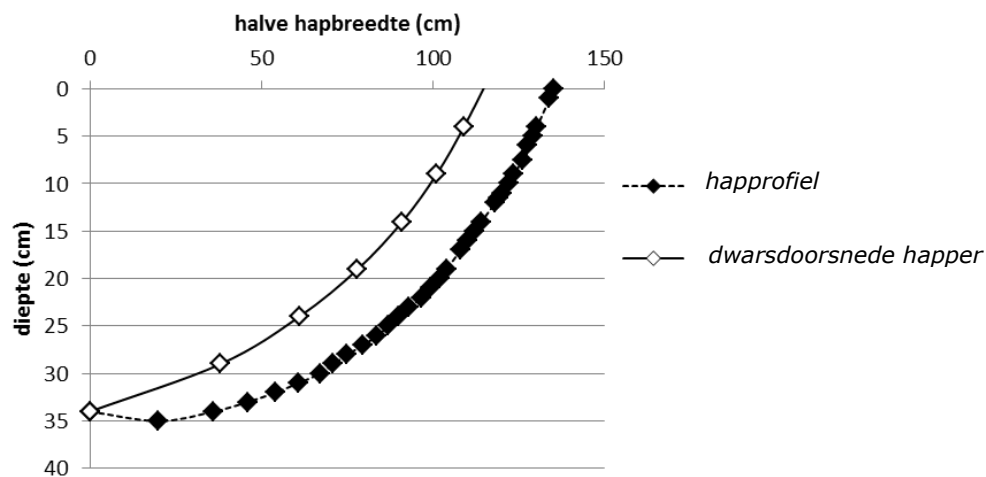
De Amerikaanse zwaardschede onderscheidt zich van de andere soorten schelpdieren in de Nederlandse kustwateren door diens vermogen om zich snel (± 10 cm/s) naar dieper te kunnen verplaatsen (Winter *et al.*, 2012) wanneer ze onraad bespeuren, mogelijk in de vorm van een naderend monstertuig (zuigkor) of een langzaam dichtknijpende happer. Hierdoor is het voor deze soort een grotere uitdaging om de bestandsomvang te schatten. Er bestaan waarschijnlijk, en bij ons weten, geen monstertuigen die deze soort met een efficiëntie van 100% vangen. Bij het schatten van de omvang van het bestand, en de ontwikkeling hiervan over de tijd, is het daarom vooral belangrijk om met dezelfde monstertechnieken te blijven werken, en waar gewerkt wordt met verschillende monstertuigen met een duidelijk andere efficiëntie een omrekening te maken.

De hydraulische happer dringt tot een grotere diepte in de bodem door dan de zuigkor, waardoor de efficiëntie voor het vangen van zwaardschedes duidelijk hoger is. Toch is ook de efficiëntie van de happer niet 100%, want met de diepte neemt het bemonsterd oppervlak af (Figuur 26). Of de zwaardschedes daadwerkelijk vluchten, en hoe snel ze dit doen, is onbekend en zal waarschijnlijk afhankelijk zijn van het type sediment waarin ze zich bevinden. Op basis van het theoretische happrofiel zou van individuen die op 5 cm diepte zitten 4% gemist worden, op 10 cm diepte 10%, op 20 cm diepte 24% en op 30 cm diepte 50%. Gezien de beweeglijkheid van zwaardschedes kan met de happer dus al snel 10% van de aanwezige individuen gemist worden.

4.3.2 Betrouwbaarheid van de omrekenfactor

Op basis van de variatie tussen de 17 monsterlocaties, is berekend dat minimaal 25 locaties bemonsterd moeten worden om de omrekenfactor te berekenen met een 80% betrouwbaarheidsinterval van 2,0 (\pm

1,0). Om het 80% betrouwbaarheidsinterval te verkleinen naar $1,0 (\pm 0,5)$ zijn 97 monsterpunten nodig, en om een 95% betrouwbaarheidsinterval van 2,0 te bereiken zijn minstens 58 locaties nodig. Dit geeft duidelijk aan dat een aanvullende bemonstering nodig is om de omrekenfactor met een grotere nauwkeurigheid te schatten. In Figuur 24 is duidelijk te zien dat een verschil in omrekenfactor van 1,0 al grote gevolgen heeft voor de geschatte omvang van de bestanden. Door gebruik te maken van de mosselzaad survey is er nog slechts weinig inspanning nodig (de aanvullende Ensis survey) om een inschatting te kunnen maken van het totale Ensis bestand in beide kombergingen. Om te komen tot betrouwbare schattingen is het echter nodig om eenmalig te investeren in een beter omrekenfactor.



Figuur 26. Het theoretische happrofiel (gemaakt door de randen van de zich sluitende opening van de happer) en de dwarsdoorsnede van de happer. Dit is weergegeven voor één van beide helften van de happer.

Dankwoord

Meer nog dan anders gaat onze dank uit naar allen die het in 2020 mogelijk hebben gemaakt om de WOT schelpdiersurveys met een goed gevolg af te ronden, ondanks alle uitdagingen waar de corona pandemie ons voor stelde. Dit zijn: de bemanningen van de Isis en YE42, de mannen van de Waddenunit op de Phoca, Asterias, Krukel en Harder, de visserijkundig ambtenaren in de zuidwestelijke delta en bemanningen van de Luctor, Regulus en YE155, onze collega's bij WMR en eenieder die we wellicht vergeten zijn te noemen.

Literatuur

- Bult, TP, BJ Ens, D Baars, R Kats en M Leopold (2004) Eindrapport EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase). Deelproject B3: Evaluatie van de meting van het beschikbare voedselaanbod voor vogels die grote schelpdieren eten. RIVO-rapport C018/04.
- Beukema J.J. (1974) The efficiency of the Van Veen grab compared with the Reineck box sampler. *Journal de Conseil International pour l' Exploration de la mer* 35: 319-327.
- Craeymeersch, JA en MA van der Land (1998) De schelpdierbestanden in de Voordelta 1993 – 1997. RIVO-DLO rapport C056/98.
- Craeymeersch, J.A., Van Stralen, M.R., Wijsman, J.W., Kesteloo, J., Perdon, J & I. de Mesel (2007) Ontwikkeling van een monstertuig voor bestandsopnames van mesheften. IMARES Rapport C084/07.
- De Vlas, J, A Brinkman, C Buschbaum, N Dankers, M Herlyn, P Kristensen, G Millat, M Ruth, J Steenbergen en A Wehrmann (2005) Intertidal Blue Mussel Beds. Trilateral Monitoring and Assessment Group. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Ens BJ, AC Smaal en J de Vlas (2004) The effects of shellfish fishery on the ecosystems of the Dutch Wadden Sea and Oosterschelde (EVAII). Alterra-rapport 1011; RIVO-rapport C056/04; RIKZ-rapport RKZ/2004.031. Alterra, Wageningen.
- Houziaux, JS, JA Craeymeersch, B Merckx, F Kerckhof, V van Lancker, W Courtens, E Stienen, KJ Perdon, PC Goudswaard, G van Hoey, L Vigin, K Hostens, M Vincx en S Degraer (2011) 'EnSIS' – Ecosystem Sensitivity to Invasive Species. Final Report. Brussels : Belgian Science Policy Office 2012 – Research Programme Science for a Sustainable Development. 105 pp.
- Kamermans P, JJ Kesteloo en D Baars (2003) Eindverslag Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase. Deelproject H2: Evaluatie van de geschatte omvang en ligging van de kokkelbestanden in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Westerschelde. RIVO-rapport C054/03.
- Kamermans, P, TP Bult, B Kater, D Baars, JJ Kesteloo, KJ Perdon en E Schuiling (2004) Eindrapport EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase). Deelproject H4: Invloed van natuurlijke factoren en kokkelvisserij op de dynamiek van bestanden aan kokkels (*Cerastoderma edule*) en nonnen (*Macoma balthica*) in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde. RIVO-rapport C058/03.
- Kamermans, P en M van Asch (2018) Monitoring draagkracht voor schelpdieren in relatie tot opschaling MZIs in de Waddenzee en Oosterschelde. Wageningen Marine Research, rapport C043/18.
- LNV (1993) Structuurnota Zee- en Kustvisserij. Evaluatie van de maatregelen in de kustvisserij gedurende de eerste fase (1993-1997), bijlage V.
- LNV (2004) Ruimte voor een zilte oogst: Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005–2020. Ministerie van landbouw, natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Perdon, KJ, K Troost, J van Zwol, M van Asch en J van der Pool (2019) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019. Wageningen UR – Centrum voor Visserij Onderzoek en Wageningen Marine Research, CVO rapport 19.010.
- Programma naar een Rijke Waddenzee (2011). Meerjarenafspraken Handkokkelvisserij in de Waddenzee. <https://rijkewaddenzee.nl/wp-content/uploads/2016/03/MJA-handkokkelvisserij.pdf>
- Smaal, AC, M van Stralen, K Kersting en N Dankers (2004) EVA II Rapport F5: De gevolgen van gecontroleerde bevissing voor bedekking en omvang van droogvallende mosselzaadbanken, een test van de Janlouw hypothese en van mogelijkheden voor natuurbouw. C002/04, RIVO-CSO, MarinX, Kersting Ecosystem research, Alterra.
- Suykerbuyk, W, L van den Bogaart, A Hamer, B Walles, K Troost & M Tangelder (in prep.) Hittestress op intergetijdenplaten van de Oosterschelde. Gecombineerd onderzoek naar bodemtemperatuurmetingen en kokkelsterfte in de zomer van 2020. Wageningen Marine Research rapport in voorbereiding, in opdracht van het ministerie van LNV.
- Troost, K, M van Asch, E Brummelhuis, D van den Ende, KJ Perdon, C. van Zweeden, J van Zwol en J van der Pool (2019a). Handboek bestandsopnames schelpdieren WOT. Versie 3, december 2019. Intern CVO rapport: 18.013.

- Troost, K, D van den Ende, M van Asch en MR van Stralen (2019b) Ontwikkeling en verspreiding van schelpdieren en andere bodemdieren in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee in de periode 1992-2017. Wageningen Marine Research, rapport C001/20.
- Troost, K, J Craeymeersch, D van den Ende, Y van Es, M van Asch en M van Stralen (2019c) Ontwikkeling van bodemdieren in de voor mosselzaadvisserij gesloten gebieden in de westelijke Waddenzee. Evaluatie na vier jaar monitoring (2015-2018). Wageningen Marine Research rapport C027/19.
- Twisk, F (1990) Groei en sterfte van overjarige kokkels in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat DGW. Notitie GWWS-90.13093.
- Van Asch, M, D van den Ende, J van der Pool, E Brummelhuis, C van Zweeden, Y van Es en K Troost (2019) Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2019. Wageningen UR – Centrum voor Visserij Onderzoek en Wageningen Marine Research, CVO rapport 19.009.
- Van den Ende, D, K Troost, M van Asch, KJ Perdon en C van Zweeden (2019) Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen van de Nederlandse zoute getijdenwateren in 2019: bestand en arealen. Wageningen UR – Centrum voor Visserij Onderzoek en Wageningen Marine Research, CVO rapport 19.022.
- Van der Pool, J, K Troost, M van Asch, C van Zweeden, J van Zwol en D van den Ende (2019) Schelpdieren in het Veerse meer en Grevelingenmeer in 2019. Wageningen UR – Centrum voor Visserij Onderzoek en Wageningen Marine Research, CVO rapport 19.023.
- Van Stralen, MR (1990) Het kokkelbestand in de Oosterschelde en de Waddenzee in 1990. RIVO rapport AQ 90 - 03.
- Van Stralen, MR (2018) Passende Beoordeling van de mosselvisserij in het sublitoraal van de Westelijke Waddenzee in de periode 2018-2020. Bureau MarinX, rapport 2018.178.
- Van Stralen, MR, D van den Ende en K Troost (2019) Inventarisatie van het sublitorale wilde mosselbestand in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2019. Bureau MarinX en Wageningen Marine Research, MarinX rapport 2019.187.
- Van Zweeden, C, K Troost, D van den Ende en MR van Stralen (2011) Het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen in de waddenzee in het voorjaar van 2011. IMARES rapport C097/12.
- Westinga, E, K Troost, LB Nasimiyu, PE Budde en A Vrieling (2020) Rapid cloud-based temporal compositing of Sentinel-1 radar imagery for epibenthic shellfish inventory. Geaccepteerd voor publicatie in Estuarine, Coastal and Shelf Science.
- Winter, AG, RLH Deits en AE Hosoi (2012) Localized fluidization burrowing mechanics of *Ensis directus*. The Journal of Experimental Biology 215, 2072-2080.

Kwaliteitszorg

CVO beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaat nummer: 268632-2018-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De certificering is uitgevoerd door DNV GL Business Assurance B.V.

Verantwoording

Rapport CVO 21.001
Projectnummer: 4311208021-23

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en hoofd CVO.

Akkoord: Dr. Brenda Walles


Handtekening:



Datum: 5 februari 2021

Akkoord: drs Ingeborg de Boois
Vervangend hoofd Centrum voor Visserijonderzoek

Handtekening:



Datum: 5 februari 2021

Bijlage A. Overzicht gerapporteerde voorlopige schattingen 2020

Tabel A1. Overzicht van de per brief gerapporteerde voorlopige bestandsschattingen, en herziene schattingen. Alle schattingen zijn weergegeven in miljoen kilo. Voor kokkels is dit oogstbaar vleesgewicht aanwezig op 1 september. Voor de overige soorten is het totaal versgewicht (inclusief schelp) in het voorjaar.

Datum	Briefnummer	Gebied(en)	Soort(en)	Schatting (milj.kg)
11-06-2020	2015705-KT-lcs	Waddenzee	Kokkel	6,0
		Oosterschelde	Kokkel	3,9
28-09-2020	2020320.KT.mw	Oosterschelde	Kokkel	0,9
30-09-2020	2020324-MvA-lcs	Oosterschelde	Filipijnse tapijtschelp	12,7
30-10-2020	2029852-KT-lcs	Kustzone	Amerikaanse zwaardschede	565,4
		Kustzone	Halfgeknotte strandschelp	1063,1

Bijlage B. Aangetroffen soorten

Tabel B1. Alle soorten aangetroffen in de kustzone van de Noordzee in 2020, gesorteerd op de Nederlandse naam.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Klasse	N stations aangetroffen (totaal = 774)
Afgeknotte gaper	<i>Mya truncata</i>	Bivalvia	7
Amerikaanse Boormossel	<i>Petricolaria pholadiformis</i>	Bivalvia	8
Amerikaanse strandschelp	<i>Mulinia lateralis</i>	Bivalvia	6
Artemisschelp	<i>Dosinia exoleta</i>	Bivalvia	1
Blauwpootzwemkrab	<i>Liocarcinus depurator</i>	Malacostraca	5
Breedpootkrab	<i>Portumnus latipes</i>	Malacostraca	67
Brokkelster	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Ophiuroidea	10
Draadarmige slangster	<i>Amphiura filiformis</i>	Ophiuroidea	10
Erwtenskrabbetje	<i>Pinnotheres pisum</i>	Malacostraca	6
Gedoornde hartschelp	<i>Acanthocardia echinata</i>	Bivalvia	1
Gemarmerde zwemkrab	<i>Liocarcinus marmoreus</i>	Malacostraca	2
Geplooide zonnenschelp	<i>Gari fervensis</i>	Bivalvia	2
Gevlochten fuikhoorn	<i>Tritia reticulatus</i>	Gastropoda	178
Gewimperde zwemkrab	<i>Liocarcinus navigator</i>	Malacostraca	54
Gewone heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	Malacostraca	201
Gewone papierschelp	<i>Thracia phaseolina</i>	Bivalvia	1
Gewone slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	Ophiuroidea	505
Gewone tapijtschelp (inheems)	<i>Venerupis corrugata</i>	Bivalvia	37
Gewone zeeappel	<i>Psammechinus miliaris</i>	Echinoidea	6
Gewone zwemkrab	<i>Liocarcinus holsatus</i>	Malacostraca	506
Glanzende tepelhoren	<i>Euspira nitida</i>	Gastropoda	31
Grijze zwemkrab	<i>Liocarcinus vernalis</i>	Malacostraca	94
Grof geribde fuikhoorn	<i>Tritia nitidus</i>	Gastropoda	78
Grote strandschelp	<i>Mactra stultorum</i>	Bivalvia	16
Grote tepelhoren	<i>Euspira catena</i>	Gastropoda	135
Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	Bivalvia	334
Helmkrab	<i>Corystes cassivelaunus</i>	Malacostraca	156
Hemigrapsus (spec.)	<i>Hemigrapsus (spec.)</i>	Malacostraca	6
Hooiwagenkrab (spec.)	<i>Macropodia (spec.)</i>	Malacostraca	4
Japanse oester	<i>Crassostrea gigas</i>	Bivalvia	2
Kamster	<i>Astropecten irregularis</i>	Asteroidea	89
Kleine heremietkreeft	<i>Diogenes pugilator</i>	Malacostraca	247
Kleine kiezelkrab	<i>Ebalia cranchii</i>	Malacostraca	1
Kleine slangster	<i>Ophiura albida</i>	Ophiuroidea	179
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Bivalvia	5
Kwalvlo	<i>Hyperia galba</i>	Malacostraca	1
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Bivalvia	13
Muiltje	<i>Crepidula fornicata</i>	Gastropoda	38
Nagelkrab	<i>Thia scutellata</i>	Malacostraca	175

Nederlandse naam (vervolg)	Wetenschappelijke naam	Klasse	N stations
Nonnetje	<i>Limecola balthica</i>	Bivalvia	177
Noordzeekrab	<i>Cancer pagurus</i>	Malacostraca	1
Noorse hartschelp	<i>Laevicardium crassum</i>	Bivalvia	3
Otterschelp	<i>Lutraria lutraria</i>	Bivalvia	228
Ovaal zeeklitschelpje	<i>Tellimya ferruginosa</i>	Bivalvia	3
Ovale strandschelp	<i>Spisula elliptica</i>	Bivalvia	91
Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	Bivalvia	1
Pokken (spec.)	<i>Balanoidea</i>	Maxillopoda	1
Prismatische dunschaal	<i>Abra prismatica</i>	Bivalvia	10
Rechtsgestreepte platschelp	<i>Fabulina fabula</i>	Bivalvia	254
Sabelschede	<i>Phaxas pellucidus</i>	Bivalvia	4
Stevige strandschelp	<i>Spisula solida</i>	Bivalvia	87
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Bivalvia	16
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	Malacostraca	90
Tapijtschelp (exoot)	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Bivalvia	1
Tere hartschelp	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	Bivalvia	1
Tere platschelp	<i>Macomangulus tenuis</i>	Bivalvia	104
Venusschelp	<i>Chamelea striatula</i>	Bivalvia	334
Witte boormossel	<i>Barnea candida</i>	Bivalvia	1
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	Bivalvia	202
Wulk	<i>Buccinum undatum</i>	Gastropoda	1
Zaagje	<i>Donax vittatus</i>	Bivalvia	339
Zakpijpen	<i>Asciadiacea</i>	Asciadiacea	2
Zeeanemonen	<i>Actiniaria</i>	Anthozoa	253
Zeester	<i>Asterias rubens</i>	Asteroidea	125
Zwaardschedes (spec.)	<i>Ensis (spec.)</i>	Bivalvia	517

Tabel B2. Alle soorten aangetroffen in de Nederlandse Waddenzee in 2020, gesorteerd op de Nederlandse naam.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Klasse	N stations aangetroffen (totaal =1302)
Alikruik	<i>Littorina littorea</i>	Gastropoda	159
Amerikaanse Boormossel	<i>Petricola pholadiformis</i>	Bivalvia	4
Amerikaanse strandschelp	<i>Mulinia lateralis</i>	Bivalvia	18
Brokkelster	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Echinodermata	3
Erwtenkrabbetje	<i>Pinnotheres pisum</i>	Arthropoda	1
Filipijnse tapijtschelp	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Bivalvia	1
Gewone slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	Echinodermata	7
Glanzende dunschaal	<i>Abra nitida</i>	Bivalvia	2
Heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	Arthropoda	2
Japane oester	<i>Crassostrea gigas</i>	Bivalvia	91
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Bivalvia	567
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Bivalvia	245
Muiltje (Slipper)	<i>Crepidula fornicata</i>	Gastropoda	30
Nonnetje	<i>Limecola balthica</i>	Bivalvia	751
Penseelkrab/blaasjeskrab	<i>Hemigrapsus (spec.)</i>	Arthropoda	46
Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	Bivalvia	90
Pokken (spec.)	<i>Balanoidea</i>	Arthropoda	149
Rechtsgestreepte platschelp	<i>Fabulina fabula</i>	Bivalvia	1
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Bivalvia	398
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	Arthropoda	267
Tapijtschelp (inheems)	<i>Venerupis corrugata</i>	Bivalvia	4
Tere dunschaal	<i>Abra tenuis</i>	Bivalvia	15
Tere platschelp	<i>Macomangulus tenuis</i>	Bivalvia	10
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	Bivalvia	3
Zeester	<i>Asterias rubens</i>	Echinodermata	7
Zwaardschedes (spec.)	<i>Ensis (spec.)</i>	Bivalvia	190

Tabel B3. Alle soorten aangetroffen in de deltawateren (Oosterschelde, Westerschelde, Veerse meer en Grevelingenmeer) in 2020, gesorteerd op de Nederlandse naam.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Klasse	Op N stations aangetroffen			
			Ooster- schelde (555)	Wester- schelde (276)	Veerse meer (212)	Greve- lingenmeer (211)
Alikruik	<i>Littorina littorea</i>	Gastropoda	84		7	11
Amerikaanse boormossel	<i>Petricola pholadiformis</i>	Bivalvia	3	1		2
Amerikaanse	<i>Urosalpinx cinerea</i>	Gastropoda	3			
Amerikaanse strandschelp	<i>Mulinia lateralis</i>	Bivalvia	1	11		1
Amerikaanse venusschelp	<i>Mercenaria mercenaria</i>	Bivalvia	1			
Anemonen (order)	<i>Actinaria</i>	Cnidaria				18
Asgrauwe Tolhoren	<i>Gibbula cineraria</i>	Gastropoda	3			2
Aziatische korfschelp	<i>Potamocorbula amurensis</i>	Bivalvia		4		
Bonte mantel	<i>Mimachlamys varia</i>	Bivalvia				2
Brakwaterkokkel	<i>Cerastoderma glaucum</i>	Bivalvia	2		13	6
Brokkelster	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Echinodermata	1			
Filipijnse tapijtschelp	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Bivalvia	144	13	116	110
Fuikhorens (spec.)	<i>Nassarius (spec.)</i>	Gastropoda	27		110	37
Gewimperde zwemkrab	<i>Liocarcinus navigator</i>	Arthropoda	5		1	5
Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	Bivalvia		4		
Harig porseleinkrabbetje	<i>Porcellana platycheles</i>	Arthropoda	32			6
Heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	Arthropoda	5			
Hooiwagenkrab (spec.)	<i>Macropodia</i>	Arthropoda	8			
Japanse oester	<i>Crassostrea gigas</i>	Bivalvia	70	2	53	62
Japanse oesterboorder	<i>Ocenebra inornata</i>	Gastropoda	35			8
Keverslak	<i>Lepidochitona cinereus</i>	Gastropoda	5			
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Bivalvia	277	73	12	39
Korfschelp	<i>Corbula gibba</i>	Bivalvia	1		3	1
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Bivalvia	27	1	54	53
Muiltje (Slipper)	<i>Crepidula fornicata</i>	Gastropoda	62		37	60
Nonnetje	<i>Limecola balthica</i>	Bivalvia	139	137	4	6
Paardenzadel	<i>Anomia ephippium</i>	Bivalvia				1
Penseelkrab/blaasjeskrab	<i>Hemigrapsus (spec.)</i>	Arthropoda	58	2	93	70
Platte oester	<i>Ostrea edulis</i>	Bivalvia	20		8	50
Purperslak	<i>Nucella lapillus</i>	Gastropoda	4			1
Rechtsgestreepte	<i>Fabulina fabula</i>	Bivalvia	5	1		3
Schaalhoren	<i>Patella vulgata</i>	Gastropoda	14			
Scrobicularia plana	<i>Scrobicularia plana</i>	Bivalvia	49	70	23	
Slangsterren (spec.)	<i>Ophiura (spec.)</i>	Echinodermata	8	1		1
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Bivalvia	23	5	79	31
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	Arthropoda	134	6	24	20
Streepshelpen (spec.)	<i>Musculus (spec.)</i>	Bivalvia	1			1
Tapijtschelp (inheems)	<i>Venerupis corrugata</i>	Bivalvia	1		1	15
Tere dunschaal	<i>Abra tenuis</i>	Bivalvia	12	14		19
Tere hartschelp	<i>Acanthocardia</i>	Bivalvia				4
Tere platschelp	<i>Macomangulus tenuis</i>	Bivalvia				1
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	Bivalvia		2		4
Zeeappel	<i>Psammechinus miliaris</i>	Echinodermata	3			9
Zeester	<i>Asterias rubens</i>	Echinodermata	1			
Zwaardschedes (spec.)	<i>Ensis (spec.)</i>	Bivalvia	25	4	12	21

Bijlage C. Kaarten Kustzone

Overzicht:

Figuur C1. grote zwaardschedes (*Ensis* sp.).

Figuur C2. kleine zwaardschedes (*Ensis* sp.).

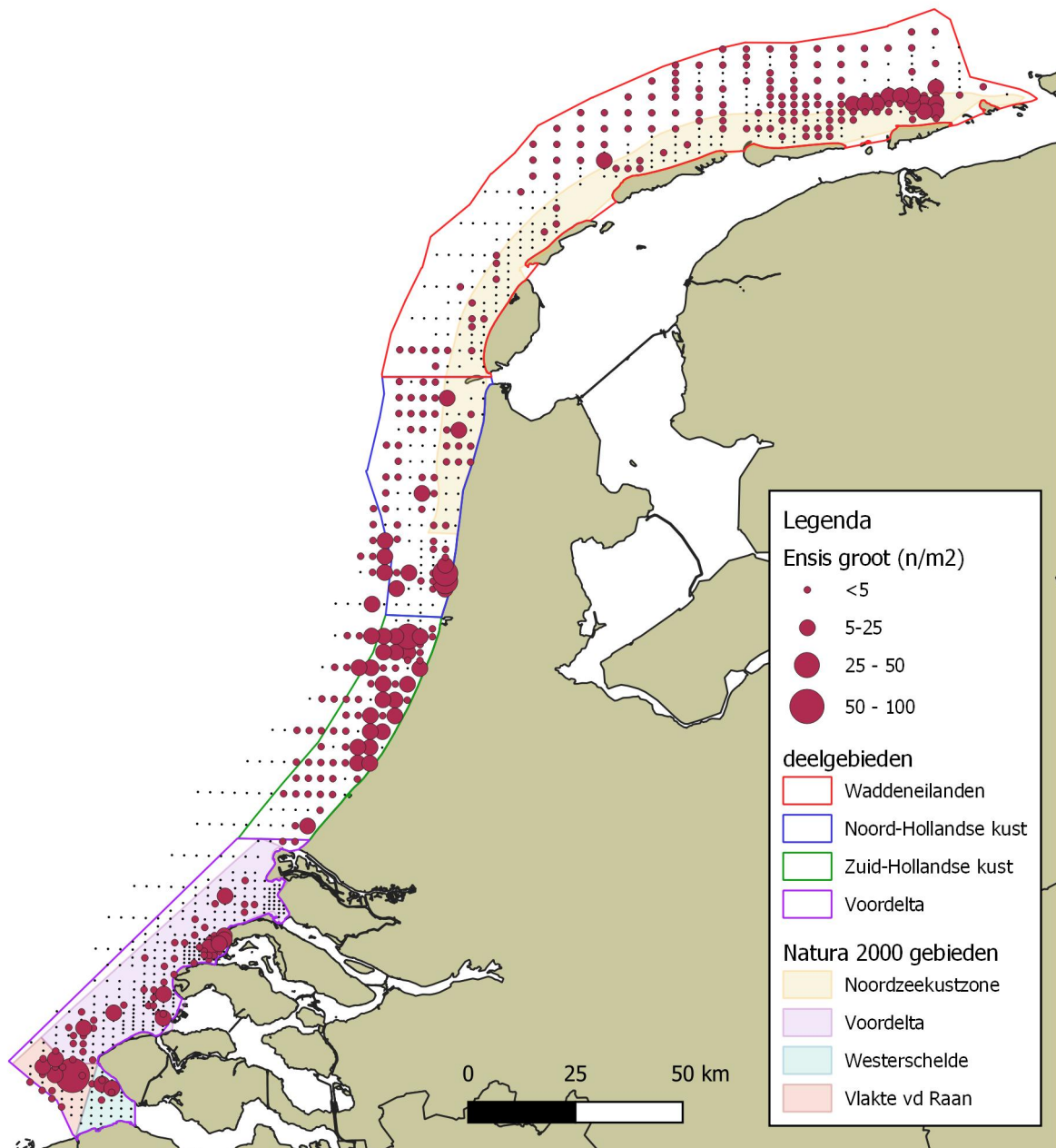
Figuur C3. grote halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*).

Figuur C4. kleine halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*).

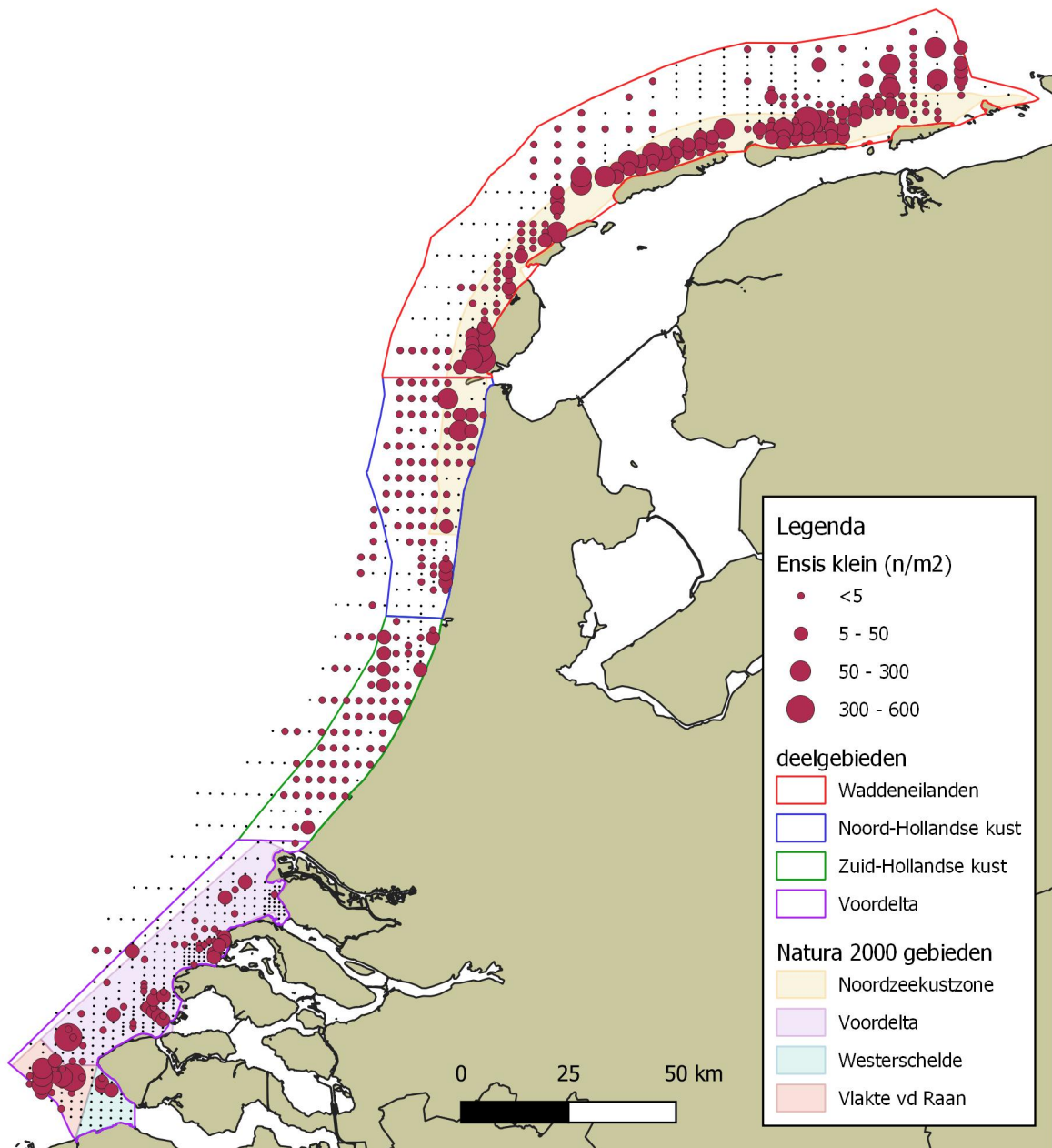
Figuur C5. otterschelpen (*Lutraria lutraria*).

Figuur C6. venusschelpen (*Chamelea striatula*).

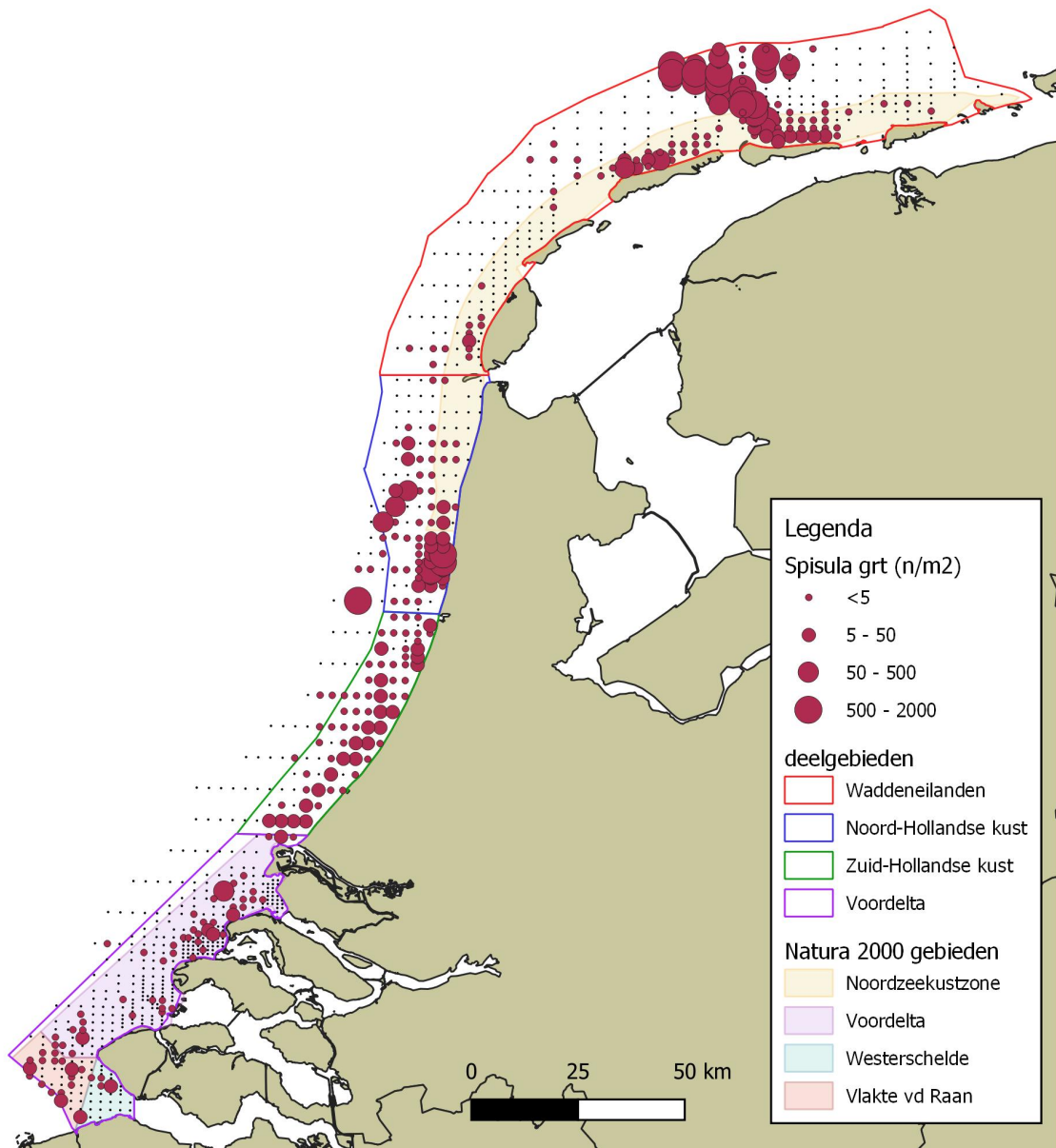
Figuur C7. zaagjes (*Donax vittatus*).



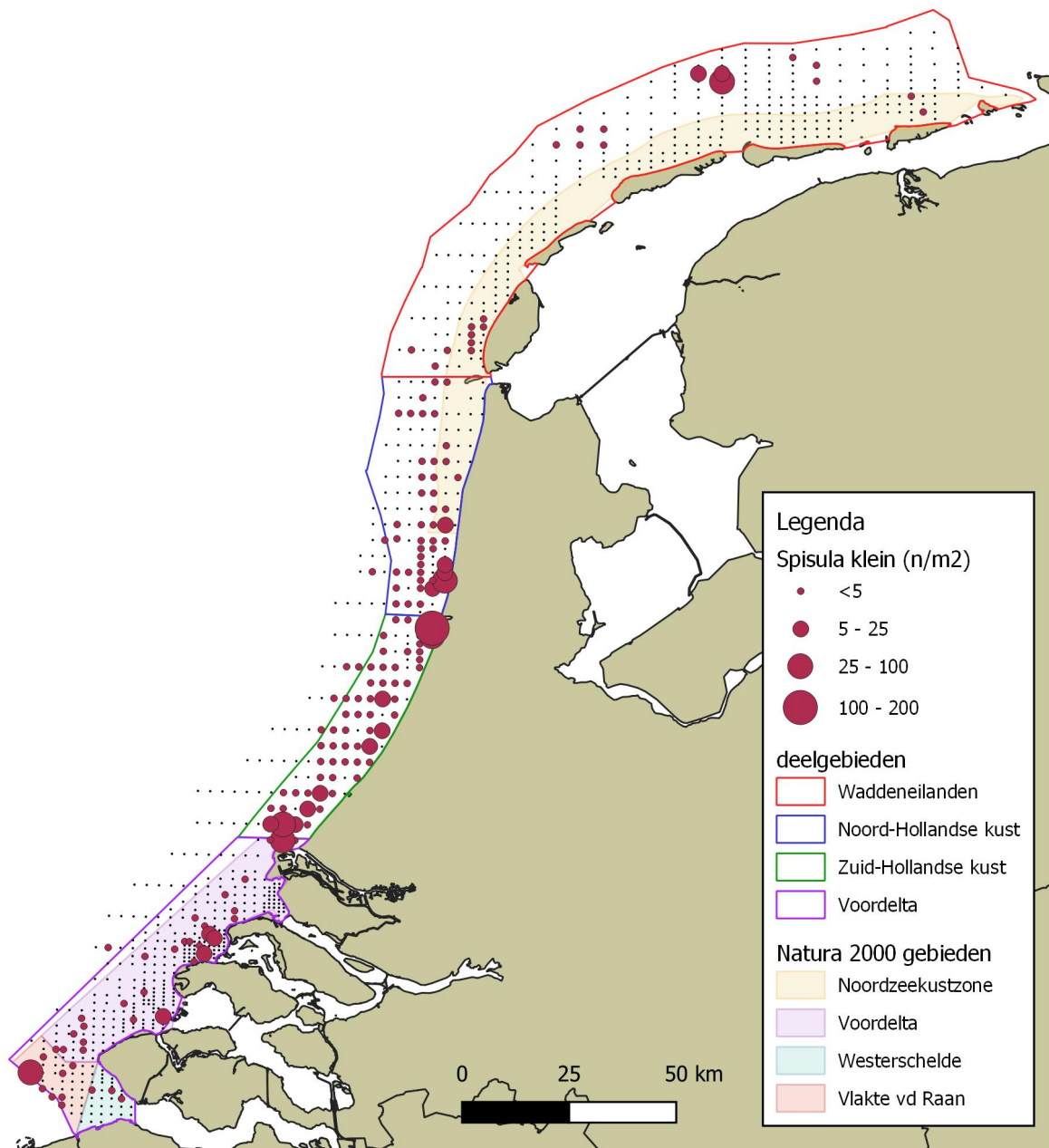
Figuur C1. Verspreiding van grote exemplaren van zwaardschedes (*Ensis sp.*) in de kustzone in 2020.



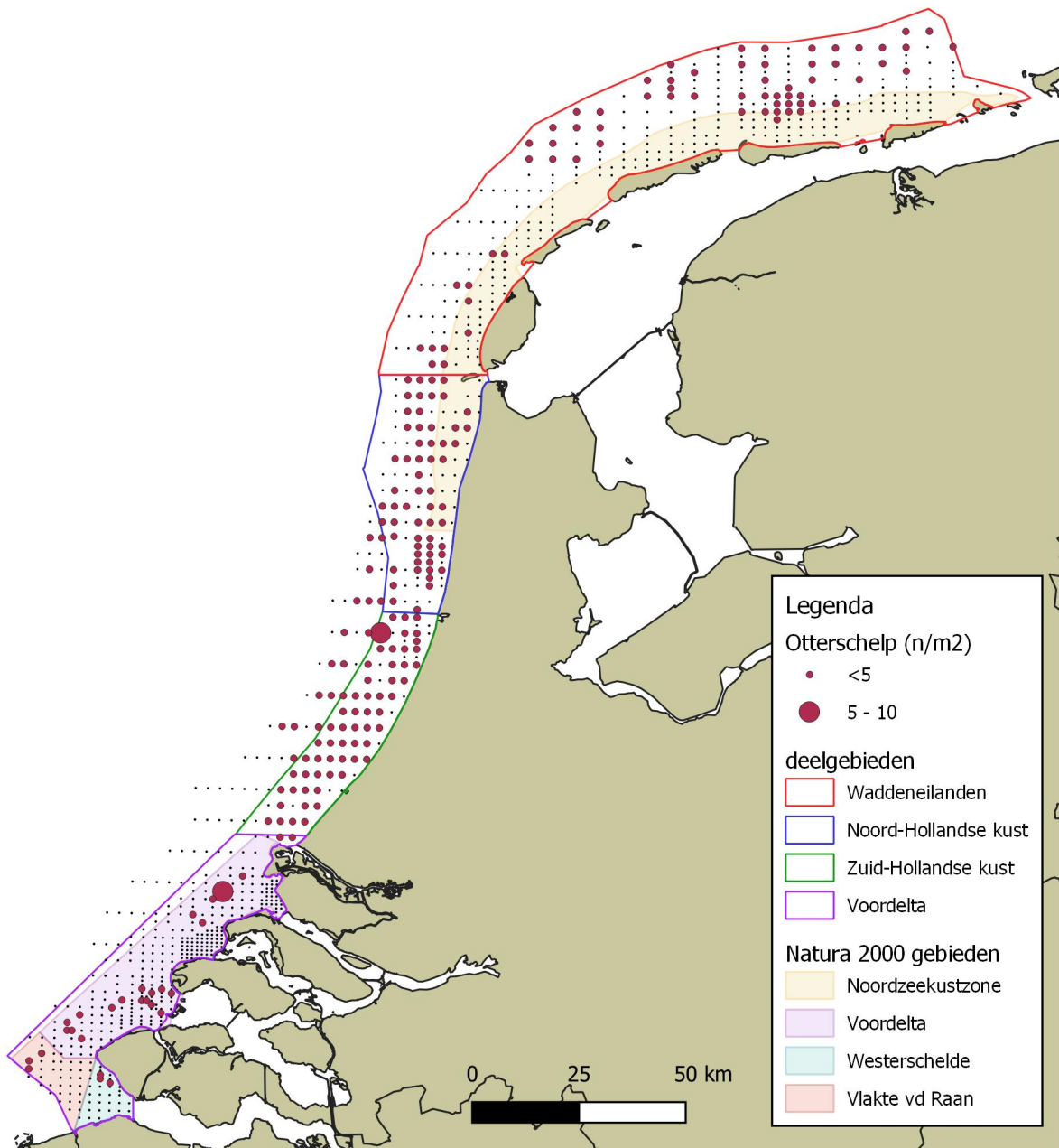
Figuur C2. Verspreiding van kleine exemplaren zwaardschedes (*Ensis* sp.) in de kustzone in 2020.



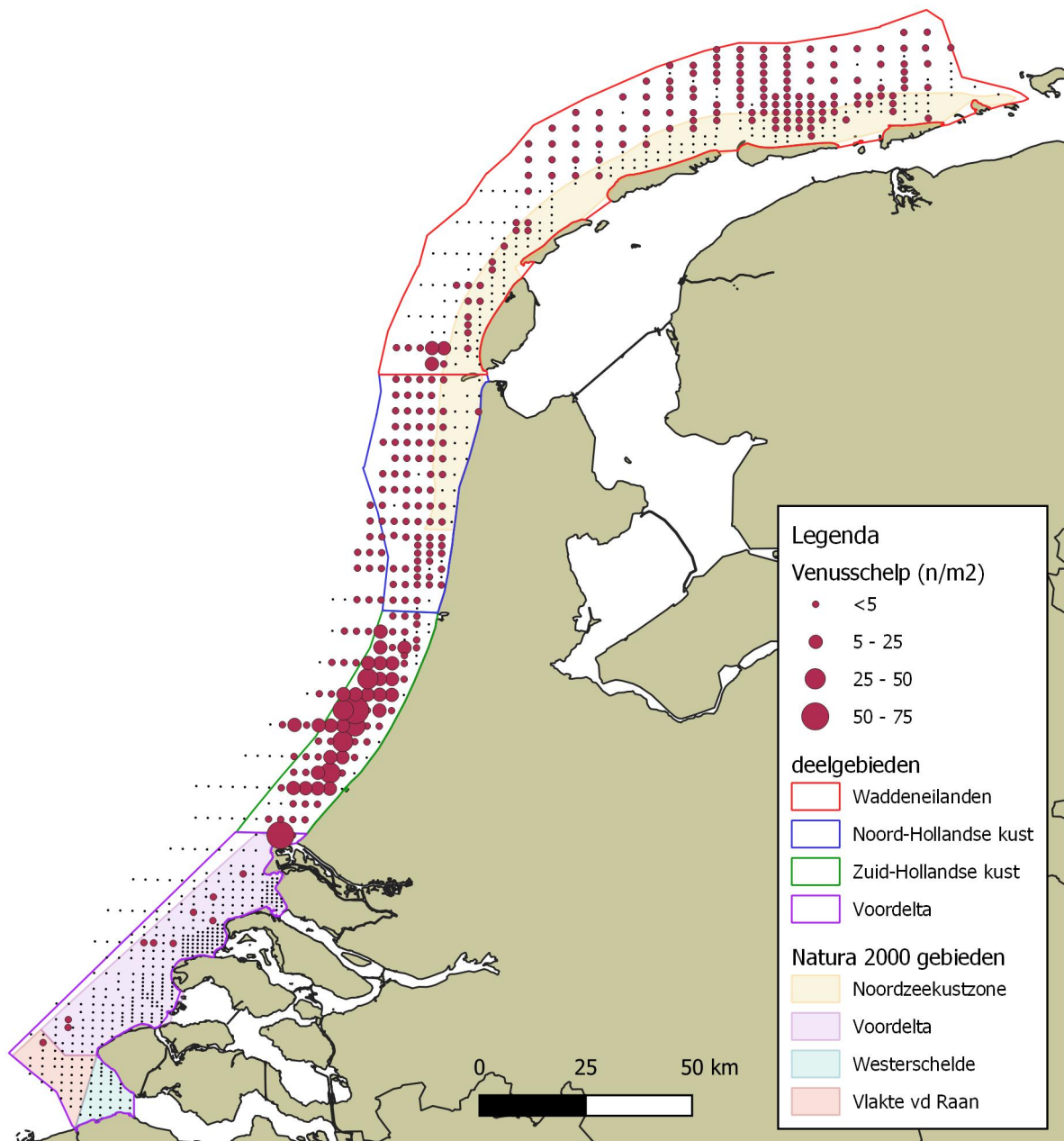
Figuur C3. Verspreiding van grote halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) in de kustzone in 2020.



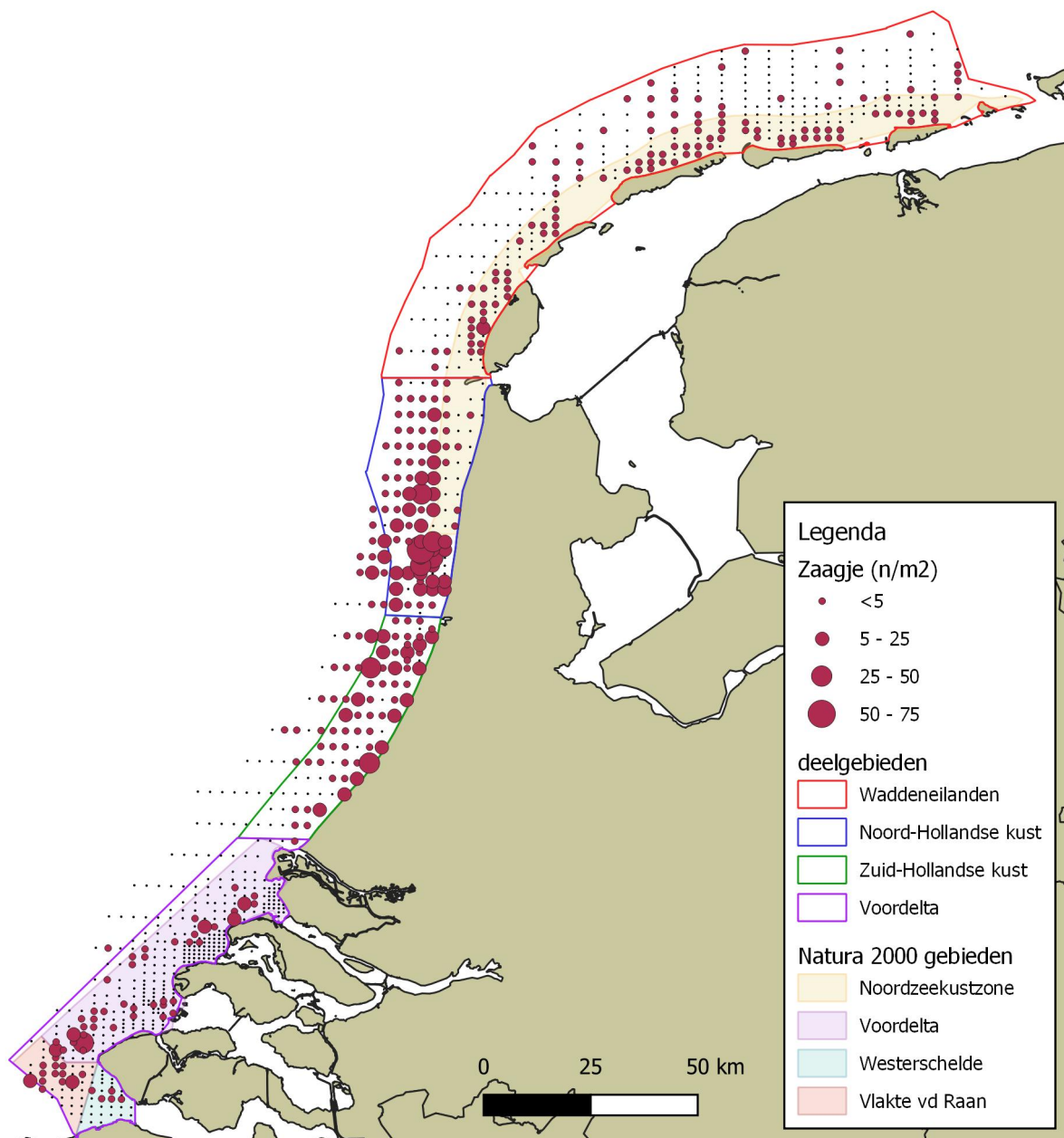
Figuur C4. Verspreiding van kleine halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) in de kustzone in 2020.



Figuur C5. Verspreiding van otterschelpen (*Lutraria lutraria*) in de kustzone in 2020.



Figuur C6. Verspreiding van venusschelpen (*Chamelea striatula*) in de kustzone in 2020.



Figuur C7. Verspreiding van zaagjes (*Donax vittatus*) in de kustzone in 2020.

Bijlage D. Kaarten Waddenzee

Overzicht:

Droogvallende schelpdierbanken

Figuur D1. omgeving Balgzand en Texel (Mokbaai).

Figuur D2. omgeving Vlieland en Terschelling.

Figuur D3. omgeving Ameland en Schiermonnikoog.

Figuur D4. onder de Rottums en in de Eems-Dollard.

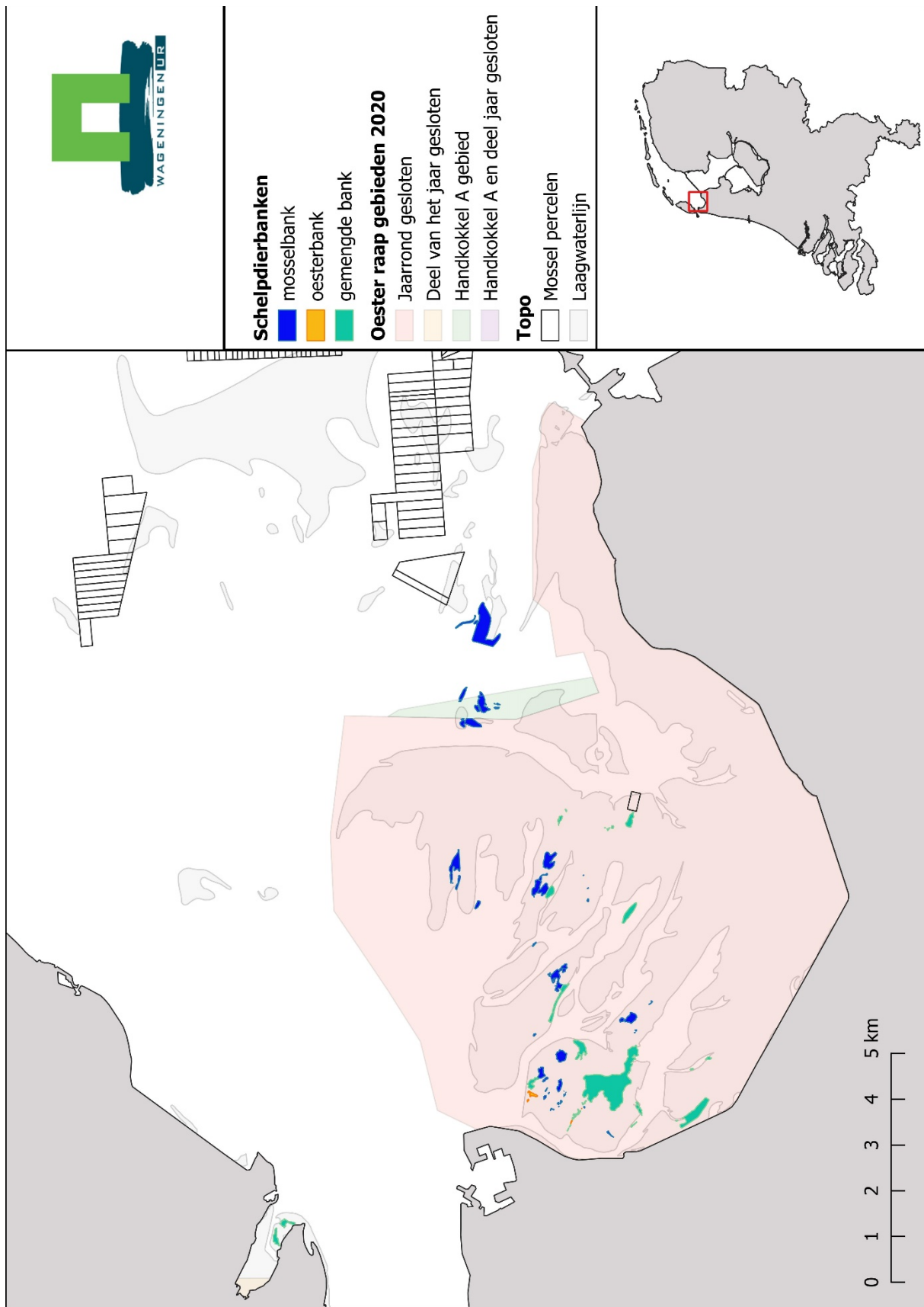
Kokkels

Figuur D5. Dichtheid in de westelijke Waddenzee.

Figuur D6. Biomassa in de westelijke Waddenzee.

Figuur D7. Dichtheid in de oostelijke Waddenzee.

Figuur D8. Biomassa in de oostelijke Waddenzee.



Figuur D1. Droogvallende schelpdierbanken in omgeving Balgzand en Texel (Mokbaai) in 2020.

Schelpdierbanken

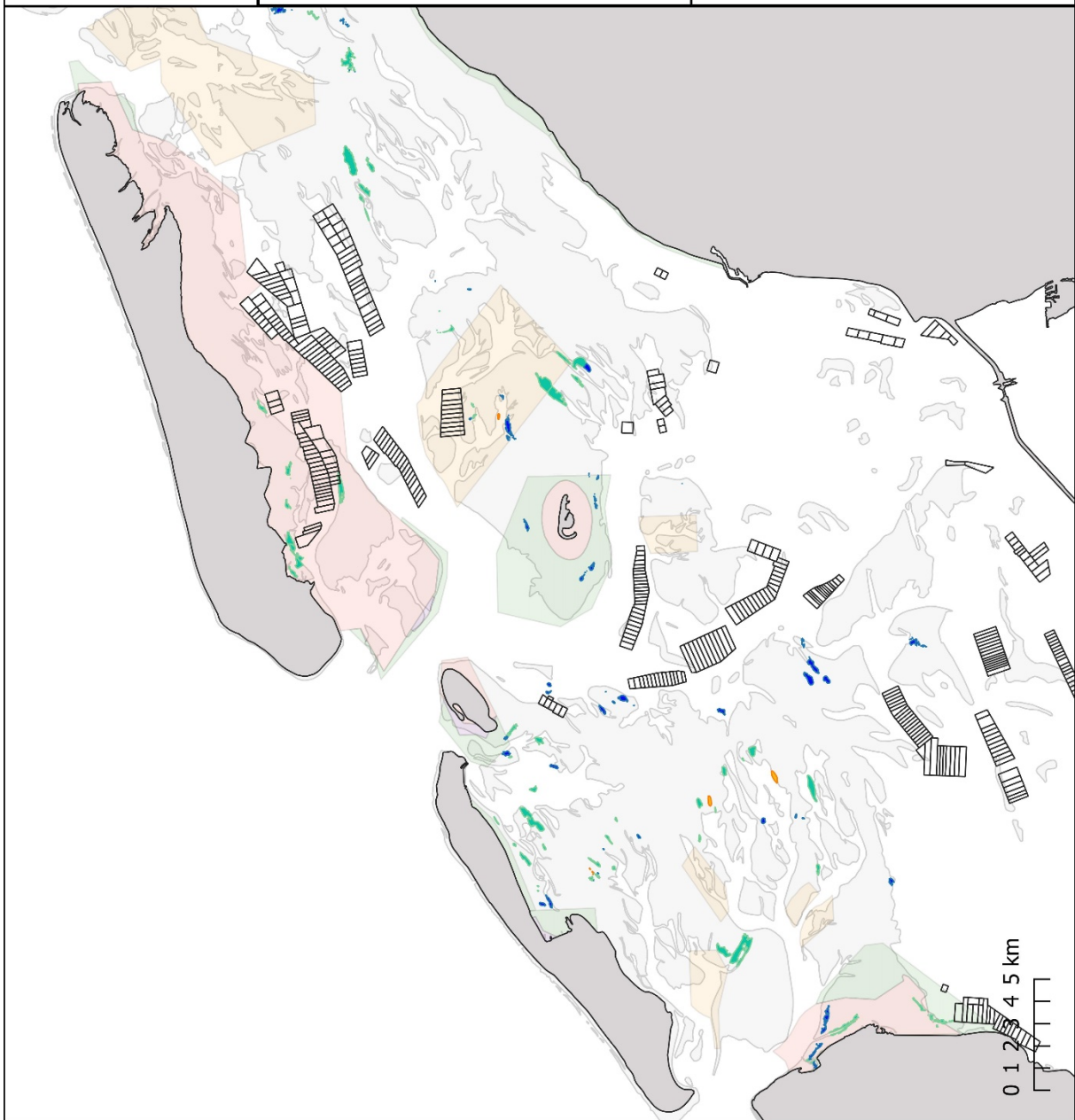
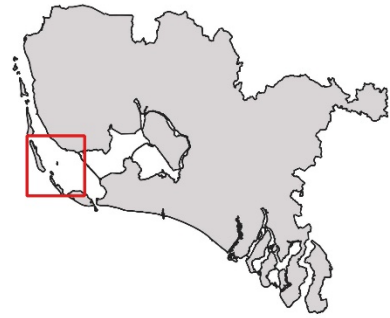
- mosselbank
- oesterbank
- gemengde bank

Oester raap gebieden 2020

- Jaarrond gesloten
- Deel van het jaar gesloten
- Handkokkel A gebied
- Handkokkel A en deel jaar gesloten

Topo

- Mossel percelen
- Laagwaterlijn



Figuur D2. Droogvallende schelpdierbanken in de Waddenzee onder Vlieland en Terschelling in 2020.

Schelpdierbanken

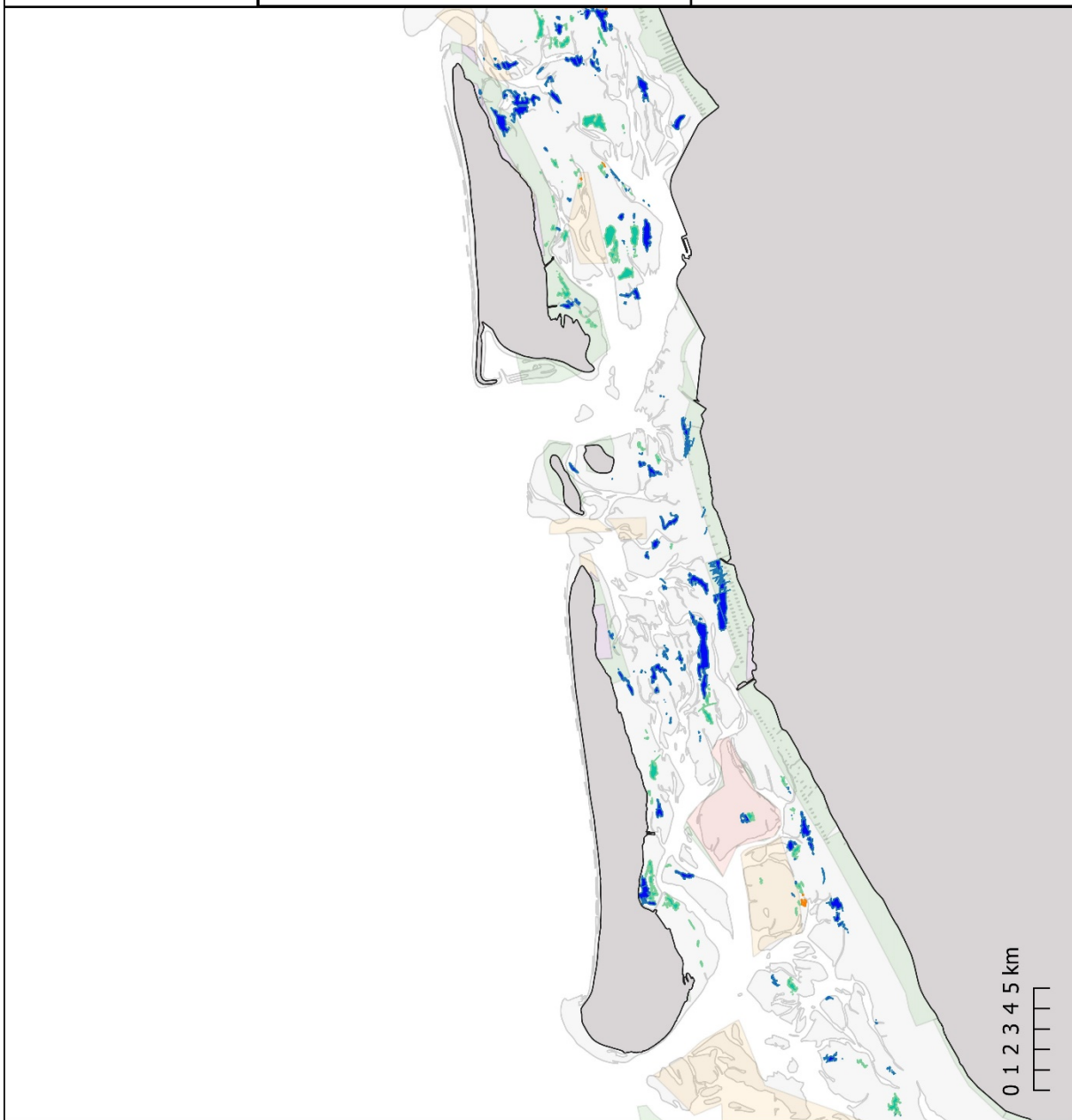
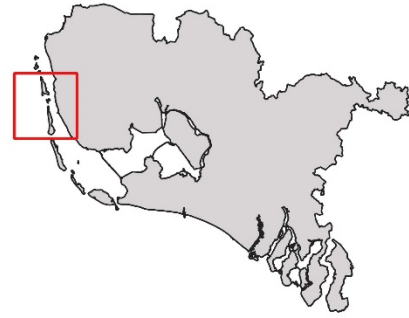
- mosselbank
- oesterbank
- gemengde bank

Oester raap gebieden 2020

- Jaarrond gesloten
- Deel van het jaar gesloten
- Handkokkel A gebied
- Handkokkel A en deel jaar gesloten

Topo




- Mossel percelen
- Laagwaterlijn







Figuur D3. Droogvallende schelpdierbanken in de Waddenzee onder Ameland en Schiermonnikoog in 2020.



Schelpdierbanken

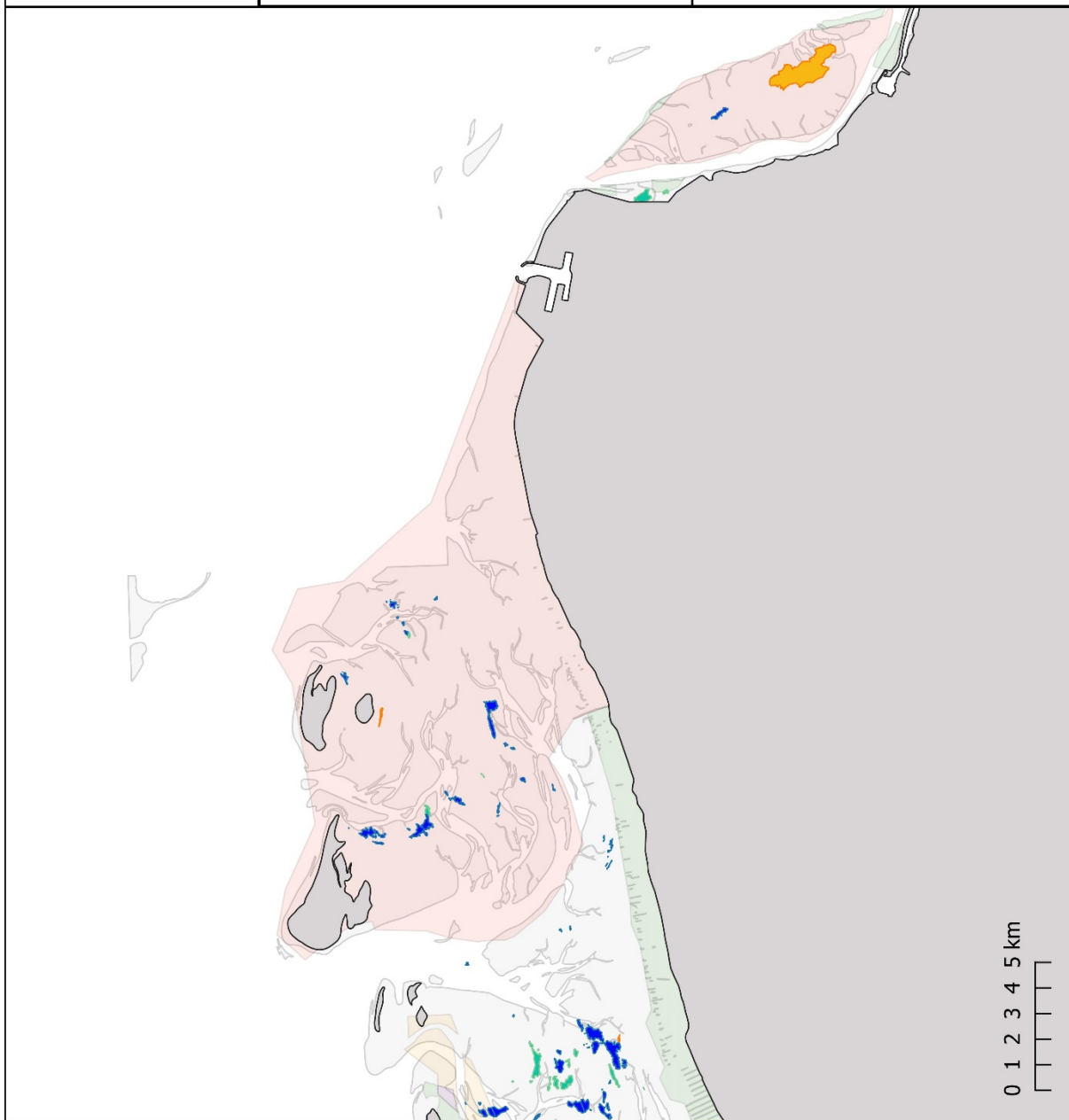
-  mosselbank
-  oesterbank
-  gemengde bank

Oester raap gebieden 2020

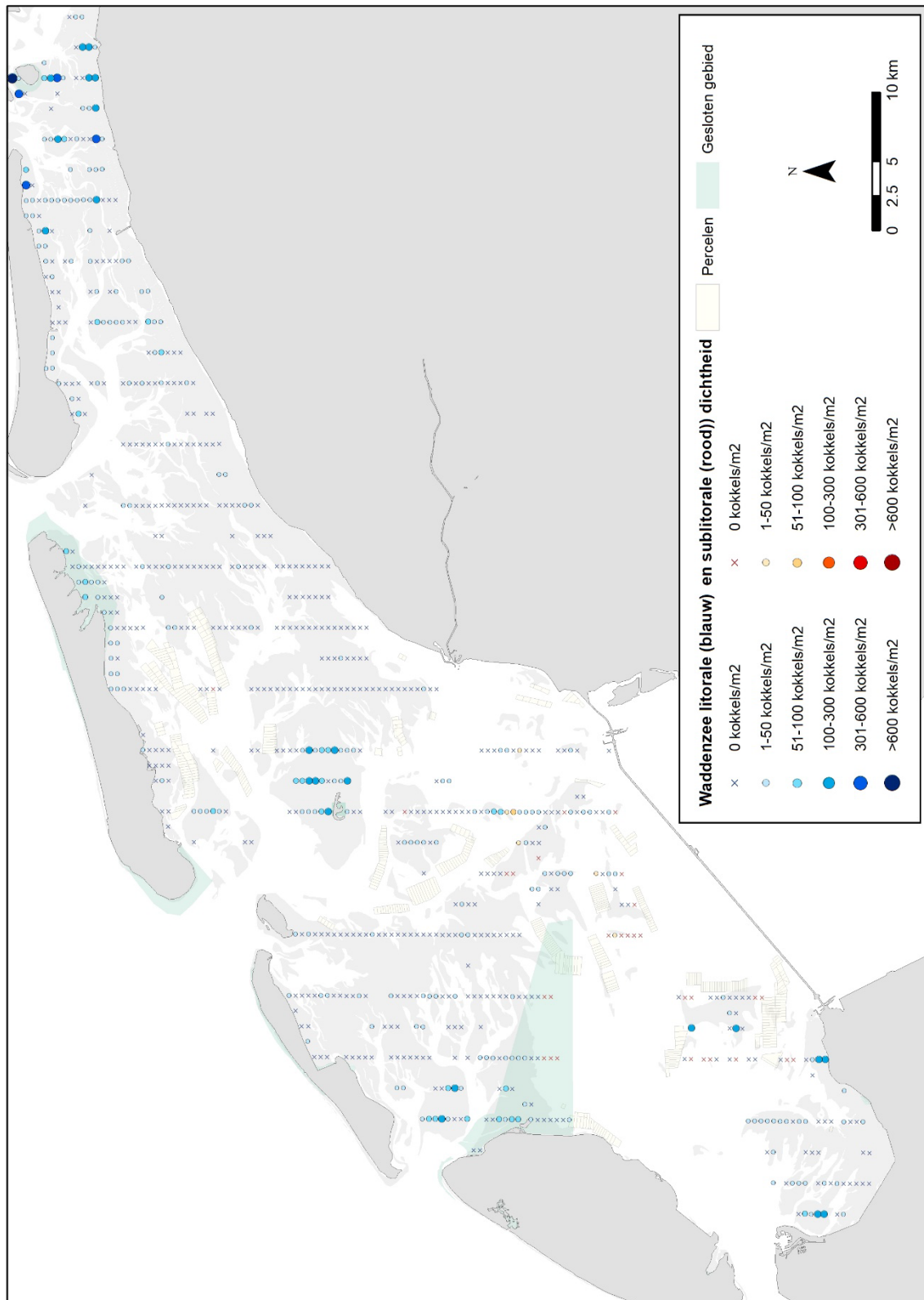
-  Jaarrond gesloten
-  Deel van het jaar gesloten
-  Handkokkel A gebied
-  Handkokkel A en deel jaar gesloten

Topo

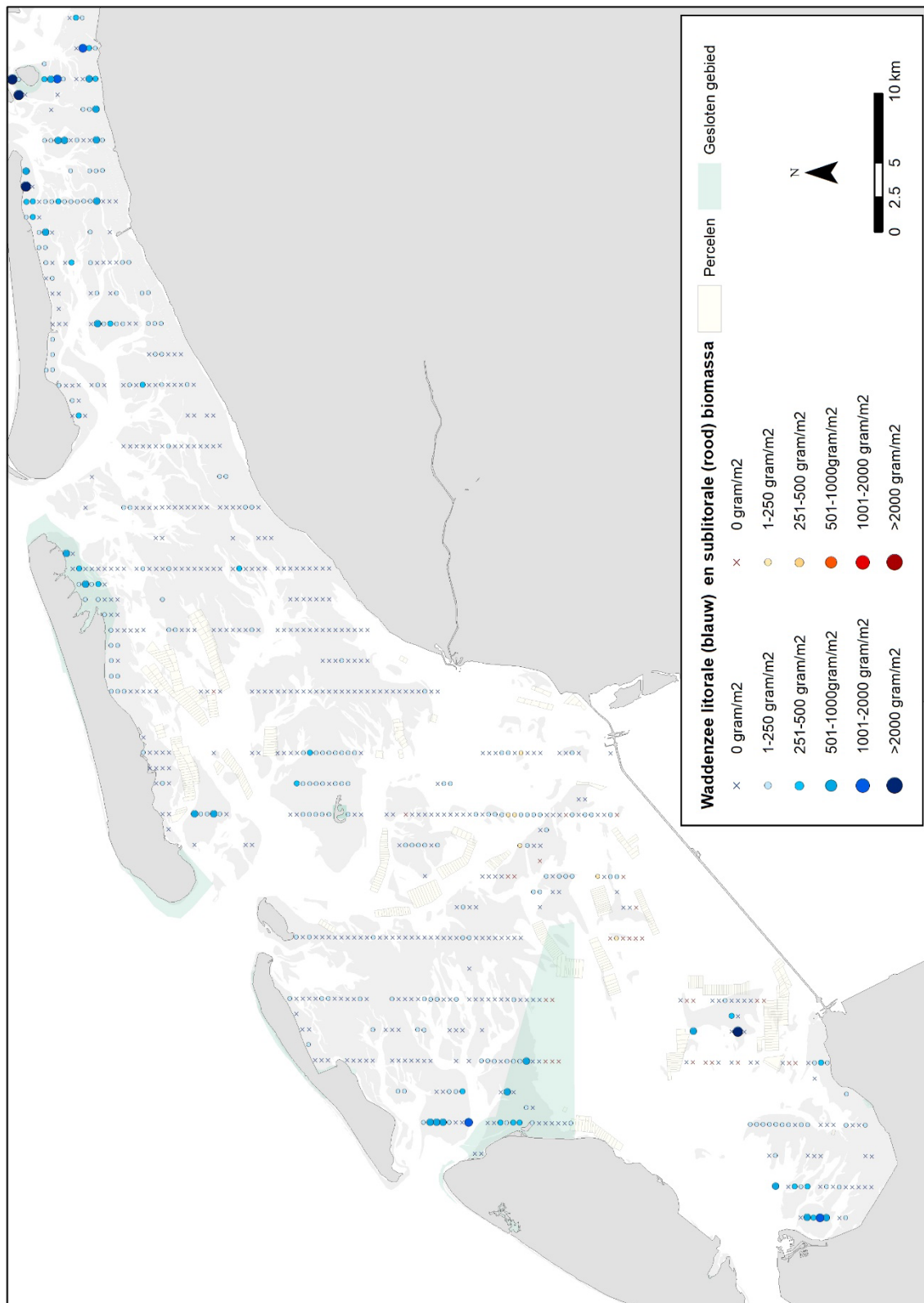
-  Mossel percelen
-  Laagwaterlijn



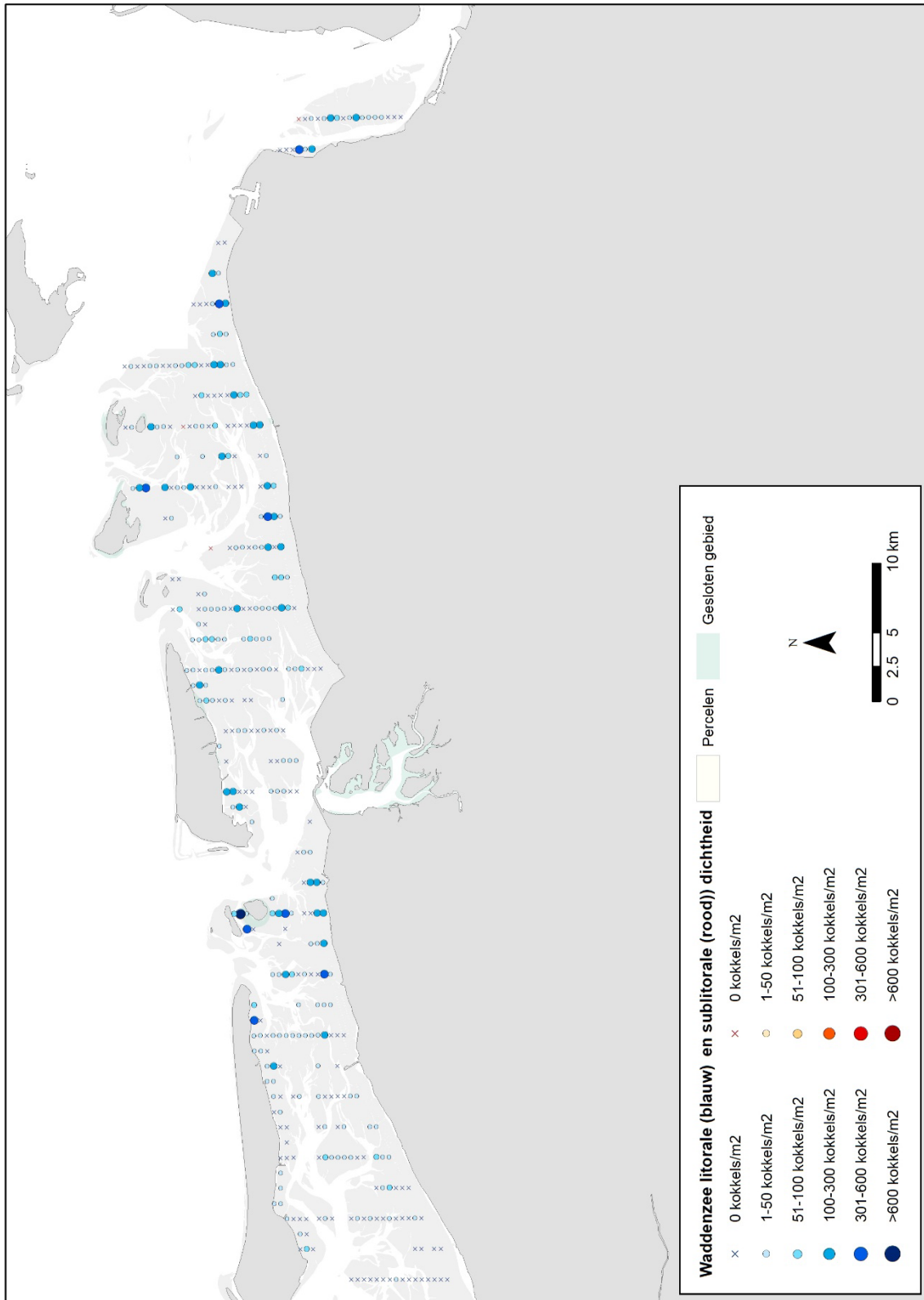
Figuur D4. Droogvallende schelpdierbanken in de Waddenzee onder de Rottums en in de Eems-Dollard in 2020.



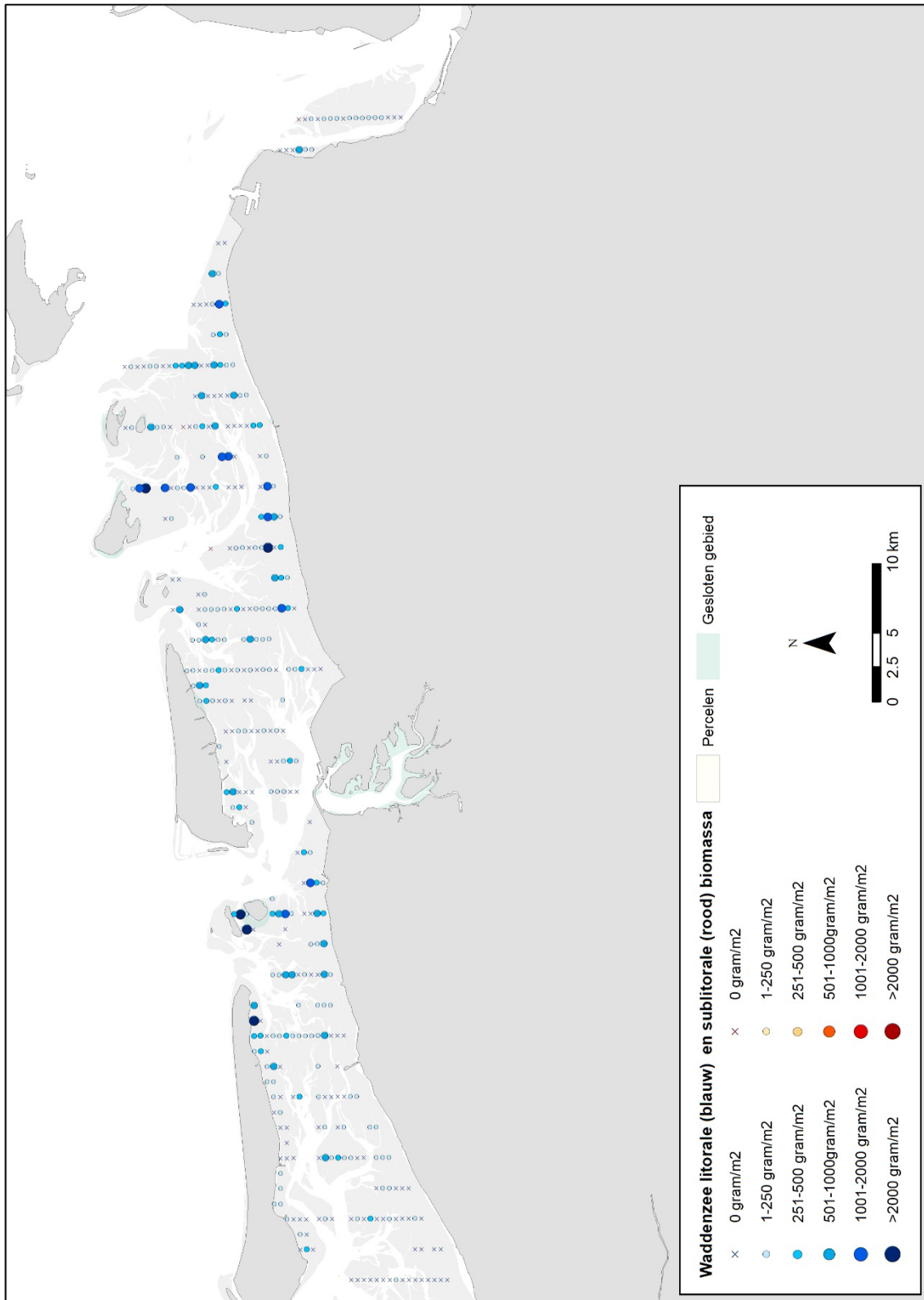
Figuur D5. Dichtheid van kokkels in de westelijke Waddenzee (inclusief enkele punten in het ondiepe sublitoraal) in 2020.



Figuur D6. Biomassa van kokkels in de westelijke Waddenzee (inclusief enkele punten in het ondiepe sublitoraal) in 2020.



Figuur D7. Dichtheid van kokkels in de oostelijke Waddenzee (inclusief enkele punten in het ondiepe sublitoraal) in 2020.



Figuur D8. Biomassa van kokkels in de oostelijke Waddenzee (inclusief enkele punten in het ondiepe sublitoraal) in 2020.

Bijlage E. Kaarten Deltawateren

Overzicht:

Schelpdierbanken op droogvallende platen

Figuur E1. Oosterschelde, deelgebied 'Monding'.

Figuur E2. Oosterschelde, deelgebied 'Midden'.

Figuur E3. Oosterschelde, deelgebied 'Kom'.

Figuur E4. Oosterschelde, deelgebied 'Noordtak'.

Figuur E5. Westerschelde, omgeving Sloehaven-Borssele.

Figuur E6. Westerschelde, omgeving Ossensisse.

Kokkels

Figuur E7. Dichtheid van kokkels op de droogvallende platen van de Oosterschelde.

Figuur E8. Biomassa van kokkels op de droogvallende platen van de Oosterschelde.

Figuur E9. Dichtheid van kokkels op de droogvallende platen van de Westerschelde.

Figuur E10. Biomassa van kokkels op de droogvallende platen van de Westerschelde.

Figuur E11. Dichtheid en biomassa van kokkels in het Veerse meer.

Figuur E12. Dichtheid en biomassa van kokkels in het Grevelingenmeer.

Japanse oesters

Figuur E13. Dichtheid en biomassa in het Veerse meer.

Figuur E14. Dichtheid en biomassa in het Grevelingenmeer.

Mosselen

Figuur E15. Dichtheid en biomassa in het Veerse meer.

Figuur E16. Dichtheid en biomassa in het Grevelingenmeer.

Filipijnse tapijtschelpen

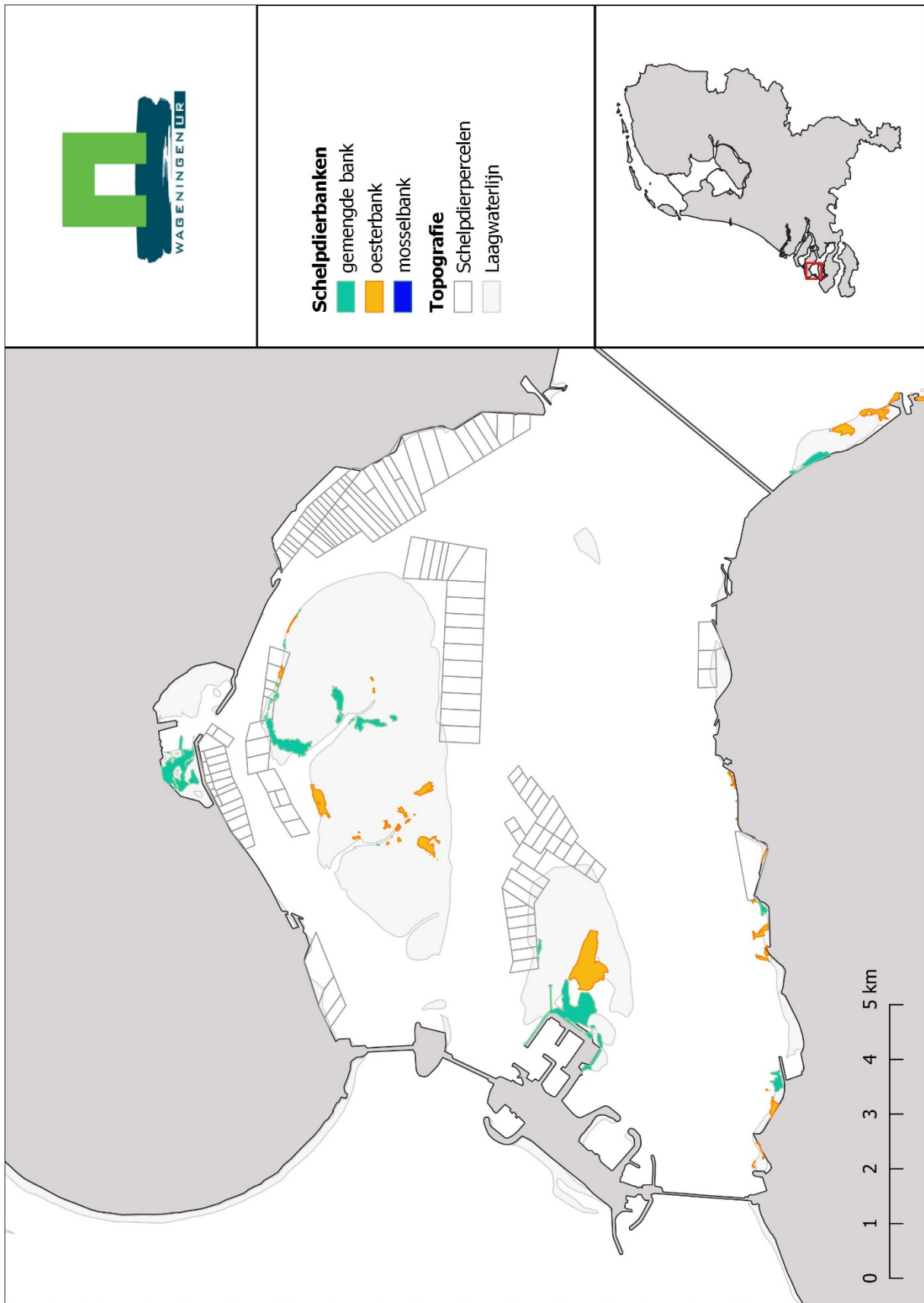
Figuur E17. Dichtheid en biomassa in de Oosterschelde.

Figuur E18. Dichtheid en biomassa in het Veerse meer.

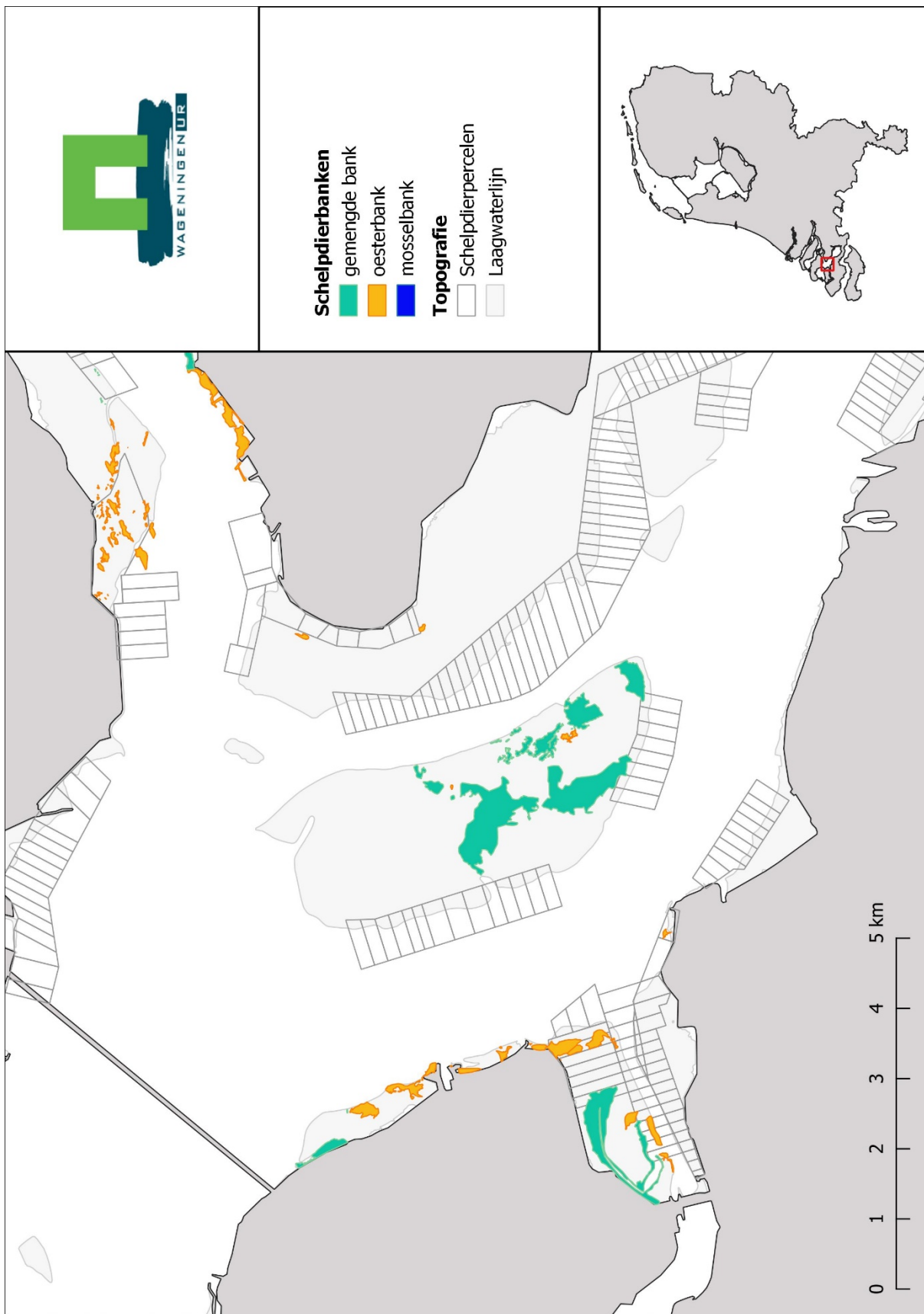
Figuur E19. Dichtheid en biomassa in het Grevelingenmeer.

Platte oesters

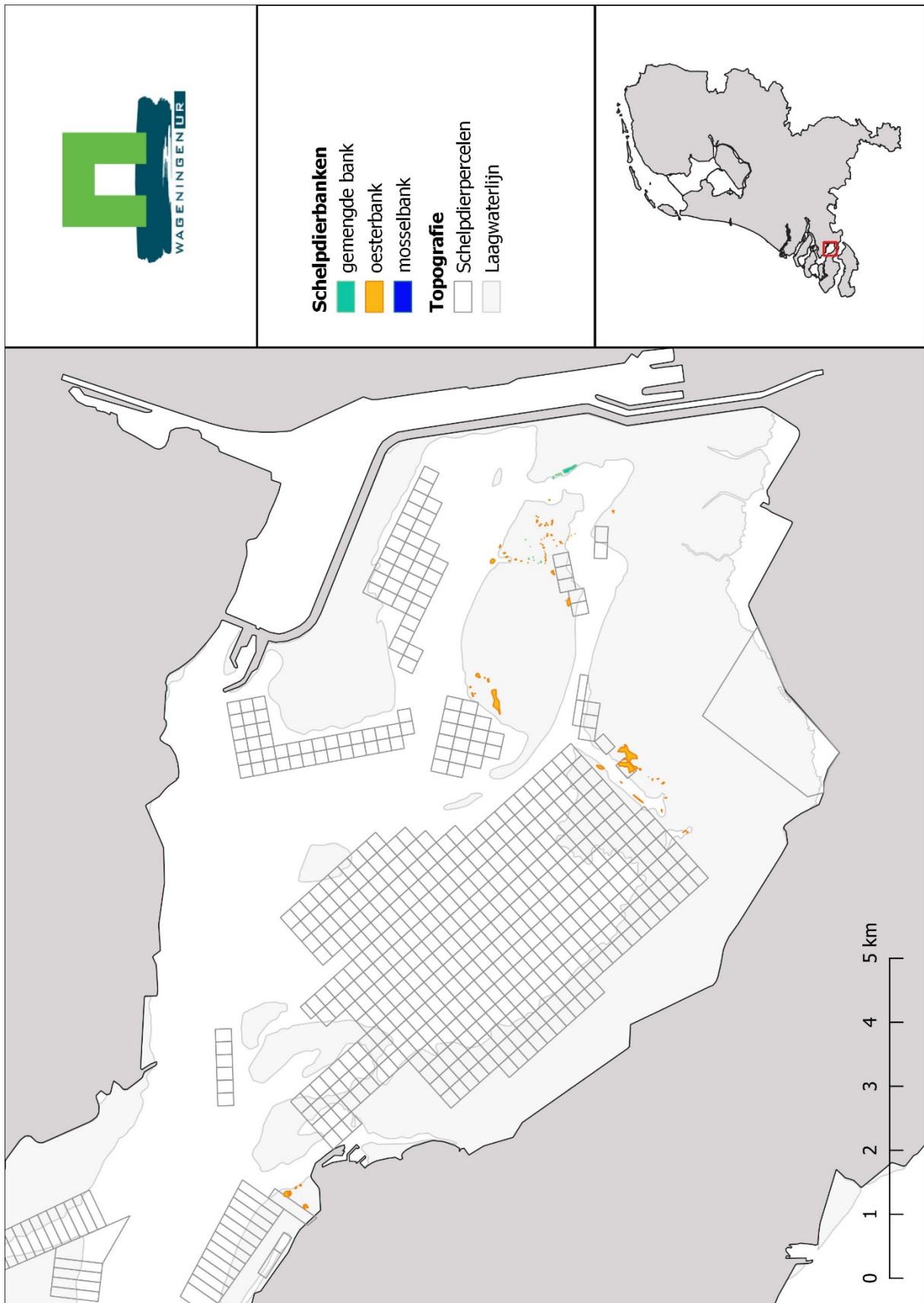
Figuur E20. Dichtheid en biomassa in het Grevelingenmeer.



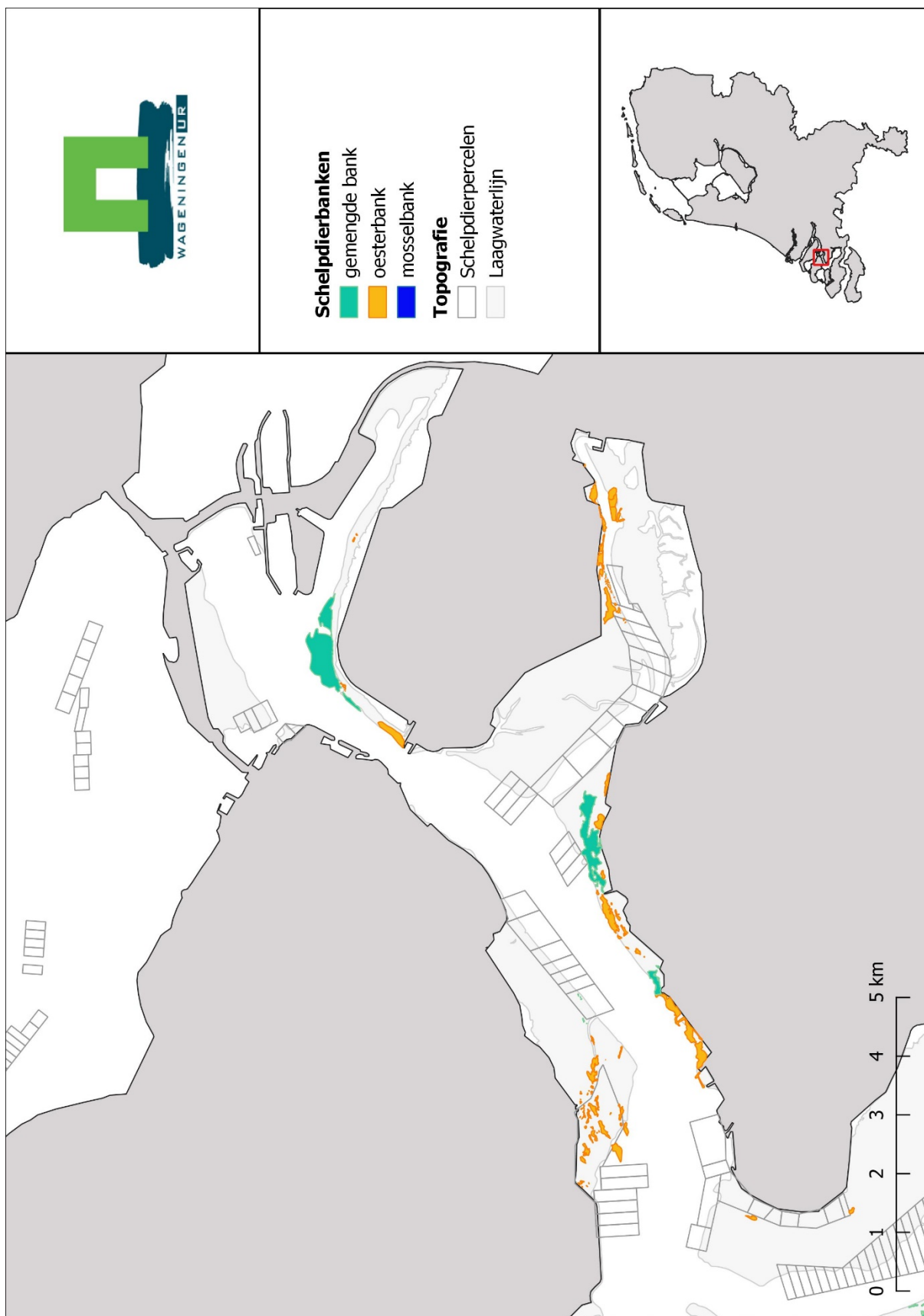
Figuur E1. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde, deelgebied 'Monding' in 2020.



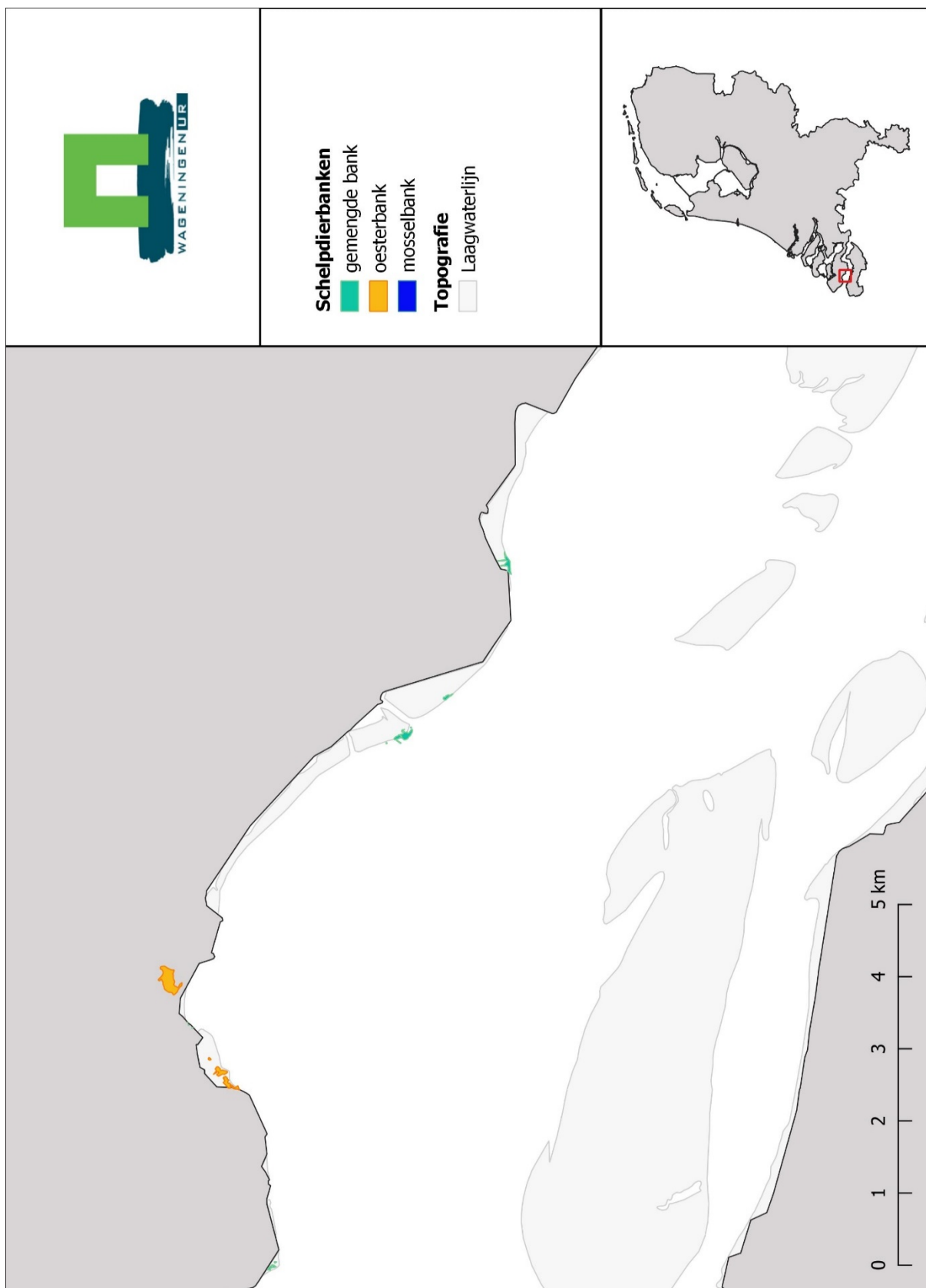
Figuur E2. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde, deelgebied 'Midden' in 2020.



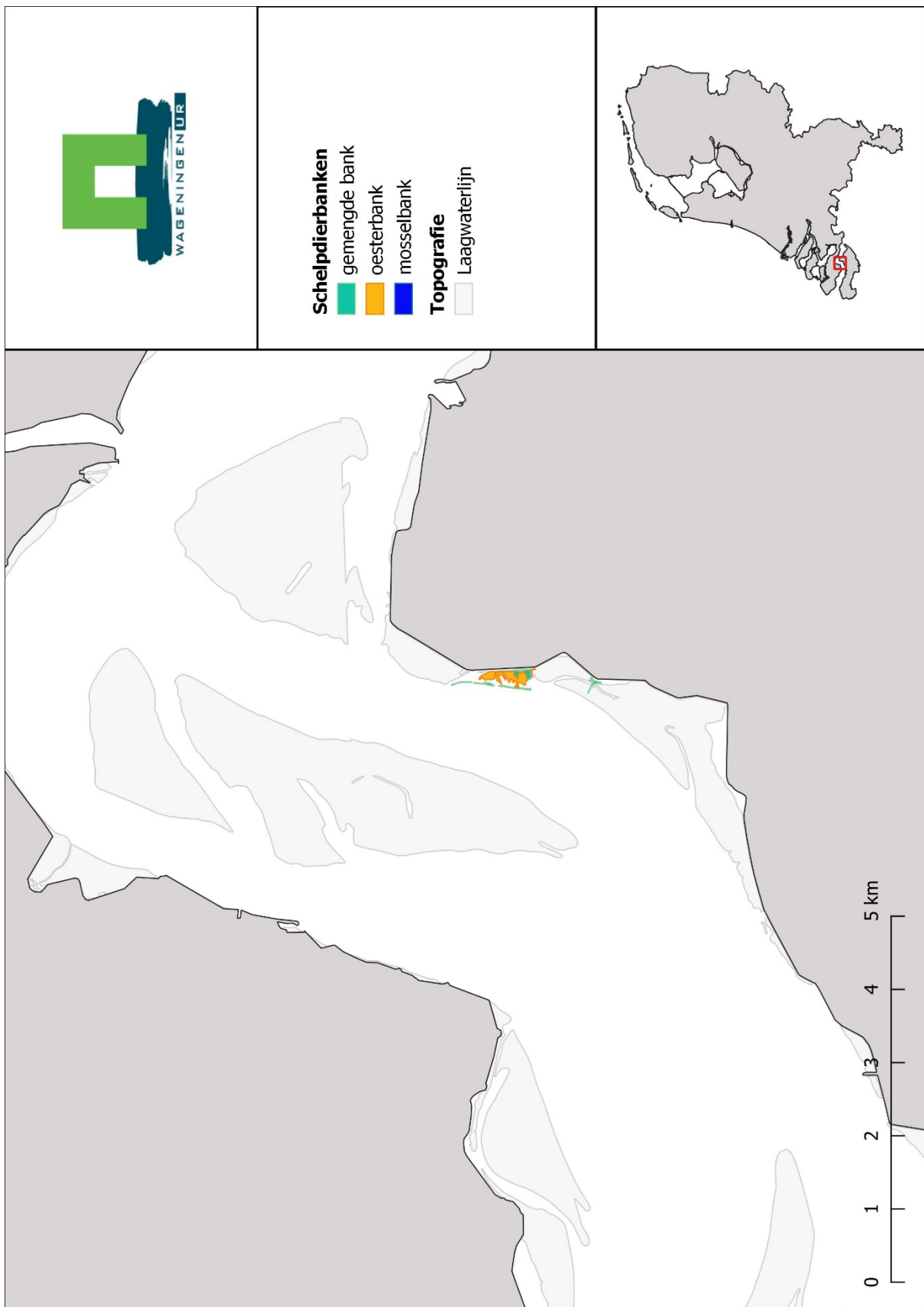
Figuur E3. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde, deelgebied 'Kom' in 2020.



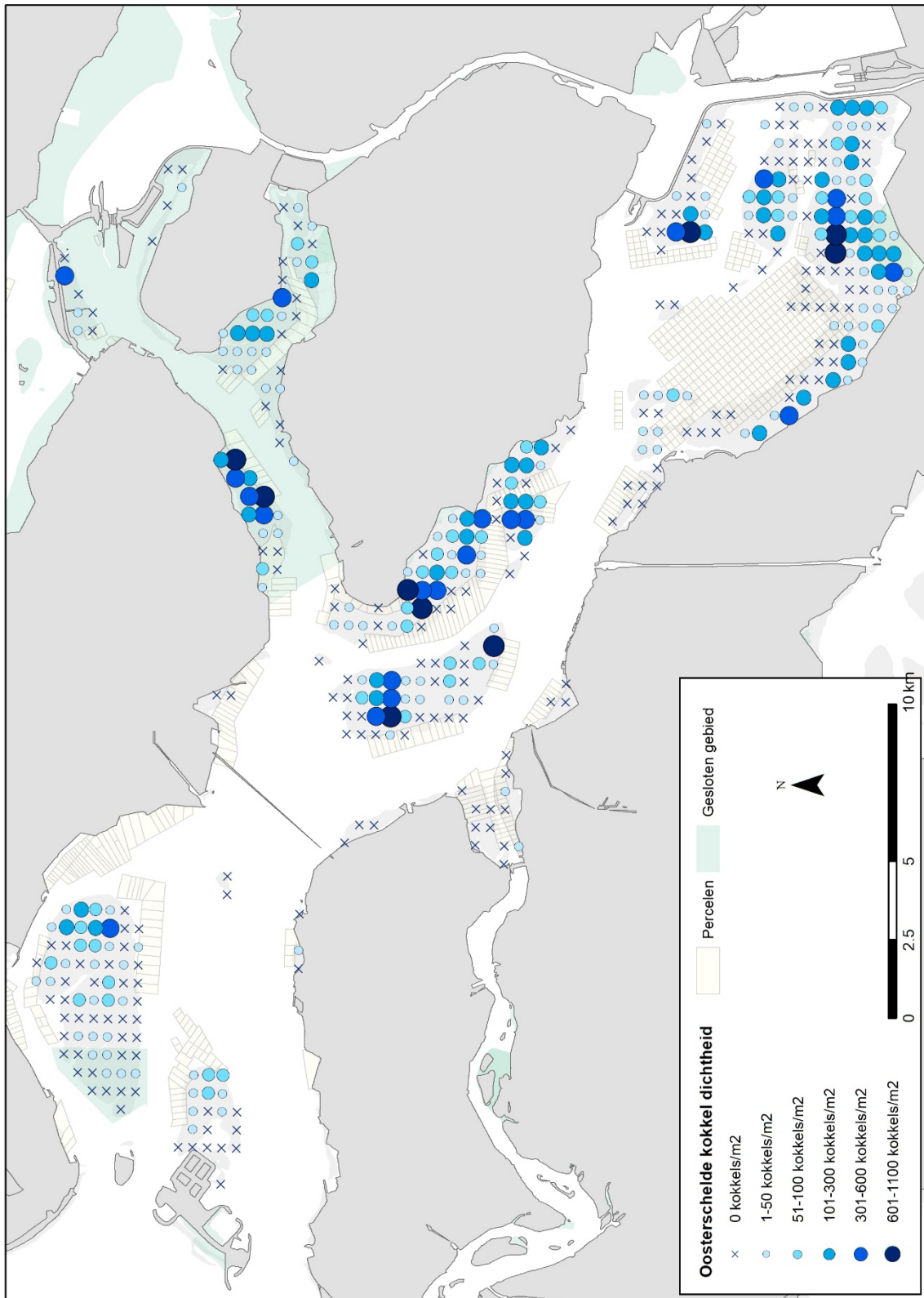
Figuur E4. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde, deelgebied 'Noordtak' in 2020.



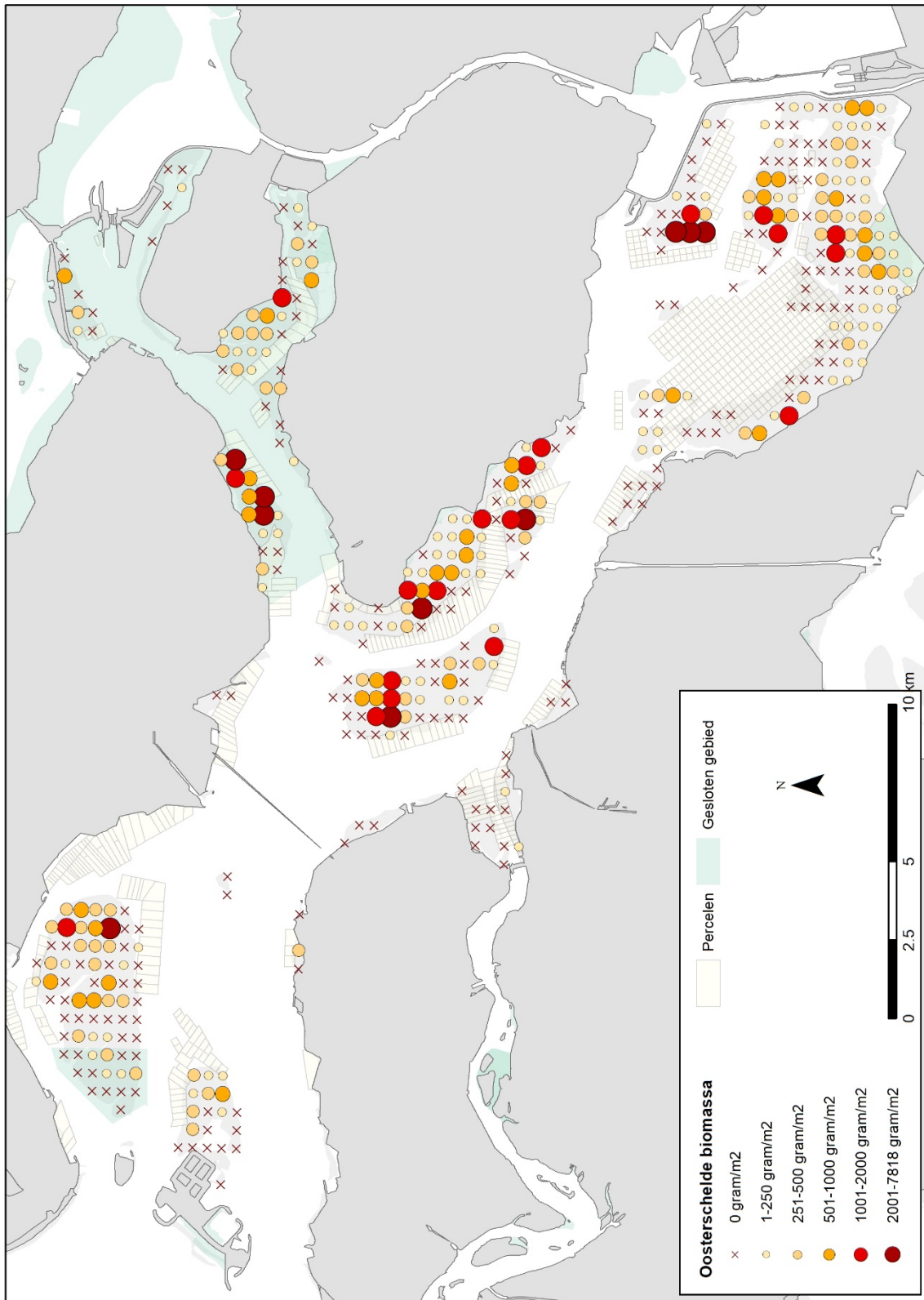
Figuur E5. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Westerschelde, omgeving Sloehaven-Borssele in 2020.



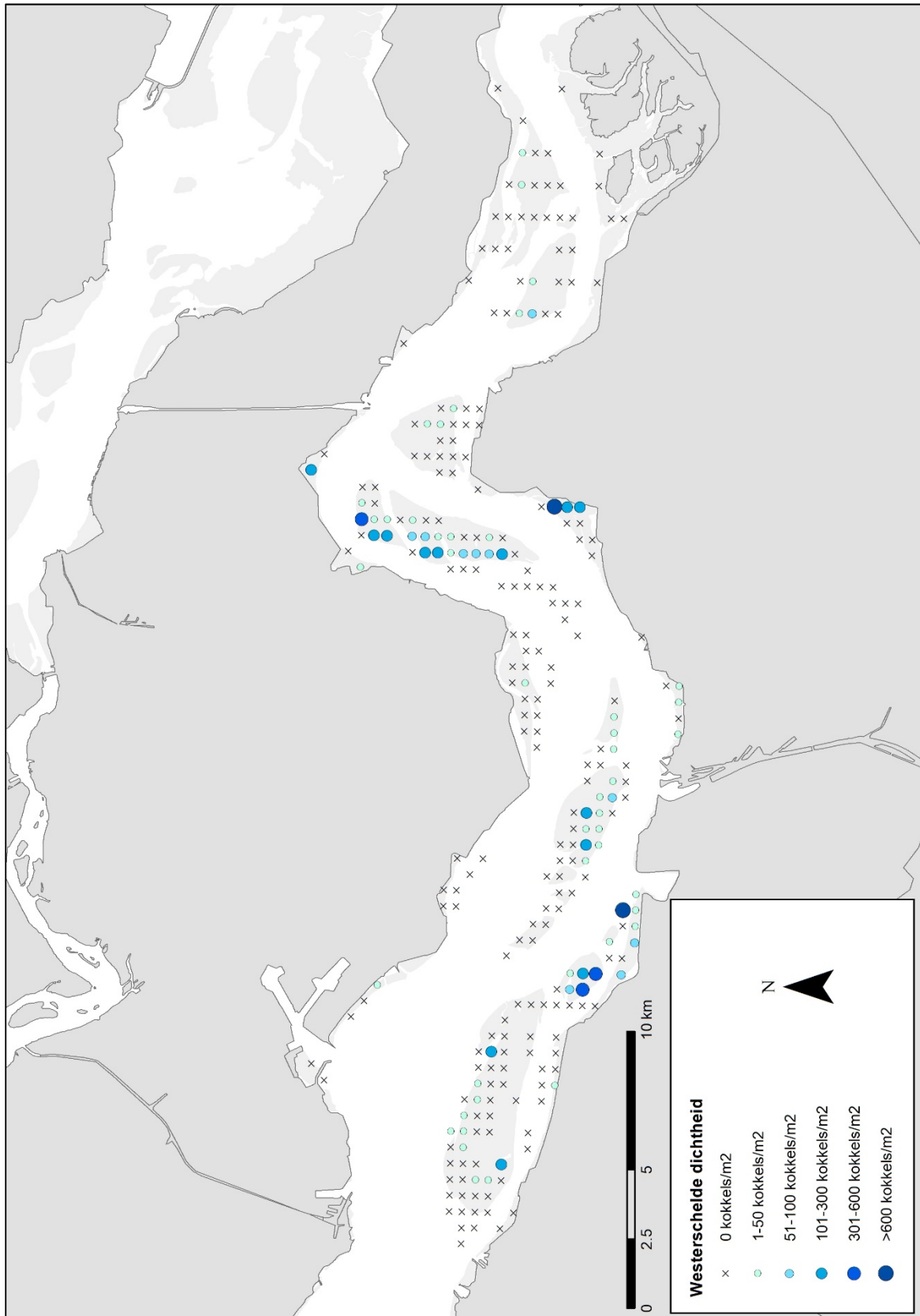
Figuur E6. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Westerschelde in 2020, omgeving Ossensisse.



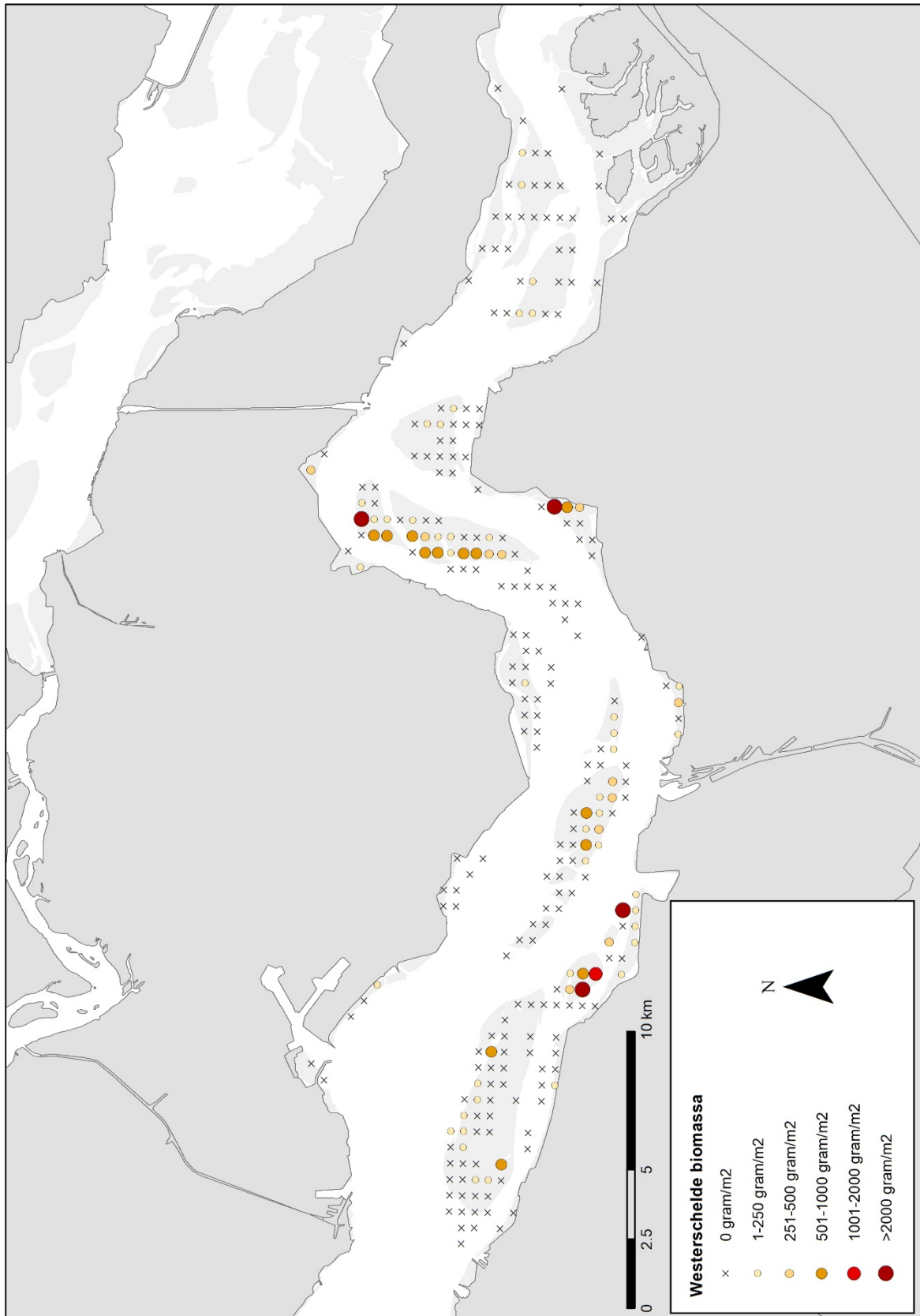
Figuur E7. Dichtheid (n/m^2) van kokkels op de droogvallende platen van de Oosterschelde in 2020.



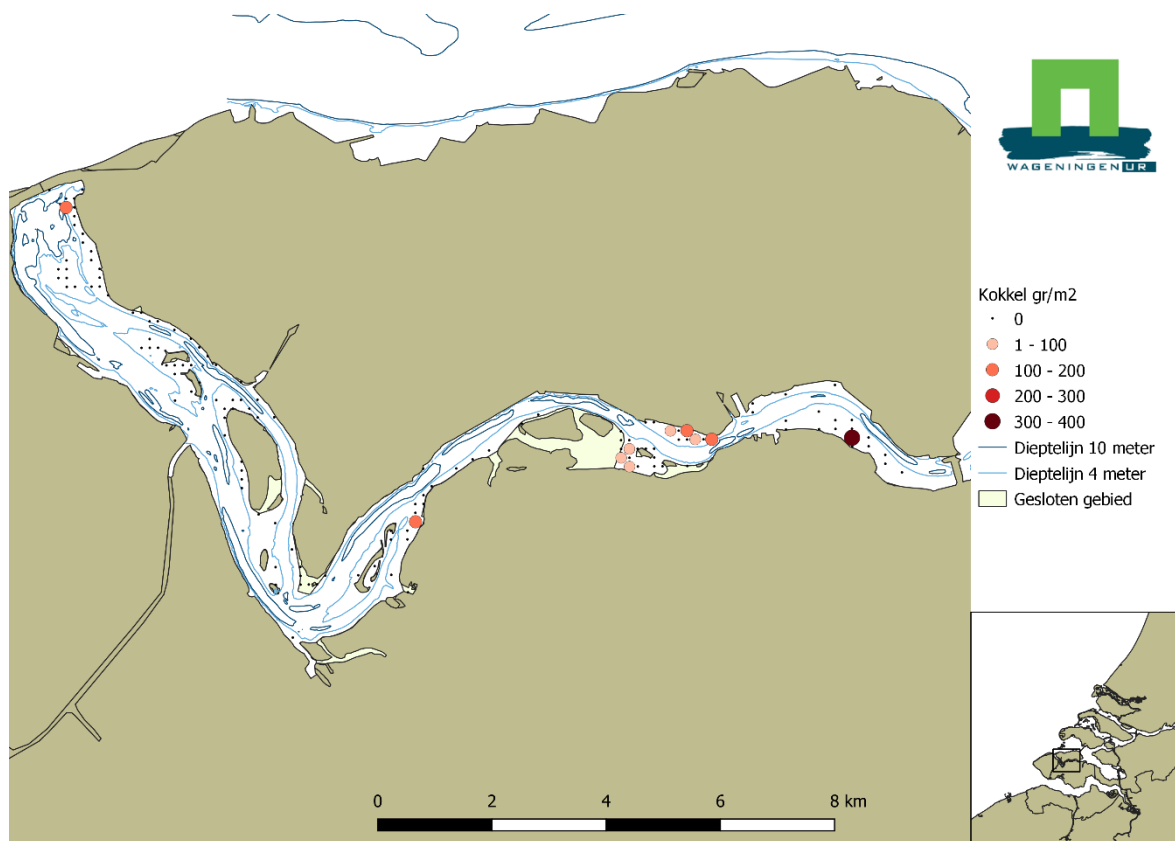
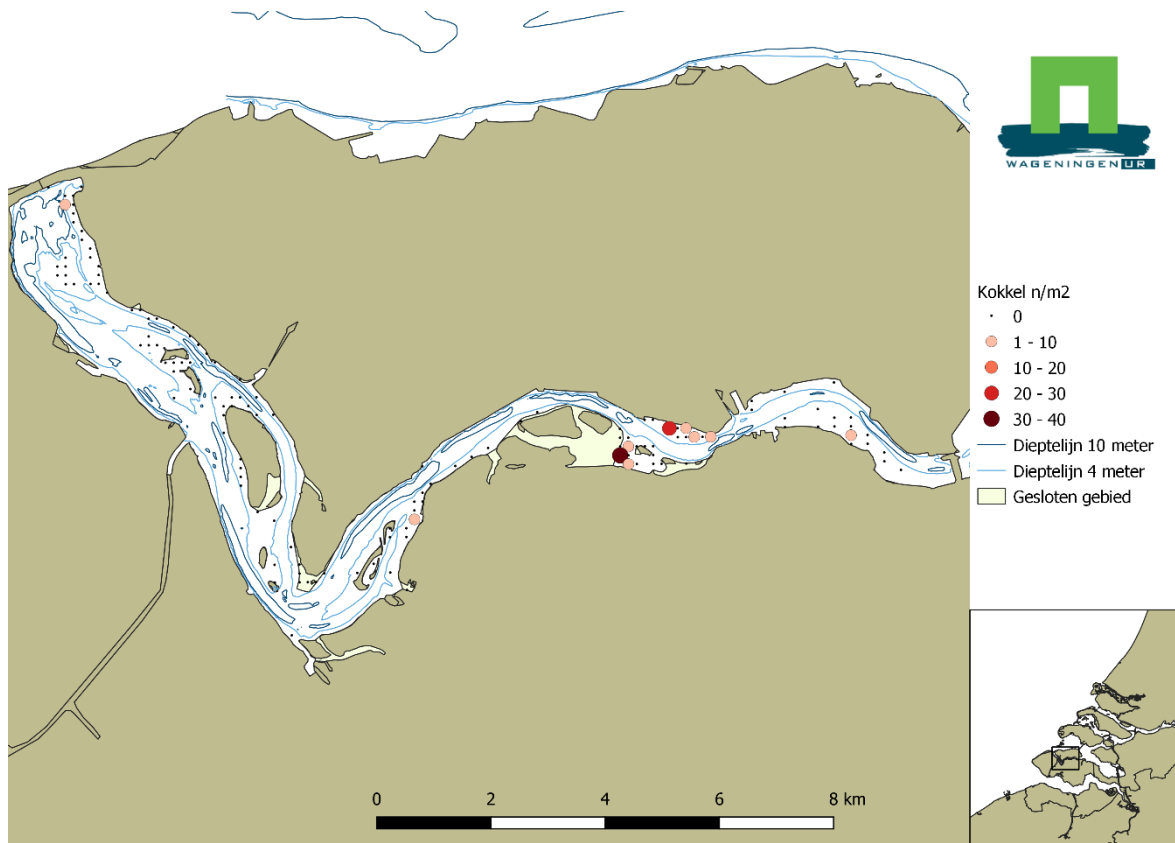
Figuur E8. Biomassa (g/m²) van kokkels op de droogvallende platen van de Oosterschelde in 2020.



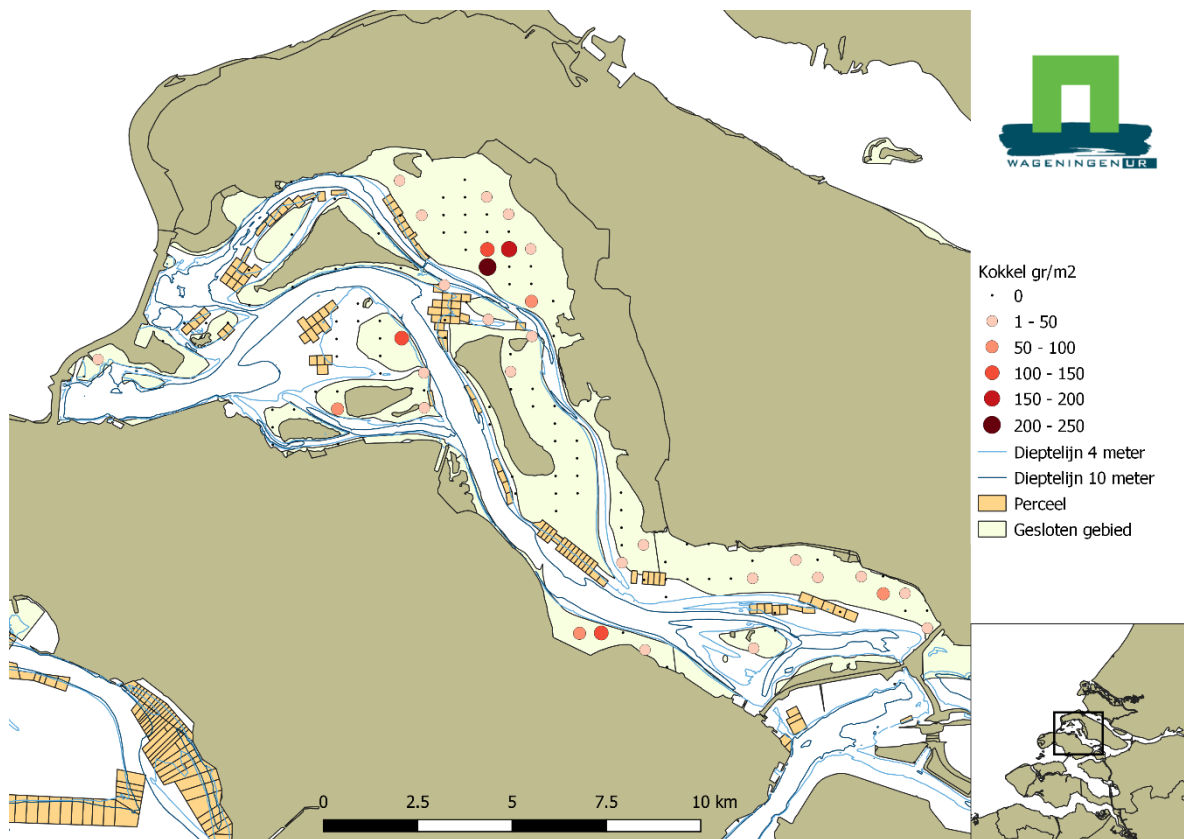
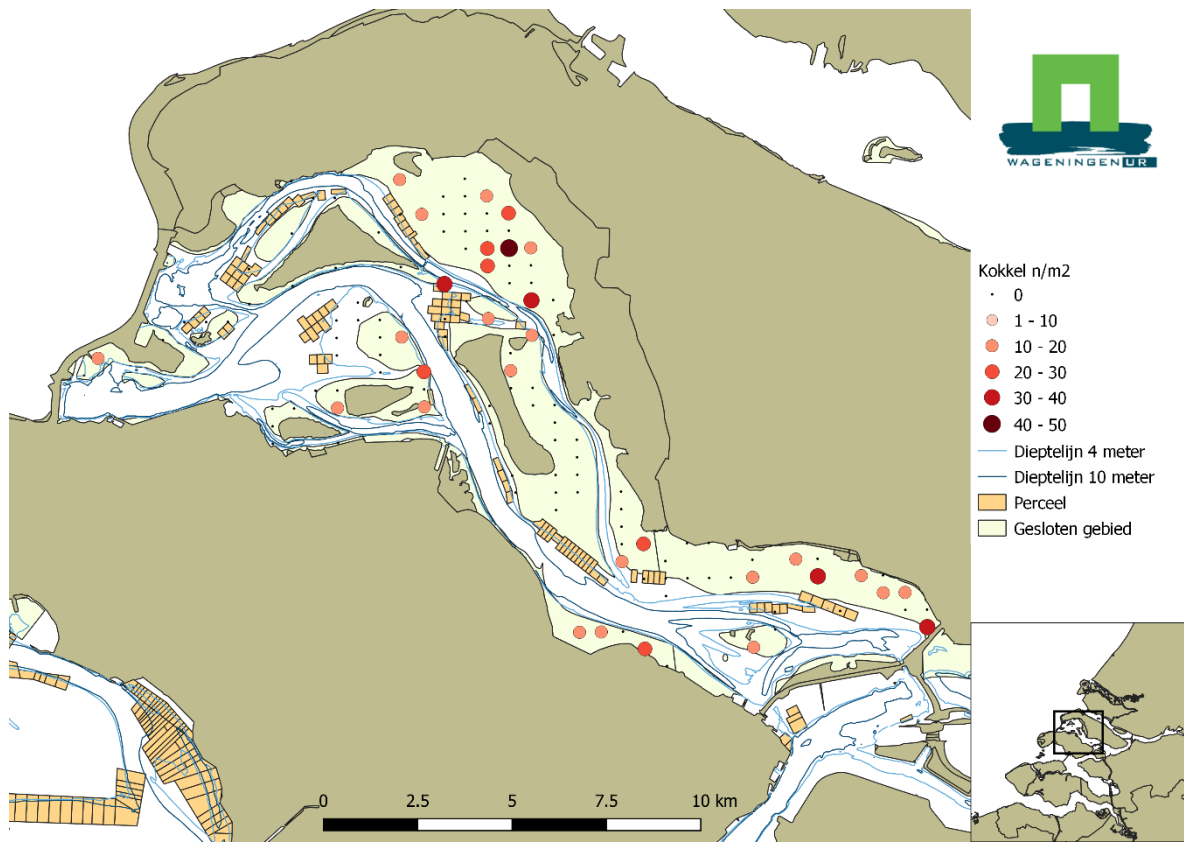
Figuur E9. Dichtheid (n/m^2) van kokkels op de droogvallende platen van de Westerschelde in 2020.



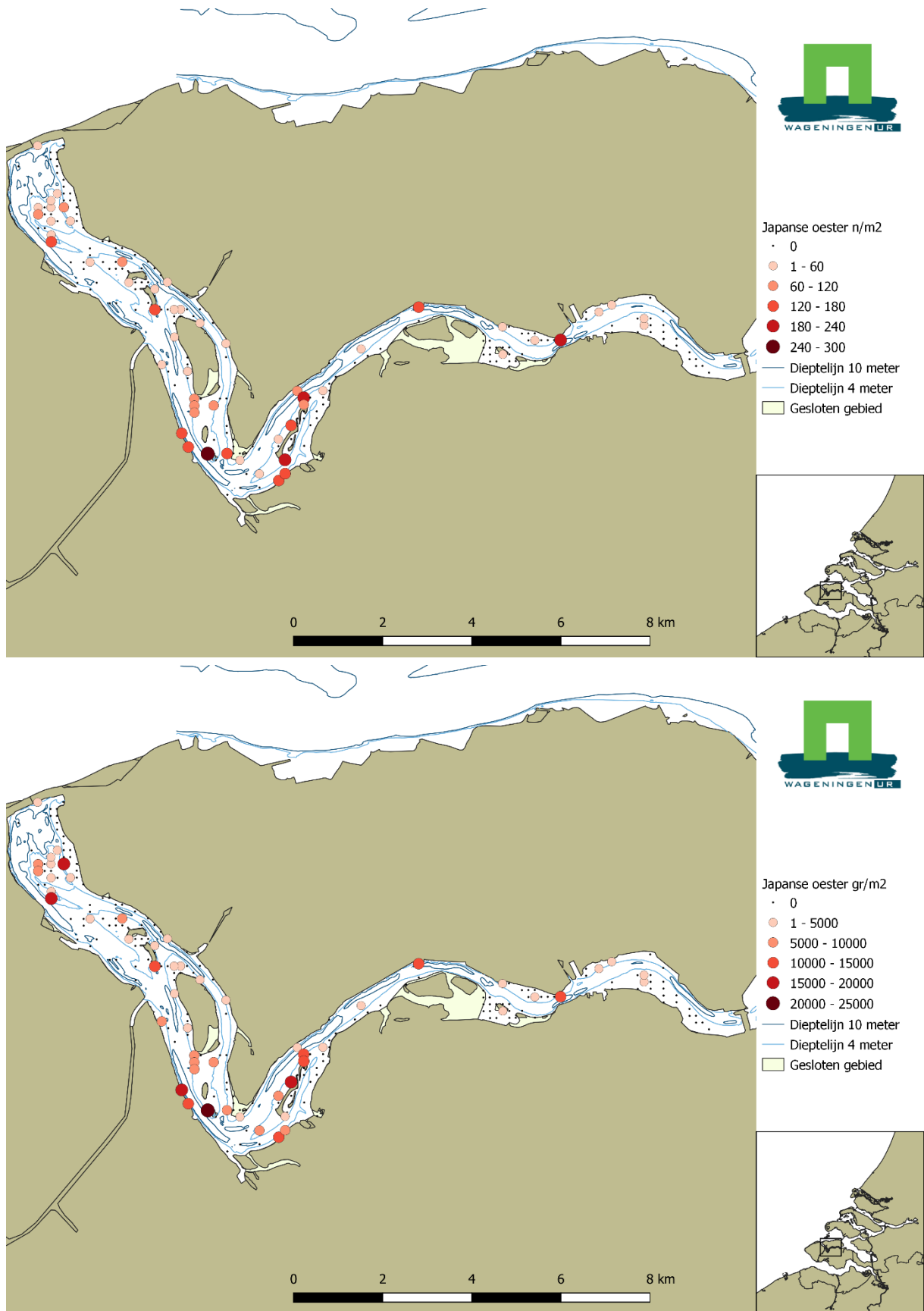
Figuur E10. Biomassa (g/m²) van kokkels op de droogvallende platen van de Westerschelde in 2020.



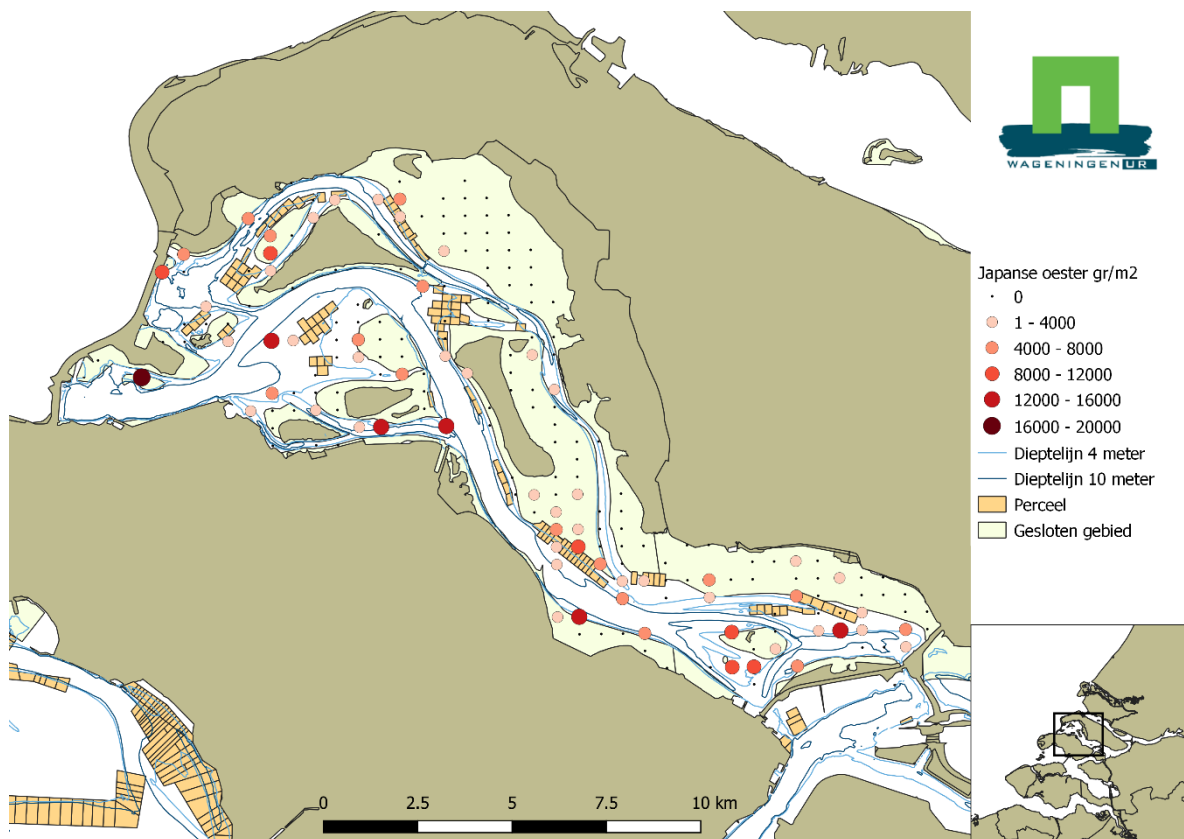
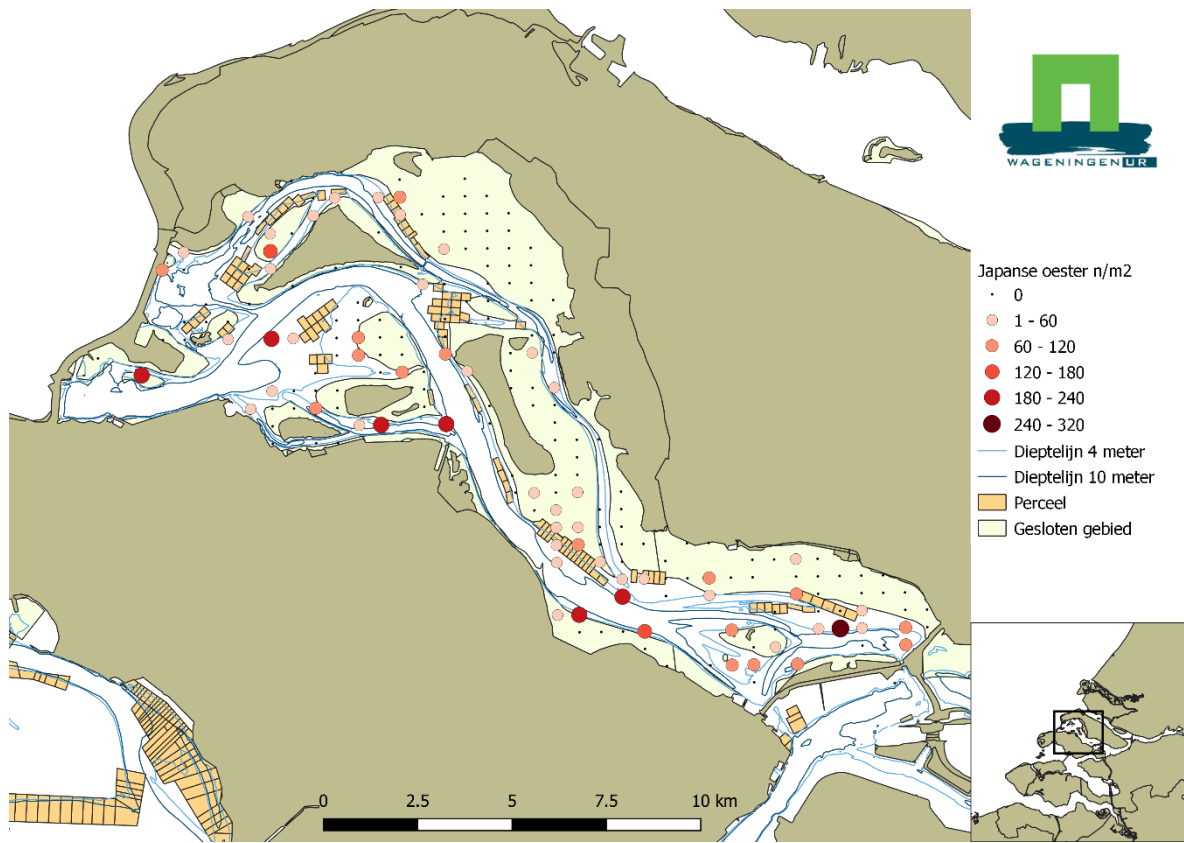
Figuur E11. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van kokkels in het Veerse meer in 2020.



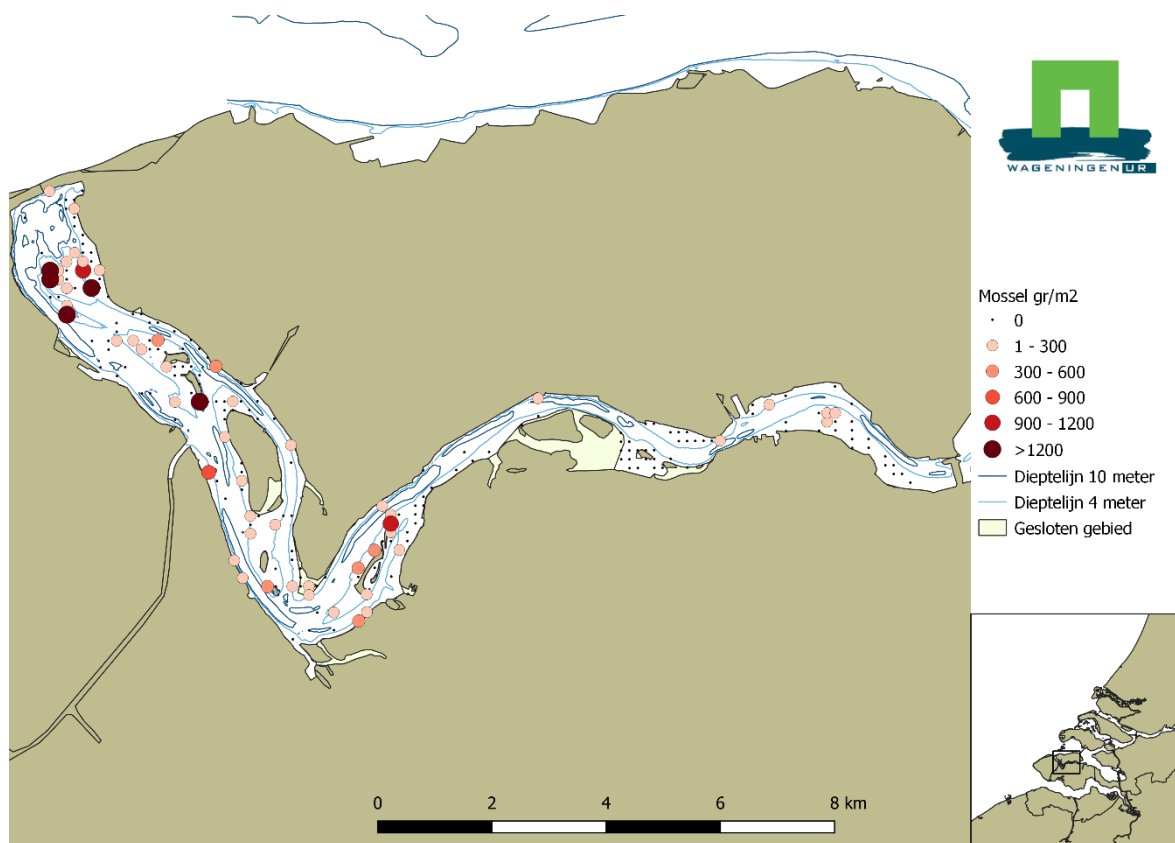
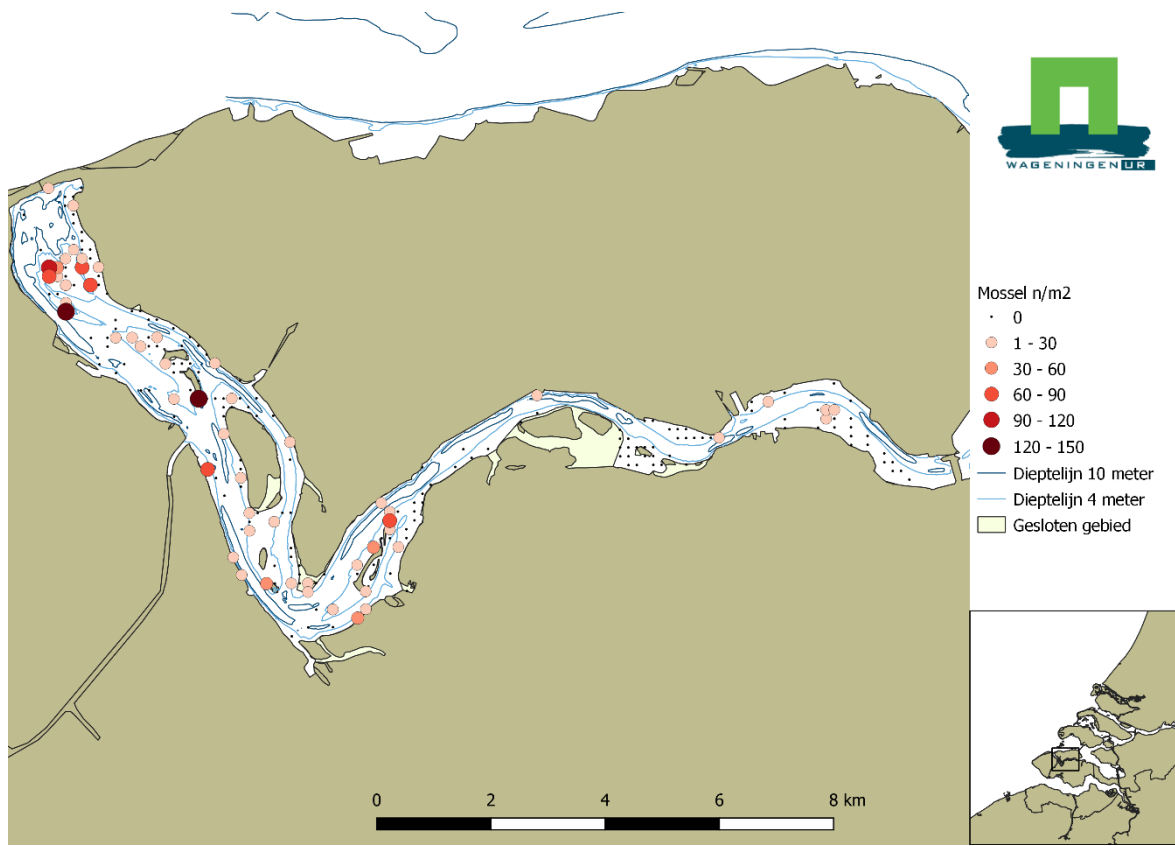
Figuur E12. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van kokkels in het Grevelingenmeer in 2020.



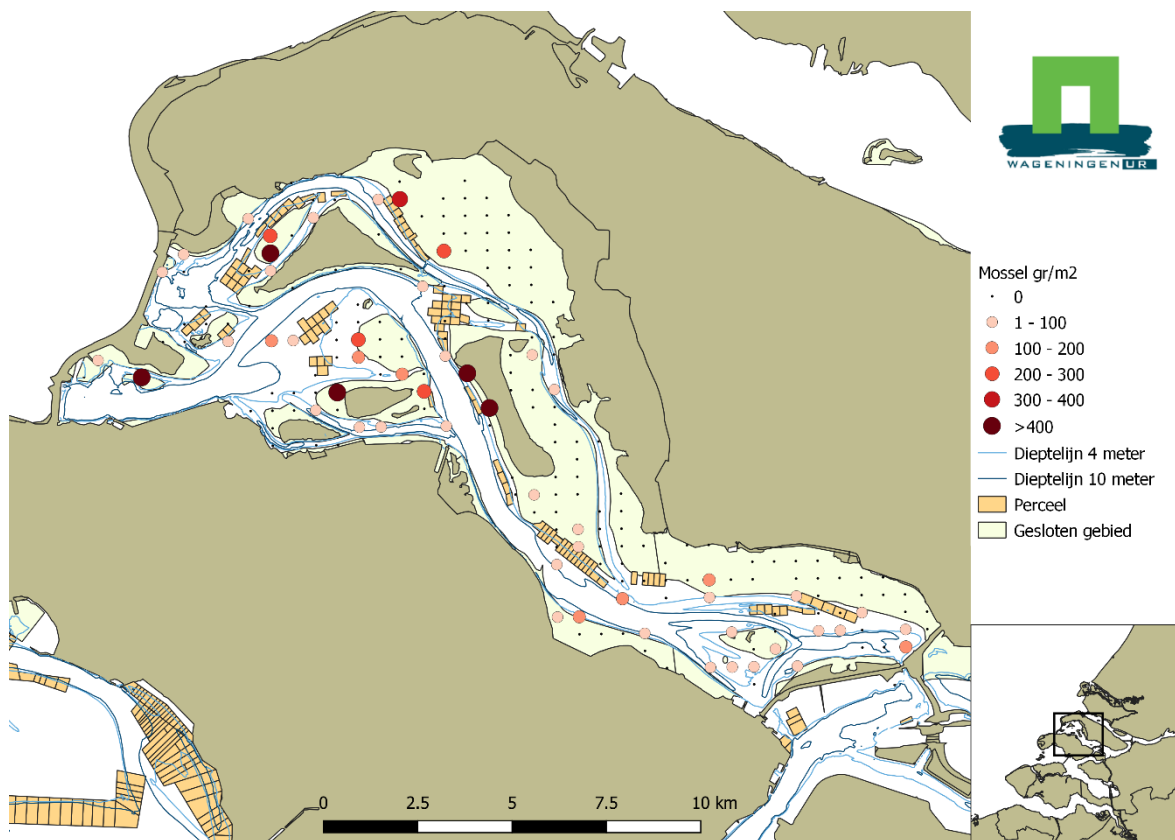
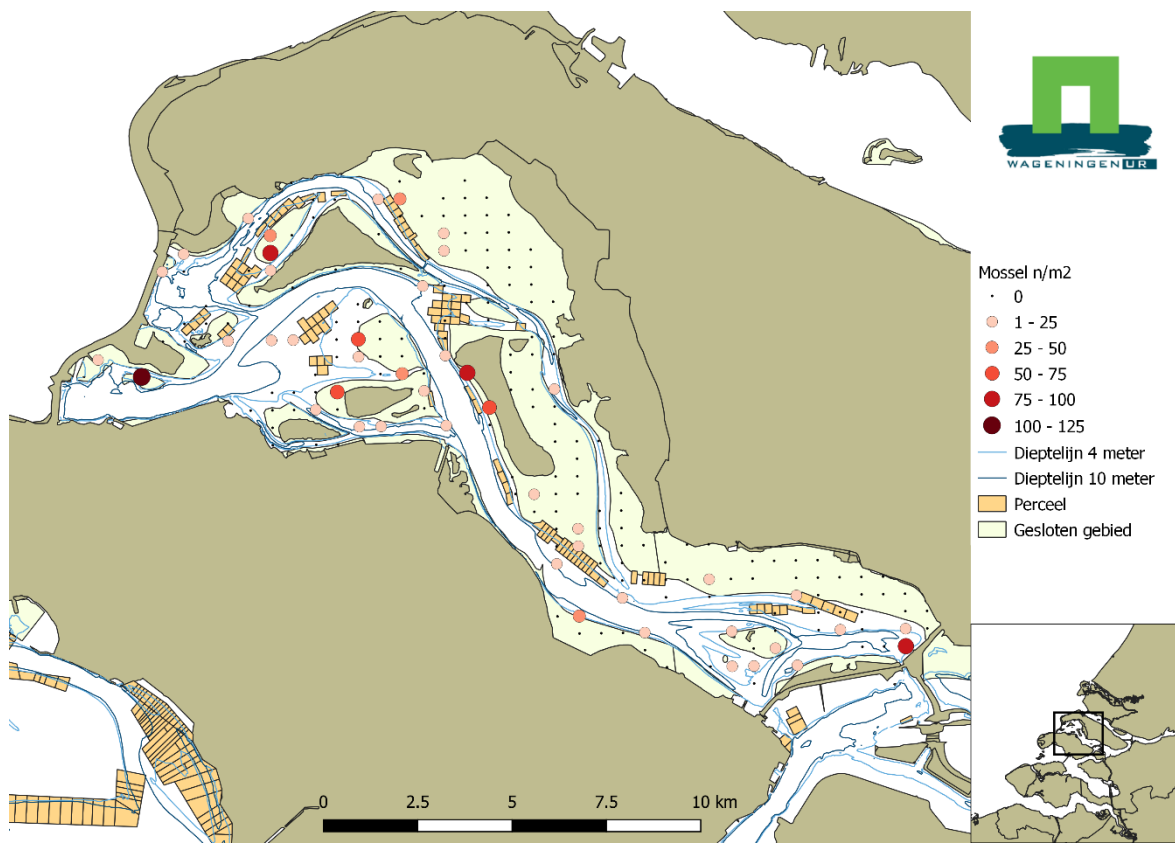
Figuur E13. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van Japanse oesters in het Veerse meer in 2020.



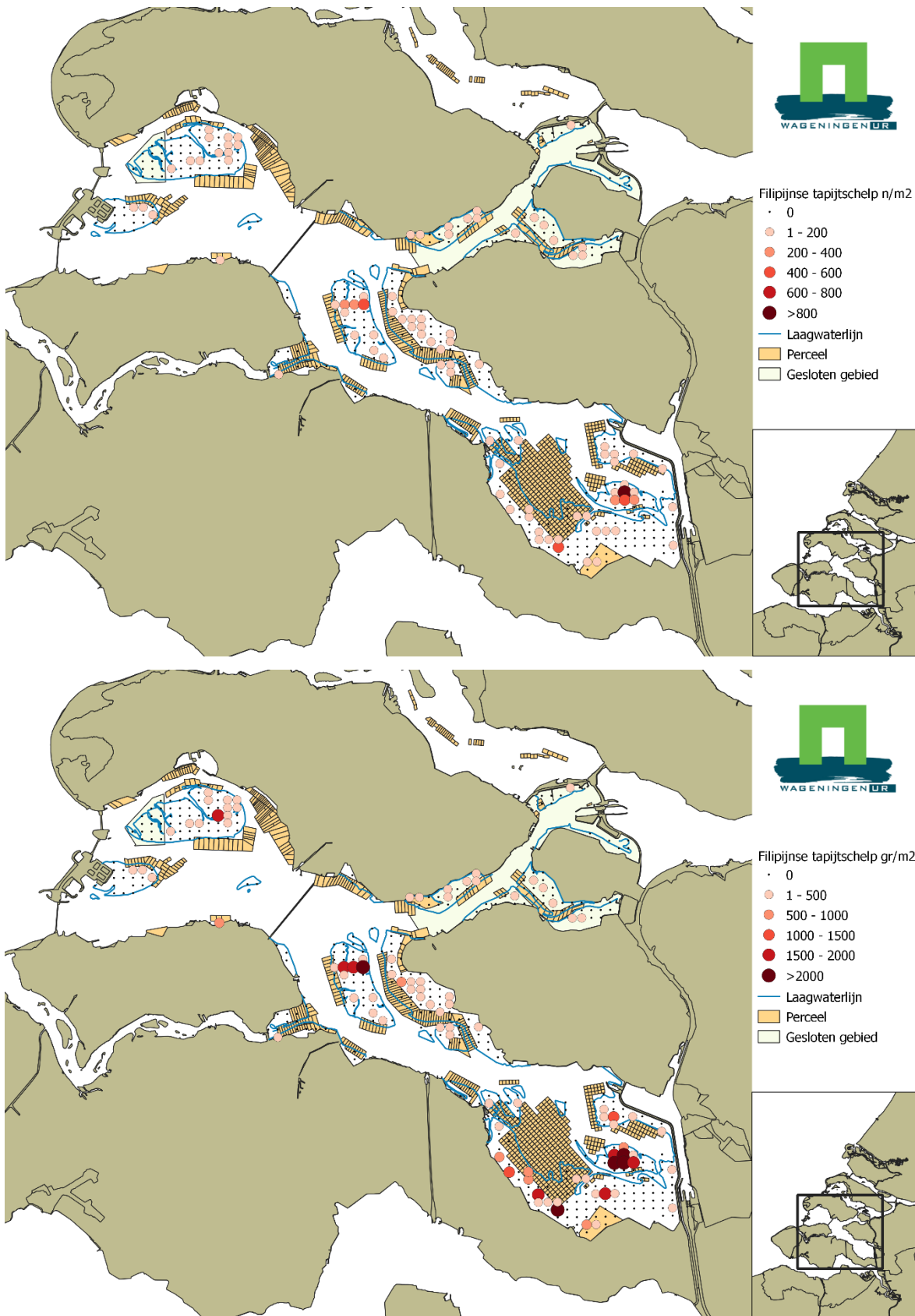
Figuur E14. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van Japane oesters in het Grevelingenmeer in 2020.



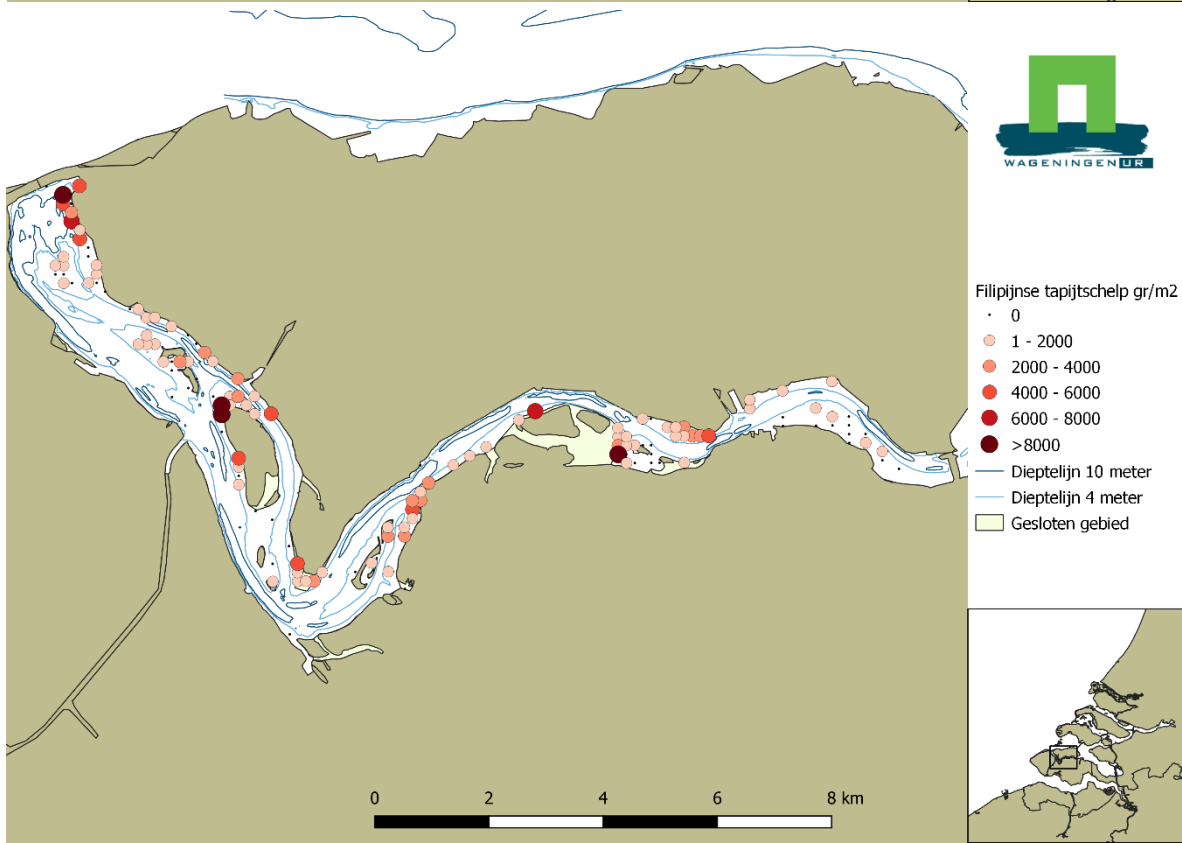
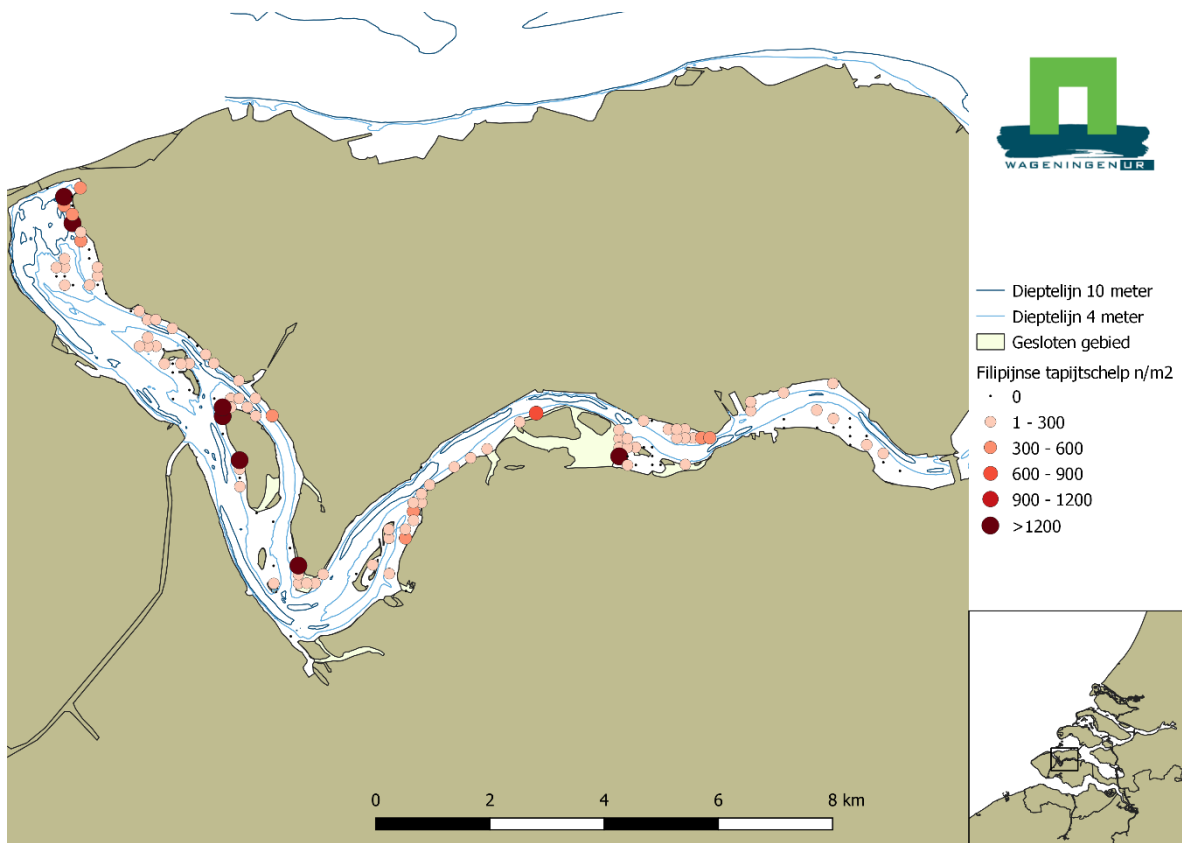
Figuur E15. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van mosselen in het Veerse meer in 2020.



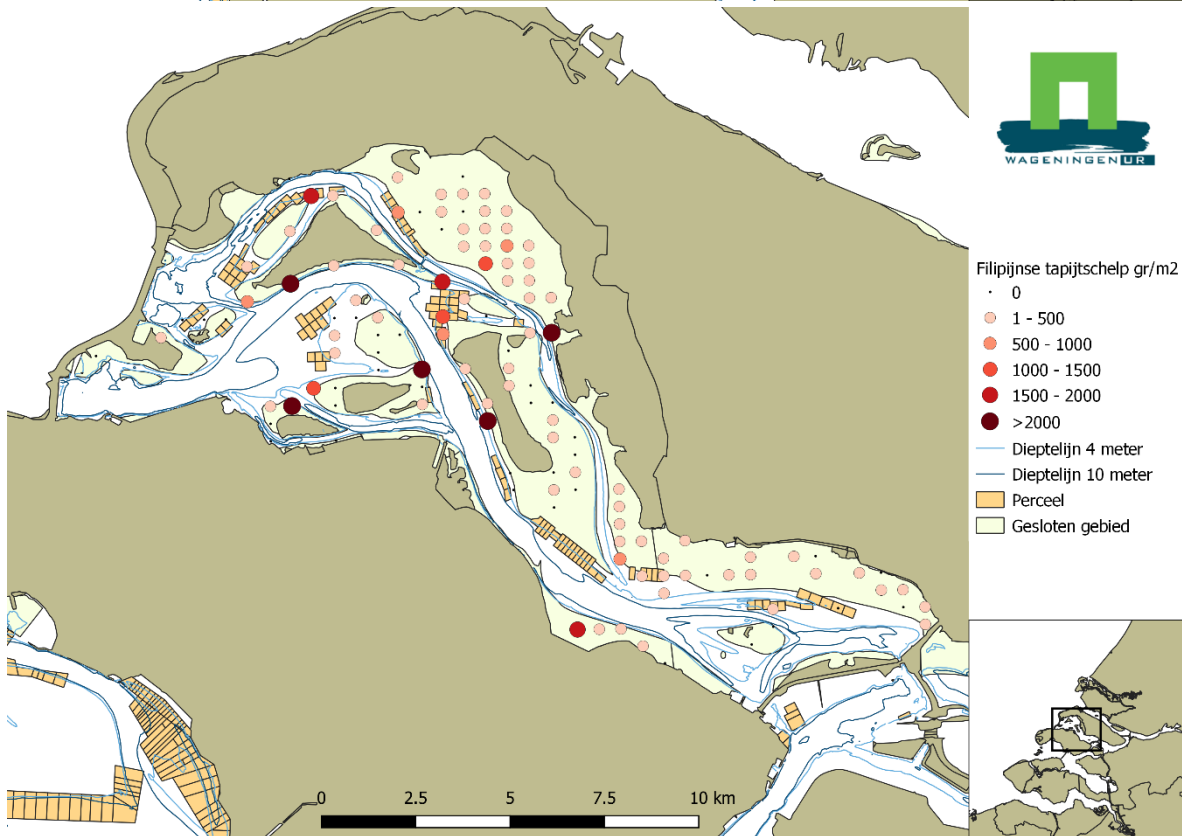
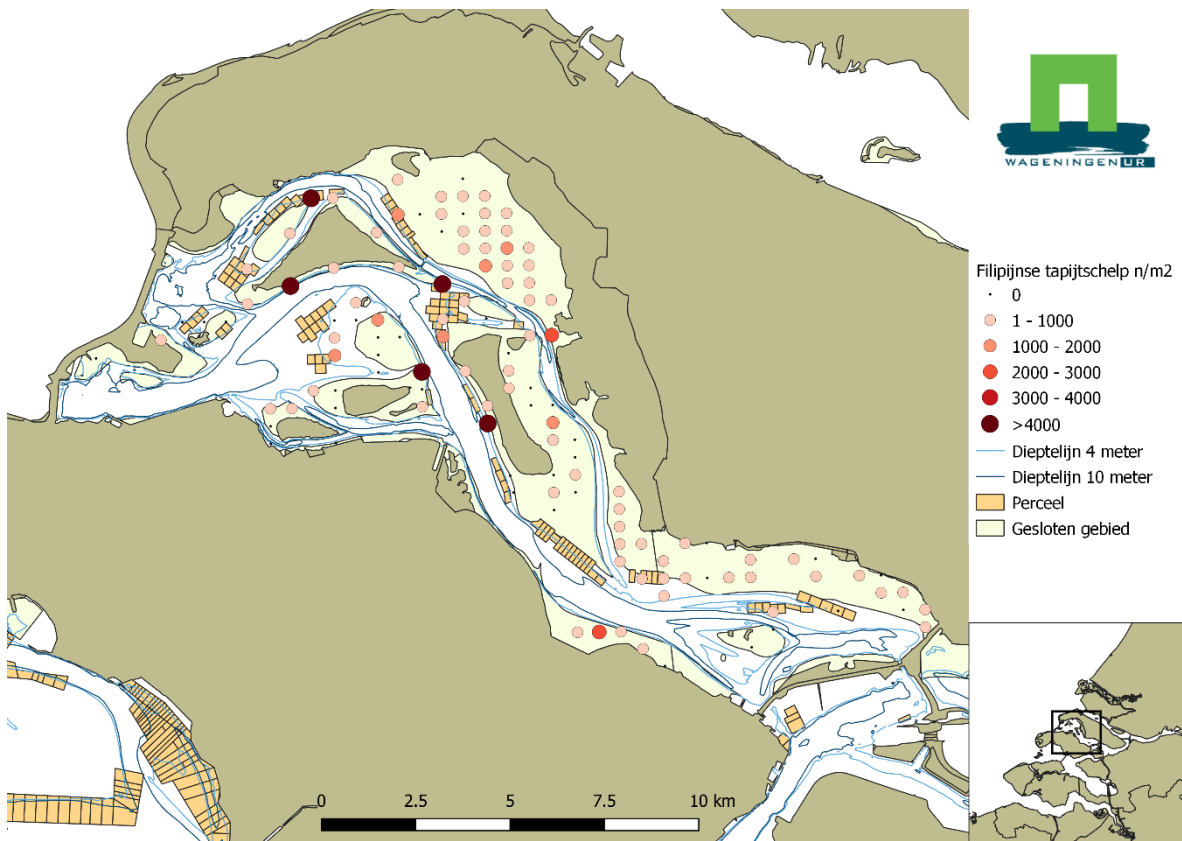
Figuur E16. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van mosselen in het Grevelingenmeer in 2020.



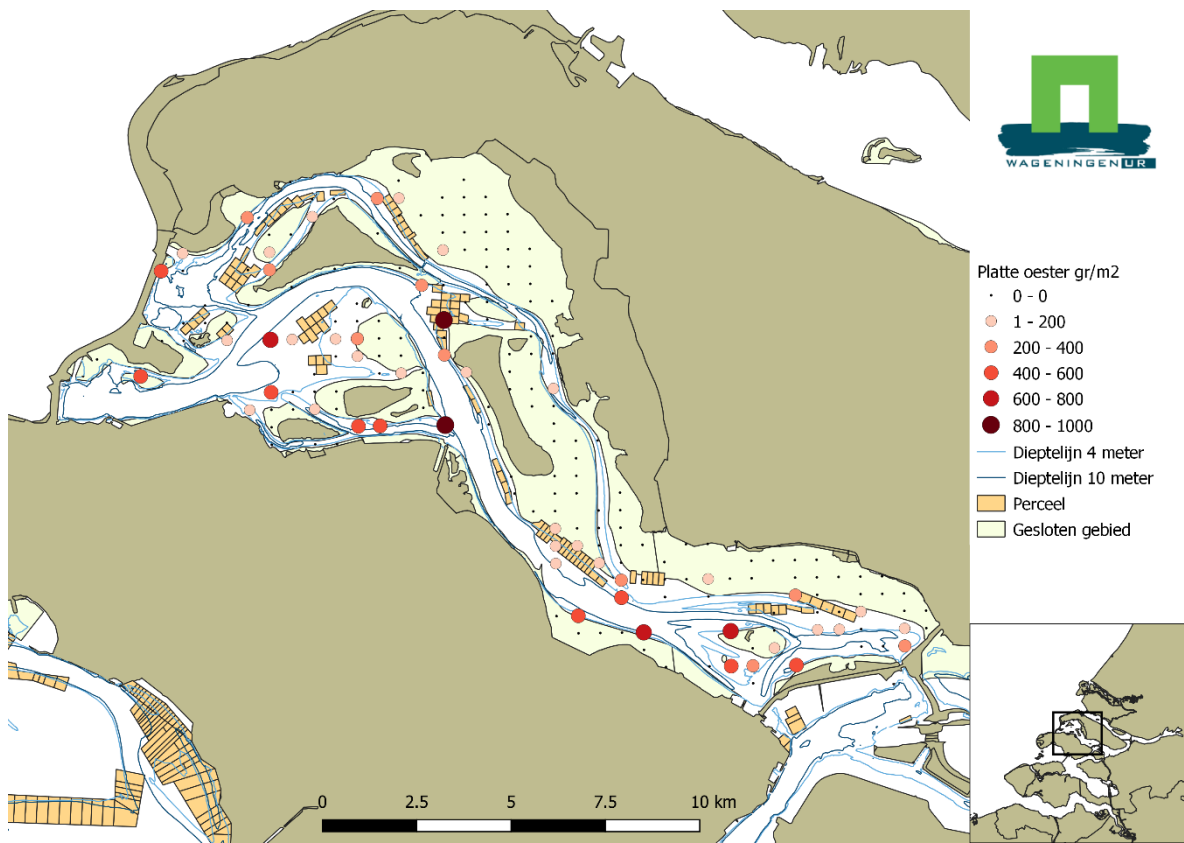
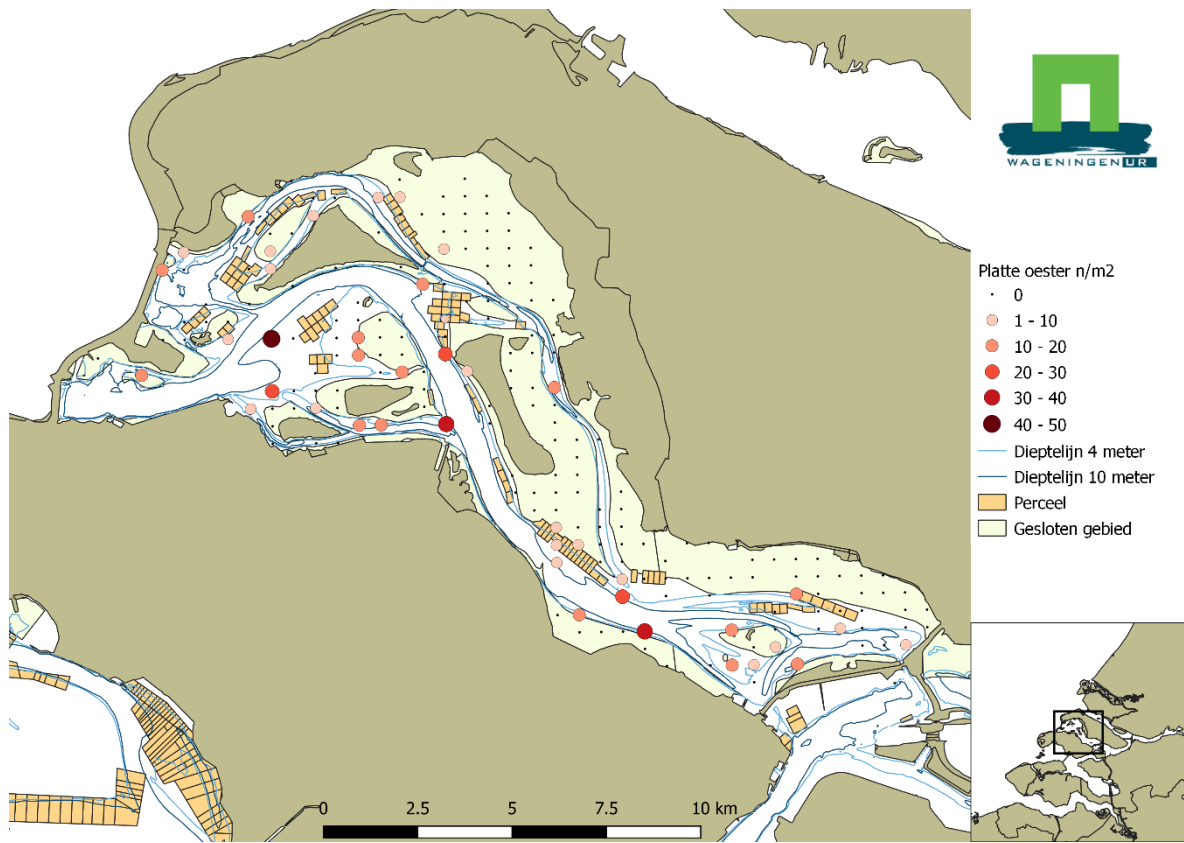
Figuur E17. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van Filipijnse tapijtschelpen in de Oosterschelde in 2020.



Figuur E18. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van Filipijnse tapijtschelpen in het Veerse meer in 2020.



Figuur E19. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van Filipijnse tapijtschelpen in het Grevelingenmeer in 2020.



Figuur E20. Dichtheid (boven, n/m²) en biomassa (onder, g/m²) van Platte oesters in het Grevelingenmeer in 2020.