



Vlaanderen
is landbouw & visserij

ILVO Mededeling D/2022/02

februari 2022

**BENTHIS NATIONAAL:
NATIONALE IMPLEMENTATIE VAN DE EVALUATIE
VAN VISSERIJ-IMPACT OP HET BODEMECOSYSTEEM EN
WELKE INVLOED DIT HEEFT OP DE VISSERIJPRAKTIJK**

ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Benthis Nationaal: Nationale implementatie van de evaluatie van visserij-impact op het bodemecosysteem en welke invloed dit heeft op de visserijpraktijk

ILVO MEDEDELING D/2022/02

Februari 2022

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2022/10.970/02

Auteurs

Depestele Jochen*

Van Hoey Gert*

Lenoir Heleen

Hiddink Jan Geert

Vanderperren Els

Polet Hans

* Deze auteurs hebben een gelijke bijdrage aan dit rapport

Opdrachtgever en financiering

EFMZV

Dit document is een onderdeel van het project Benthis nationaal (18/UP6/01/DIV) en werd gefinancierd door het Europees Fonds voor Maritieme zaken en Visserij (2014-2020).



Europees Fonds voor
Maritieme Zaken en Visserij





**Benthis Nationaal:
Nationale implementatie van de
evaluatie van visserij-impact op het
bodemecosysteem en analyse van de
invloed op de visserijpraktijk**

Depestele Jochen*, Van Hoey Gert*, Lenoir Heleen,
Hiddink Jan Geert, Vanderperren Els, Polet Hans

* Deze auteurs hebben een gelijke bijdrage aan dit rapport

Contents

Contents	2
1 Uitgebreide samenvatting.....	4
2 Inleiding	8
3 Fysische verstoring: visserij voetafdruk & resuspensie	10
3.1 Types boomkor Belgische visserij	10
3.2 Voetafdruk van de Belgische visserij: swept area ratio.....	10
3.2.1 Conclusies en aanbevelingen voetafdruk	12
3.3 Bodemimpact: sediment resuspensie	15
3.3.1 Sediment resuspensie door boomkorvisserij.....	15
3.3.2 Belang van sediment resuspensie	17
3.3.3 Conclusies en aanbevelingen sedimentresuspensie.....	17
4 Bodemsensitiviteit.....	18
4.1 Overzicht lijst van de habitats en hun sensitiviteit.....	18
4.1.1 Habitat types en Vlaamse visserijactiviteit	18
4.1.2 Habitat sensitiviteitsclassificaties gebaseerd op MarLIN.....	19
4.1.3 Habitat sensitiviteit classificatie gebaseerd op levensduur (FBIT indicator)	28
4.1.4 Conclusies en aanbevelingen habitat sensitiviteit	29
4.2 Validatie internationale indicatoren om visserij impact in te schatten	30
4.2.1 Benthic indicatoren - FBIT	31
4.2.2 OSPAR-indicatoren	33
4.2.3 Vergelijkbaarheid van de indicatoren	38
4.2.4 Conclusies en aanbevelingen rond indicatoren	40
5 Karteren van de bodemimpact en management implicaties.....	41
5.1 Drempelwaarden voor bodem impact	41
5.1.1 TGSeabed algemeen advies	41
5.1.2 Kwaliteit drempelwaarden.....	42
5.1.3 Omvang drempelwaarden	43
5.2 Bodemimpact: Fishery Benthic Impact Tool (FBIT)	45
5.2.1 Methodologie	45
5.2.2 Conclusies en aanbevelingen FBIT-indicator.....	50
5.2.3 Resultaten: evolutie van de visserij impact over de jaren 2012 – 2018	50
5.3 Mogelijkheden om bodemimpact te verminderen	57
5.3.1 3 principes	57
5.3.2 Bodembescherming door vistuigaanpassingen	59

5.3.3	Bodembescherming door aangepaste keuze van de visgrond	63
5.4	Conclusies en aanbevelingen bodemimpact	67
6	Economische gevolgen	68
6.1	Internationale vooruitgang tijdens de WKTRADE workshops	68
6.1.1	WKTRADE 1 (ICES 2017c):	68
6.1.2	WKTRADE 2 (ICES 2019b)	68
6.1.3	WKTRADE 3 (ICES 2021)	70
6.1.4	Conclusies en aanbevelingen economische gevolgen	71
6.2	Ruimtelijke maatregelen: kernvisgronden	72
6.3	Vangstsamenstelling en de economische realiteit	73
6.3.1	Conclusies en aanbevelingen kernvisgronden	79
7	Stakeholder participatie	80
8	Internationale fora	81
9	Referenties	84
10	Annex 1: Voorstel logboek update	88

1 Uitgebreide samenvatting

Het Vlaams visserijbeleid streeft naar een verduurzaming van haar visserij, welke onder meer inhoudt dat de problematiek van de bodemberoering verder wordt aangepakt. Concreet betekent dat de resultaten van het Europese Benthis project (<https://www.benthis.eu>) worden toegepast en verder worden uitgediept op maat van de Vlaamse visserij. Die aanpak – onder de noemer Benthis Nationaal – beoogde enerzijds een **correctere beoordeling van de bodemimpact door de Vlaamse visserijmétiers in een internationaal kader**, en anderzijds gaf dit project de mogelijkheid aan de **Vlaamse visserij** en onderzoekers om de wetenschappelijke ontwikkelingen aangaande de beoordeling van bodemimpact op **Europees niveau nauwgezet op te volgen** en op die manier ook haar **stempel te drukken op het Europees beleid**. Dit rapport geeft daarom een overzicht van de huidige kennis en ontwikkelingen inzake de beoordeling van bodemimpact en van wat het visserijbeleid kan doen om deze impact te verminderen. Het bepalen van de bodemimpact door visserij gebeurt vanuit twee componenten: 1) de **voetafdruk** van een vistuig, i.e. de druk die het vistuig uitoefent op de bodem, wordt bepaald door de penetratiediepte van het vistuig in het sediment gecombineerd met de ruimtelijke verspreiding van de visserijactiviteit met dat type vistuig; 2) de **bodemgevoeligheid**, i.e. de mate waarin de bodemfauna resistent en veerkrachtig is tegen verstoring. Deze twee componenten vormen de basis van de beoordeling van de bodemimpact per regio. Ze worden gecombineerd tot een eenduidige **indicator**. Dit beoordelingskader wordt in detail en stap per stap verduidelijkt in dit rapport, en geïllustreerd met tal van analyses met betrekking tot de Vlaamse visserij, inclusief de economische implicaties.

Voetafdruk

De **voetafdruk van de Vlaamse visserij** werd op basis van data uit het Vessel Monitoring System (VMS) en de logboeken (type vistuig) in kaart gebracht. De VMS-gegevens leverden daarbij info over de verspreiding van de visserij, en de specificaties over het vistuig – die bepalend zijn voor de penetratiediepte – geven een idee over de impact op de bodem. Op Europees niveau werd de inschatting van de penetratiediepte standaard uitgewerkt tot op het niveau van generieke métiers zoals de platvisboomkor, bordennetten en zegenvisserij (sinds 2021 in 10 métiers). Maar voor de Vlaamse visserij is er verder onderscheid nodig tussen boomkor met kettingmat versus met wekkers, en is het zinvol te weten of een SumWing (boomkor met hydrodynamische vleugel als kor) gebruikt wordt of niet, aangezien dit toch nuances geeft in de mate van bodemimpact (Vb. SumWing in dit rapport doorgerekend). Momenteel is deze SumWing analyse gebaseerd op gegevens bekomen via consultatie met de vissers (via Visserij Verduurzaamt). **Een meer systematische registratie van de vistuigkarakteristieken in het logboek is daarom nodig**, en zou veel nauwkeuriger analyses over de mate van bodemimpact mogelijk maken.

Het onderscheid tussen types platvisboomkor is ook belangrijk om het verschil te kunnen kwantificeren tussen de **resuspensie van sediment** – opwarrelen van bodemdeeltjes waardoor het water vertroebelt - van een boomkor met kettingmat versus met wekkers. Resuspensie speelt namelijk een rol in het vrijstellen van koolstof en nutriënten die normaliter in de bodem worden opgeslagen. Op basis van modelleerwerk is vastgesteld dat de boomkor met kettingmat gewoonlijk minder resuspensie veroorzaakt, wel afhankelijk van de sleepsnelheid. Die modellen kunnen echter enkel een indicatie geven van grootteorde. Een inschatting van de resuspensie op basis van meer specifieke logboekgegevens over het vistuig zou daarom toelaten om de methode te verfijnen en om het effect van boomkorvisserij op het mineralisatieproces in de zeebodem dus preciezer in te schatten.

Bodemgevoeligheid

De **bodemgevoeligheid** kan op verschillende manieren bepaald worden, maar in deze studie werd gesteund op (1) een kwalitatieve bepaling op basis van categorieën (**MarLIN, OSPAR BH3 indicator**) en (2) een kwantitatieve bepaling op basis van de **levensduur van bodemfauna (RBS [Relative Benthic State])**). Bij de MarLIN benadering is de gevoeligheid van geselecteerde habitats voor 'abrasion' of

bodemschade bepaald als laag, matig en hoog op basis van wetenschappelijke literatuur. Dit laat toe om op een relatief eenvoudige manier een sensitiviteitsklassering voor habitats te maken, en dit mee te nemen naar een gevoeligheidsbeoordeling voor de visgronden. Deze klassering wordt ook gebruikt binnen het 'Visserij Verduurzaamt' traject voor de ontwikkeling van de bodemindicator.

Daarnaast worden er ook meer kwantitatieve methodes ontwikkeld voor het bepalen van bodemgevoeligheid om meer detail en nuance in de klassering te krijgen, en om economische doorrekening voor de visserij mogelijk te maken. In deze studie maken we gebruik van de **FBIT-methode** die een 'Relatieve Benthische Status' weergeeft. Die weerspiegelt de bodemgevoeligheid en wordt opgemaakt aan de hand van de **levensduur van de bodemfauna**. Het voorkomen van meer langlevende soorten in een habitat wordt daarbij gezien als een proxy voor een hogere bodemgevoeligheid. Deze methode is aanvaard en opgenomen in ICES-advies, maar er is nog **verder onderzoek nodig naar validatie** voor de verschillende habitats en EU-regio's.

In deze studie werd een inschatting gemaakt van de **gevoeligheid van een aantal algemene habitat types waar de Vlaamse visserij actief is**. Daarbij onderscheiden we **zanderige, modderige, grove en gemengde bodems op verschillende dieptes**. Vissers blijken vooral actief in grove, dynamische bodems (44%), wat geklasseerd wordt als een habitat met lage gevoeligheid. Daarnaast vist de Vlaamse visserij (26%) in zanderige bodem, wat wel een matige gevoeligheidswaarde krijgt en dus als kwetsbaarder wordt aanzien. De gevoeligheid van de modderige bodems is duidelijk verschillend met diepte, met een lagere gevoeligheid in het ondiep slib, maar een hogere gevoeligheid in diepere zones. In de diepere modderige bodems wordt er ook voor een substantieel deel (4.5%) gevestigd door de Vlaamse visserij. De gemengde bodems (3-4% visserijactiviteit) zijn laag tot matig gevoelig afhankelijk van diepte. **Momenteel is deze beoordeling nog te grof: het voorkomen van bedreigde bodemsoorten en habitats (vb grindbedden, biogene riffen) dienen nog geïntegreerd te worden.** De bescherming van deze habitats maakt ook deel uit van de opzet van marien beschermde gebieden en het vinden van een balans tussen natuurbescherming en voedselextractie (visserij) voor het streven naar een gezonder marien ecosysteem. Dit zal het toekomstig visserijonderzoek en beleid verder sturen.

Indicatoren en impact beoordeling

Er is een **hele set aan indicatoren** voor de evaluatie van de status van de zeebodem. Deze indicatoren hebben elk hun eigen historiek, specificaties en doelstellingen. In functie van de evaluatie van de impact van visserij op de zeebodem in de Vlaamse visserijgebieden zijn er momenteel 2 indicatoren (**OSPAR BH3 en de RBS indicator**) die toegepast worden op ruime schaal. Beide indicatoren hanteren dezelfde principes, namelijk de impact wordt bepaald aan de hand van de voetafdruk van de visserijmethode en de gevoeligheid van de bodem. In de wijze van berekening en bepaling van sensitiviteit verschillen ze qua aanpak: er is een kwalitatieve classificatie (OSPAR BH3 indicator gebaseerd op de MarLIN sensitiviteitsbeoordeling) en een kwantitatieve classificatie (RBS indicator gebaseerd op levensduur). **Beide methoden zijn geldig en zeker goed genoeg bevonden, maar het verband tussen beiden moet nog worden bepaald.** Voor bepaalde gebieden zien we een verschillende impactbeoordeling met beide methodes. Aangezien deze beoordelingen de basis vormen voor het beheer van de menselijke activiteiten op zee, is het van belang om verder te investeren in opvolging en onderzoek in de beoordelingsmethodieken.

In dit rapport geven we een uitgebreide analyse weer van de bodemimpact - bepaald door de '**Relatieve Benthische Status**' (RBS) indicator - voor verschillende types visserij in de Noordzee. Om specifiek de impact van de Vlaamse visserij en haar jaarlijkse variatie te kunnen karteren werd bovendien de RBS indicator aangepast en spreken we van de **Relatieve Benthische Impact of RBI indicator**. **Deze aangepaste indicator laat toe om bij de bodemimpact evaluatie ook rekening te houden met de visserijverstoring van andere vloten, naast de vistuig-specifieke sterftegraad en de gevoeligheid van de bodem.** Deze drie parameters (verstoring andere vloten, vistuig specifieke sterftegraad en gevoeligheid bodem) zijn cruciaal om de jaarlijkse bodemimpact kwantitatief te

evalueren per vaartuig of zeereis, en laat toe te berekenen wat de mogelijke vermindering aan bodemimpact is na aanpassingen van het vistuig of als er andere visgronden worden bevestigd.

De Relatieve Benthische impact van de Vlaamse visserij werd in kaart gebracht voor de periode 2012-2018. Deze visserij-impact volgt in grote lijnen de visserij-intensiteit. Recenter zien we echter dat de visserij-impact licht daalt terwijl de intensiteit iets hoger ligt. Dit komt doordat het aandeel van de boomkorvisserij daalt tussen 2016 en 2018 terwijl het aandeel van de visserij met bordennetten stijgt. De grootste bodemimpact van de Belgische visserij wordt veroorzaakt door de boomkor en de bordennetten. Zegennetten hebben ook een hoge visserij-intensiteit maar een lagere vistuig-specifieke sterftegraad terwijl garnalkorren en dreggen een lage visserij-intensiteit hebben.

De locatie waar de visserij zich concentreert verschilt voor de verschillende métiers. Boomkorvissers vissen over een breed gebied zodat de impact verspreid ligt met de grootste impact in de meer gevoelige gebieden ten noordoosten van Engeland, in het Engels kanaal en ten westen van Denemarken. Bordenvissers vissen voornamelijk in de centrale Noordzee. Garnalvissers veroorzaken voornamelijk een matige impact voor de Belgische kust. Zegennetten tonen een hoge spreiding en lagere impact terwijl dreggen voornamelijk langs de noordoostkust van Engeland en in het Engels kanaal een impact veroorzaken.

Mogelijkheden om bodemimpact te verminderen

Er zijn drie principes die helpen om bodemimpact te verminderen:

1. **Beperk acute verstoring** van de bodem, door technische aanpassingen aan het vistuig dat de penetratiediepte reduceert.
2. **Vis waar de bodem snel herstelt** van acute bodemverstoring, dus hiervoor dient er vooral ruimtelijk gewerkt te worden (keuze visgrond) door de verstoring minder te laten plaatsvinden in gebieden met een trage herstelcapaciteit of gedomineerd door fauna met lange levensduur.
3. **Vis waar al veel gevist is** (keuze visgrond), omdat in veel gevallen een eerste visserij-verstoring een hogere sterfte (impact op bodemleven) heeft dan een tweede en derde verstoring. Maar dit hangt wel sterk af van de herstelcapaciteit van de fauna.

Beleidsmatig dient dus ingezet te worden op de implementatie van technische aanpassingen in de vloot en een doordachte keuze van de visgronden (e.g. ruimtelijke planning visserij).

Qua technische aanpassingen, tonen simulaties aan dat aanpassingen aan de boomkor (SumWing) de potentie hebben om de bodemimpact tot een kwart te verminderen als ze wijdverspreid toegepast worden. Deze simulatie gaat er van uit dat de visserij niet beïnvloed wordt door het gebruik van die vistuigaanpassingen, een assumptie die verificatie vraagt en waarvoor de systematische registratie van vistuigkarakteristieken in het logboek vereist is. De realiteit leert dat het gebruik van de SumWing beperkt is tot enkele grote vaartuigen die met wekkers vissen. Voor die vaartuigen wordt een vermindering van de bodemimpact verwacht - op basis van de simulaties - als hun visserij grotendeels gelijk blijft. De theoretische boomkor die half zo diep in de bodem dringt kan de bodemimpact tot 75% verminderen als de visserij ongewijzigd toegepast wordt. De pulskor is een voorbeeld van een boomkor waarbij de penetratiediepte halveert, maar haar toepassing in praktijk toont aan dat haar bodemimpact ook werd beïnvloed door de locatie van de bevestigde visgronden.

Bodemimpact verminderen door de keuze van visgrond is geen evidente oplossing, maar heeft wel een aanzienlijk effect. Op basis van verschillende scenario's, waar er rekening gehouden wordt met zowel de historische bevissing als de herstelcapaciteit van de bodem kon de bodemimpact tot een kwart of zelfs de helft verminderd worden. Het is opmerkelijk dat het volledig vermijden van visgronden niet noodzakelijk tot een sterkere vermindering van de bodemimpact leidt, maar dat dit effect afhankelijk is van de toegenomen bodemimpact in andere gebieden. Bij de keuze van visgrond spreekt het nog meer voor zich dan bij vistuigaanpassingen dat de vangsten zullen wijzigen. De simulaties houden hier geen rekening mee maar kijken enkel naar de potentie tot bodemvermindering door het wijzigen van de visgronden. Bij een beleid gericht op het veranderen van visgrond is het belang om de '**kernvisgronden**' in kaart te brengen. Een voorbeeld werd opgemaakt waarbij, voor de Vlaamse boomkorvloot, de gebieden waar de 80% hoogste visserij-intensiteit van de boomkor zich bevindt aangeduid werden als kernvisgrond. Dit zijn een aantal duidelijke gebieden in het Engels

Kanaal, de kust van Engeland, de Duitse bocht en de Deense Noordkust. Een grote oppervlakte in de Noordzee wordt door de Belgische boomkor niet of aan zeer lage intensiteit bevestigd (perifere visgronden). **Verder onderzoek in functie van keuze visgrond vraagt nu om de ruimtelijke variatie in kern- en perifere visgrond, de gevoelige habitats, vangst (zie verder) en de relatie met marien beschermd gebieden beter in kaart te brengen.**

Economische implicaties

Het verband met socio-economische implicaties bij het streven naar verminderde bodemimpact werd internationaal onderzocht in een serie van internationale ICES workshops. Daarin werd gesteld dat de balans tussen bodemimpact en totale besomming kan opgesteld worden, maar dat er dan geen rekening gehouden wordt met de variabele kosten. Een aanpak die dit wel kan doen, is via het bepalen van de contributiemarge, maar deze vraagt ruimtelijke expliciete economische data op individueel niveau per métier, welke niet voorhanden is. Daarom wordt internationaal ook gewerkt met een vergelijking van de bodemimpact ten opzichte van de besomming of de biomassa aangevoerde vis. Hierbij wordt geen rekening gehouden met de samenstelling van de aanvoer.

Benthis nationaal analyses tonen dan ook nog aan dat **de vangstsamenstelling van groot belang is in het kader van ruimtelijke mogelijkheden om bodemimpact te verminderen**. Deze component verdient de nodige aandacht wanneer de potentie van ruimtelijke beheer met het oog op verminderen van bodemimpact wordt overwogen. De vangstsamenstelling van de Belgische visserij kan in de Noordzee en het Engels Kanaal geclusterd worden in 10 grote groepen. Zo is de bodemimpact per kg aangevoerde vis significant hoger in de cluster waar kabeljauw en tongschar de voornaamste doelsoorten zijn (aan de Deense kust). De bodemimpact verminderen door minder in dit gevoelige gebied te vissen betekent dan ook dat de vangstmogelijkheden voor kabeljauw en tongschar gecompromitteerd worden. Het is dus cruciaal om de samenstelling van de aanvoer mee in rekening te brengen in dit socio-economische verhaal.

Algemene conclusie

Binnen het project Benthis Nationaal werd de Europese procedure voor evaluatie van bodemimpact door visserij verder ontwikkeld en toegepast op Vlaamse vistuigen en visgronden. Dat gebeurde door specificaties van vistuig en gevoeligheid van habitats in rekening te brengen, en door de ontwikkeling van een nieuwe indicator. Hierbij werd de evolutie van de bodemimpact van de Vlaamse visserij in kaart gebracht. Ook laat de verfijning op maat van de Vlaamse visserij toe om scenario's te evalueren die bodemimpact kunnen milderen, en tegelijk rekening houden met het effect op de vangst en besomming. Zowel aanpassingen aan het vistuig als verschuivingen in keuze van visgronden kunnen bodemimpact verminderen, maar hun effect op de vangstsamenstelling is verschillend. Om de al gerealiseerde vermindering van bodemimpact door de Vlaamse visserij te kennen is nog extra informatie nodig over de configuratie van het vistuig per zeereis via de logboeken. Om de bodemimpact verder te kunnen verminderen is een meer diepgaande analyse nodig om de kernvisgronden te karteren en te weten hoe vangsten en besomming zullen wijzigen bij verplaatsing naar andere visgronden.

2 Inleiding

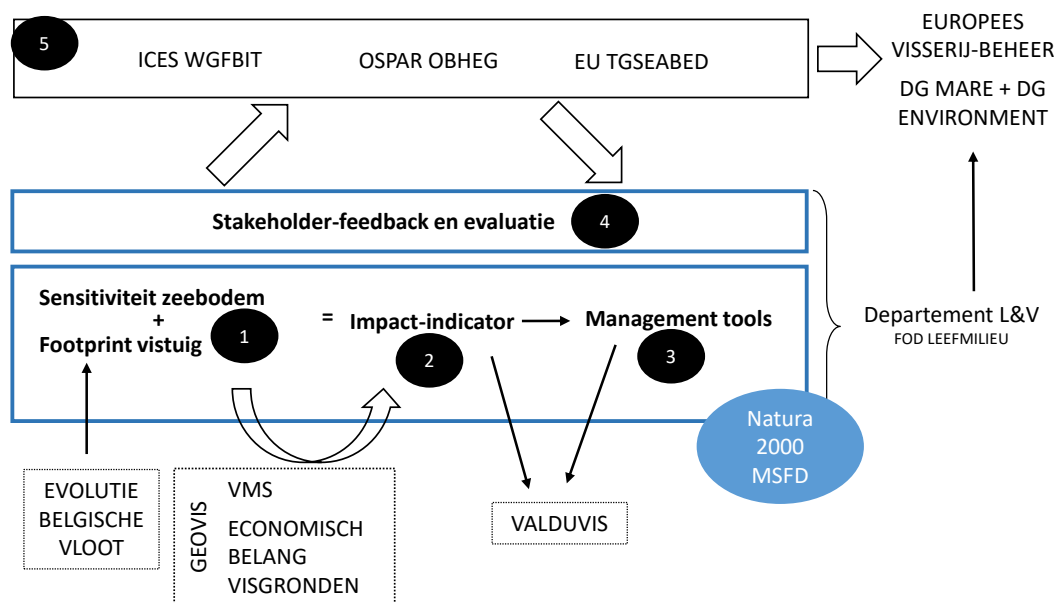
Het Vlaamse visserijbeleid streeft naar een verduurzaming van de Vlaamse visserij, zoals blijkt uit de beleidsbrief 2016-2017 van minister Joke Schauvliege en de beleidsbrief 2019-2024 van minister Hilde Crevits. Die houdt onder meer in dat de problematiek van de bodemberoering dient aangepakt te worden, zoals ook gesteld in Vistraject. De Valduvis methode, waarvan ook sprake in de beleidsbrief, duidt bodemberoering aan als een van de sleutelproblemen van onze visserij, wat ook wordt bevestigd door de MSC pre-assessment die de Rederscentrale liet uitvoeren. Ook het advies van de SALV wijst op de nood aan een minimale impact op het milieu van de zeevisserij.

Het evalueren van de bodemimpact door menselijke activiteiten is een noodzaak onder de Europese Kaderrichtlijn Marien Strategie (KRMS), waar er een descriptor “zeebodemintegriteit” is gedefinieerd. Daarom is de wetenschap en het beleid bezig met de ontwikkeling van een reeks indicatoren die de bodemberoering scoort in relatie tot het type bodem. Voor dit wordt er op internationaal niveau samengewerkt in EU-projecten (vb. Benthis project), EU-werkgroepen (vb. TG Seabed), ICES-werkgroepen en binnen de regionale zee conventies (vb. OSPAR). In dit kader werd dit Benthis Nationaal-project uitgevoerd, gestart in oktober 2018, met als doel het nagaan van de gevoeligheid van de verschillende types zeebodem voor de verschillende visserijtechnieken van de Belgische vloot en dit binnen de internationale context.

In internationale context hebben ICES en OSPAR, op vraag van de EU en lidstaten, intussen een set van indicatoren geïmplementeerd en gaan ze actief gebruikt worden in hun beleid. Binnen ICES werd er voorbereidend werk gedaan via verschillende ICES Workshops (WGFB, WGBENTH, WGSTAKE en WGTRADE) in 2016-2017. Om het ICES-advies rond bodemintegriteit voor de Europese wateren op permanente basis te ontwikkelen werd er in 2018 een werkgroep opgericht: WGFBIT (Working group on fisheries benthic impact and trade-offs; 2018-2020). Deze werkgroep heeft de procedure voor bodemberoeringsevaluatie verder geoperationaliseerd en in één tool (de Fishery benthic impact tool (FBIT)) samengebracht. Binnen OSPAR werkt men aan het ‘Quality status report of the North-East Atlantic waters’ (tegen 2023), waarbij er een aantal gemeenschappelijke indicatoren zijn gedefinieerd voor de evaluatie van de bodemintegriteit. Dit bouwt verder op de “OSPAR intermediate assessment 2017” (<https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/>).

Er is dus een heel internationaal proces aan de gang, dat zal resulteren in beoordeling van de zeebodemtoestand onder de KRMS. Bij het niet behalen van een goede milieutoestand zal dit consequenties hebben voor de menselijke activiteiten, welke de zeebodem negatief beïnvloeden. Bodemberoerende visserij heeft een serieuze invloed op het zeebodemecosysteem en wordt toegepast op een zeer brede schaal in de EU-wateren. Dit resulteert in beleidsmaatregelen voor visserij rond vermindering bodemberoering. Dit Benthis Nationaal-project biedt daarom ondersteuning aan de visserijsector en beleid inzake deze problematiek voor de sector. Daarnaast trachten we om de methodieken verder wetenschappelijk te ontwikkelen en meer gebruiksklaar te maken. Want de indicatoren zijn in principe gebruiksklaar maar ze houden niet altijd rekening met de specifieke eigenschappen van lokale visserijen. Zo zijn ze nog niet aangepast om de detailkenmerken van de vistuigen gebruikt in de Vlaamse visserij in rekening te brengen. Daarenboven hebben de Vlaamse vissers en het beleid geen zicht op de gevoeligheid van hun visgronden qua bodemberoering. Het is belangrijk in de ganse discussie dat deze partijen toegang hebben tot deze informatie.

Er was dus nood aan een initiatief dat de Benthis methode aanpast aan de Vlaamse situatie en dat de Benthis informatie toegankelijk maakt voor onze vissers en beleidsmensen. Deze informatie en ontwikkelingen zijn nu gebundeld in dit rapport.



Figuur 1. Invulling en structuur project Benthis Nationaal in relatie tot andere projecten en het beleid. Nummers geven de project doelstellingen weer.

In dit rapport werden volgende specifieke projectdoelstellingen uitgewerkt om maximale ondersteuning te geven aan de Vlaamse visserij in dit Europees proces en gevisualiseerd in **Error! Reference source not found..**

1. **Typische kenmerken van de Vlaamse vistuigen en haar visgronden gekarakteriseerd.** Karakterisering van de vistuigen en hun visgronden zal helpen om de belangen van de Vlaamse visserij te accentueren bij de Europese ontwikkeling van bodemimpact indicatoren (vb FBIT tool). Het bepalen van de bodemimpact door visserij gebeurt vanuit twee componenten:
 - **VOETAFDRIJK:** De voetafdruk van een vistuig is de druk die het uitoefent op de bodem en wordt bepaald door de penetratie van het vistuig in het sediment en de visserijactiviteit verspreiding (VMS).
 - **BODEM SENSITIVITEIT:** De bodem gevoeligheid is de mate dat de bodemfauna resistent en veerkrachtig is tegen verstoring. Voor het bepalen van de bodemsensitiviteit zijn er verschillende indicatoren ontwikkeld met als doel om de gevoeligheid van een bodemtype in te schatten.
2. **De inspanningen van de Vlaamse visserij naar verminderde bodemimpact gekarteerd en haar economische gevolgen gekwantificeerd in Europese context.** Hiervoor werd de FBIT-tool toegepast op de visgronden van de Vlaamse visserij om aan te duiden waar visserijactiviteiten een sterke-matige of beperkt invloed had. Via scenario building werden er een aantal visserijmanagementstrategieën ontwikkeld om inzicht te krijgen hoe in de toekomst de essentiële Vlaamse visgronden op een duurzamere manier (verminderde bodemimpact) verder geëxploiteerd kunnen worden.
3. Deze Vlaamse ontwikkelingen werden uitgevoerd binnen de ontwikkelingen op Europees niveau. Opdat rekening gehouden zou worden met de Vlaamse visserij binnen de Europese ontwikkelingen werd in dit project een **transparant kader geschept voor de invulling van Vlaamse visserijkarakteristieken op Europees niveau.** Hiervoor zijn de stakeholders (de Rederscentrale, Dienst Visserij) nauw betrokken bij het project, wordt er samengewerkt met gerelateerde projecten (vb. Visserij Verduurzaamt), werden er mogelijkheden gecreëerd om als stakeholder actief deel te nemen aan het EU-beleid (vb. gerichte ICES stakeholder workshops) en namen wij zeer actief deel aan de OSPAR, ICES en EU vergaderingen.
4. Door het internationale karakter van dit project zijn de **Europese evoluties binnen ICES, OSPAR en gelijklopende nationale EFMZV-projecten opgevolgd** voor de periode 2018-2021.

3 Fysische verstoring: visserij voetafdruk & resuspensie

3.1 Types boomkor Belgische visserij

In het Benthis-project werden vistuigen op basis van enquêtering ingedeeld in verschillende visserij-métiers. Er werden 14 groepen gedefinieerd (Eigaard et al., 2016), waarvan slechts drie types boomkor: de platvisboomkor, de garnalenboomkor en de boomkorvisserij op wulken (typisch voor de Zwarte Zee). Voor de Vlaamse visserij dient dit gedetailleerder te zijn. Er zijn verschillende types platvisboomkor afhankelijk van de visgronden, de doelsoorten en de keuze van de schippers. De Vlaamse visserij heeft een lange geschiedenis met het gebruik van de boomkorvisserij en heeft deze in de loop der jaren aangepast om zo efficiënt mogelijk op platvis of garnaal te vissen.

In Lenoir et al. (2022 in prep) wordt een overzicht gegeven van de verschillende vistuigen gebruikt door de Belgische vloot. De boomkor en zijn aanpassingen, de bordennetten, de flyshoot, mechanische dreggen en staande netten worden er in detail besproken. Voor de verschillende types boomkor wordt er onderscheid gemaakt tussen de traditionele platvisboomkor, de SumWing, Aqua Planing Gear, de boomkor met Ecoroll, rolsloffen, de garnalenboomkor en de garnalenspulskor. Technische karakteristieken van deze verschillende boomkorvistuigen zijn er opgelijst. Sommige aanpassingen zorgen voor een aantoonbaar verschil in brandstofverbruik, efficiëntie en/of bodempenetratie. Andere aanpassingen, zoals het gebruik van Aqua Planing Gear, werden nog niet wetenschappelijk onderzocht en vergeleken met de traditionele boomkor.

De verschillende karakteristieken van deze boomkorvarianten kunnen leiden tot een verschillende bodemimpact. Zo zullen lichtere vistuigen in theorie een verminderde bodemimpact veroorzaken. Een van de mogelijkheden om bodemimpact te verminderen is bijgevolg overschakelen op vistuigen met een lagere impact zoals de SumWing. In het Benthis Nationaal project hebben we ervoor gekozen de impact uit te werken voor 3 verschillende Belgische boomkor métiers waarvoor we voldoende cijfers beschikbaar hadden: de traditionele boomkor, de SumWing en de theoretische boomkor met 50% penetratie reductie (cfr. de pulskor).

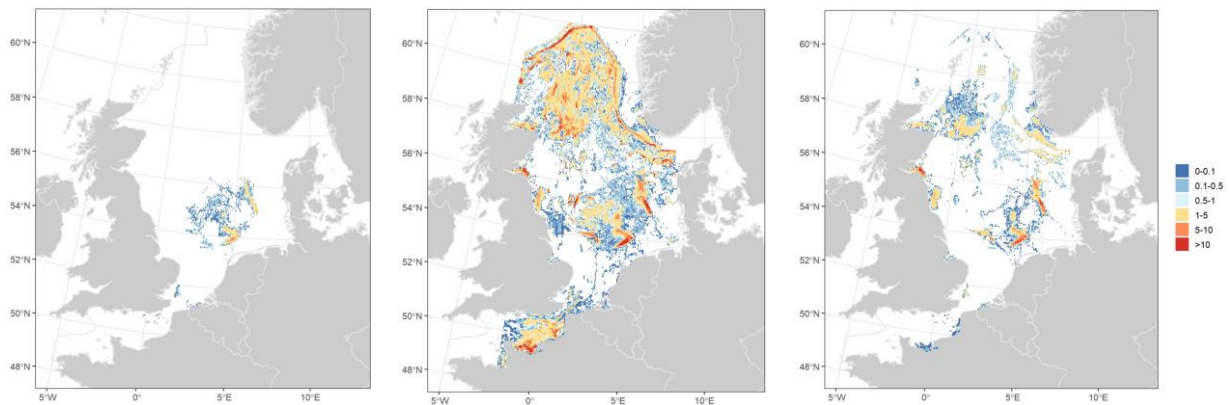
3.2 Voetafdruk van de Belgische visserij: swept area ratio

De voetafdruk of *footprint* van sleepnetvisserijen brengt de omvang en de intensiteit van visserij in kaart. Het is pas relatief recent dat gegevens van het *Vessel Monitoring System* (VMS) algemeen beschikbaar gesteld worden om samen met de aanvoerdatta uit het logboek een beeld te geven waar de visserijdruk veroorzaakt op het benthisch ecosysteem en uit welke visgronden de belangrijkste aanvoer en besomming gerealiseerd wordt. Het GEOVIS-platform (<https://www.geofish.be/>) verwerkt deze gegevens en biedt de mogelijkheid om in detail na te gaan welke soorten de Belgische visserij aanlandt.

Belgische VMS-data werden aan logboek data gekoppeld voor de jaren 2012 tot en met 2017, omdat voor die jaren ook de Europese data vrij beschikbaar zijn. De koppeling volgt de methodologie van Bastardie et al. (2010) en Hintzen et al. (2012). Individuele logboekgegevens worden aan een visserijmétier toegeschreven dat gekoppeld wordt aan de Benthis-métiers zoals ze in Eigaard et al. (2016) en Rijnsdorp et al. (2020) zijn omschreven en toegepast. De bestaande relaties tussen de dimensies van het vistuig en de grootte van het vaartuig werden voor elk van de métiers toegepast en verbeterd waar informatie uit het project 'Visserij Verduurzaamt' beschikbaar was (zoals bijvoorbeeld voor de SumWing). Op basis van de breedte van het vistuig, de visuren en de geviste snelheid uit de VMS data werd de jaarlijkse beviste oppervlakte berekend per gridcel of c-square van 0.05×0.05 graden. Deze beviste oppervlakte werd gedeeld door de oppervlakte van elke gridcel ($\sim 15\text{-}20\text{km}^2$) om

een ratio van beviste oppervlakte per gridcel te bekomen: *Swept Area Ratio (SAR)*. De SAR wordt gebruikt als parameters om visserijdruk in te schatten (ICES, 2019a).

De visserij-inspanning van de Europese en de Belgische vloot toont in de 'Grotere Noordzee' (*Greater North Sea*, hierna Noordzee) een duidelijk patroon, waarbij visserij met bordennetten (gericht op langoustines of op rondvis) vooral in de Centrale en Noordelijke Noordzee plaatsvindt, terwijl boomkorvisserij een typische visserij van de Zuidelijke Noordzee is. De Belgische visserij met bordennetten is vooral geconcentreerd in de Centrale Noordzee zoals de Duitse bocht (Figuur 2).



Figuur 2. Beviste oppervlakte ratio van Belgische bordennetvisserij (links), Europese bordennetvisserij op rondvis (centraal) en Europese bordennetvisserij op langoustines (rechts)

De Belgische visserij bestaat voornamelijk uit boomkorvisserij. De Belgische boomkorvisserij gericht op platvis is slechts een fractie van de totale boomkorvisserij in de Noordzee (Figuur 3, Figuur 4). Belangrijke visgronden voor de Belgische visserij met de platvisboomkor zijn in het westen van de Zuidelijke Noordzee (monding van de Theems), in het noordoosten van de Noordzee (aan de Deense kust) en in Engels Kanaal.

In 2012 was de Nederlandse pulskor al volop geïntroduceerd (Haasnoot et al 2016). De Belgische visserij-inspanning in 2010-2013 was al sterk verminderd ten opzichte van de voorgaande jaren 2006-2008 in de monding van de Theems (Sys et al 2013). In de Zuidelijke Noordzee is in de periode 2006-2018 de globale visserij-inspanning gedaald voor zowel de Nederlandse als de Belgische boomkorvisserij, maar die daling was sterker voor de Belgische visserij (-72%) dan voor de Nederlandse visserij (-30%) (Van Steenbrugge et al 2020). De Nederlandse visserij was overgeschakeld op de pulskor die een hogere vangstefficiëntie heeft voor tong (+74% voor kleine vaartuigen, +17% voor grotere vaartuigen), maar een lagere vangstefficiëntie voor schol (-31% voor kleine, -32% voor grotere vaartuigen) (Poos et al 2020).

Het gevolg van de toegenomen visserijdruk door de Nederlandse visserij en de lagere vangstefficiëntie van de conventionele Belgische boomkor heeft ertoe geleid dat de visserijdruk over de periode 2012-2017 licht gestegen is in het Engels Kanaal, maar vooral verplaatst is binnen de Noordzee van het westen naar het oosten (Figuur 3). De Belgische boomkorvisserij hebben zich meer geconcentreerd op de visserij in de Deense zone en in de Duitse bocht, en visten minder in de monding van de Theems en langs de kusten van het Verenigd Koninkrijk.

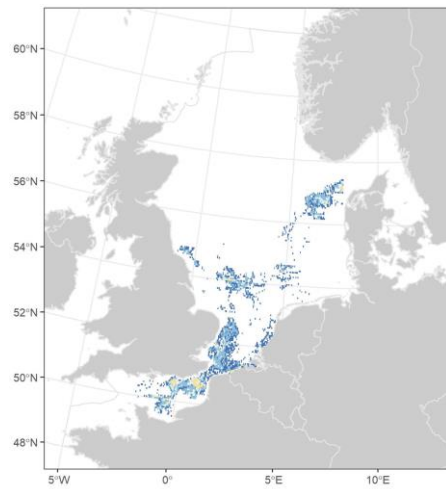
Het jaarlijks in kaart brengen van de visserijdruk toont vooral dat visserij geen statisch gegeven is, maar dat visserij-inspanning aan dynamiek onderhevig is die in dit geval voornamelijk bepaald werd door de introductie van de Nederlandse pulsvisserij. Desalniettemin is de visserijvoetafdruk relatief stabiel op Noordzee schaal (Figuur 3) (ICES, 2021), maar zijn er in dit geval wel duidelijke verschuivingen tussen de vloten, waar onze analyse op wijst. De pulsvisserij was als uitzondering op de Europese regelgeving toegestaan, maar deze toelating werd niet verlengd. Sinds 2021 is de pulsvisserij verboden wat

aanleiding zou kunnen geven tot een nieuwe, substantiële wijziging van de dynamiek van de Belgische vloot. De evoluties van Brexit, beschermde gebieden als Natura2000 en exclusie door windmolenparken heeft eveneens invloed op de dynamiek van de vloot. Het evalueren van de visserijdruk vraagt dus een jaarlijkse berekening van de SAR op basis van VMS en logboekdata. De vlootdynamica beter begrijpen en scenario's doorrekenen is dan ook een noodzakelijke stap om het effect van aanpassingen van de ruimtelijke verspreiding van visserij op bodemimpact te kunnen begrijpen. Hiervoor kunnen vlootdynamische modellen toegepast worden zoals in Bastardie et al (2020), maar deze zijn momenteel niet ontwikkeld voor de Belgische vloot.

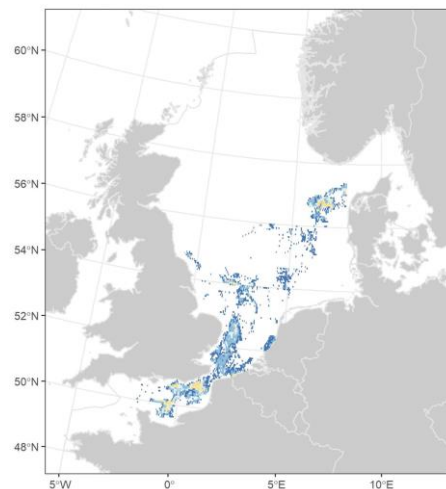
3.2.1 Conclusies en aanbevelingen voetafdruk

Om de voetafdruk van de Belgische visserij realistischer in kaart te kunnen brengen, vereist de registratie van vistuigkarakteristieken in het logboek meer details. Voor de platvisboomkorvisserij is het alvast belangrijk om een onderscheid te maken tussen boomkor met kettingmat versus boomkor met wekkers, en of een SumWing gebruikt wordt of niet. Desalniettemin, belangrijke wijzigingen in het logboek verdienen de nodige aandacht om in praktijk werkbaar te zijn voor vissers en vragen een goed overwogen keuze van gebruikte naamgeving van de vistuigen. Een voorstel tot verfijning van deze registratie van vistuigkarakteristieken is weergegeven in annex 1.

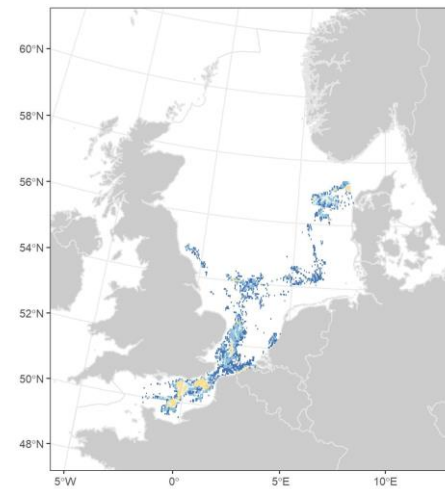
2012



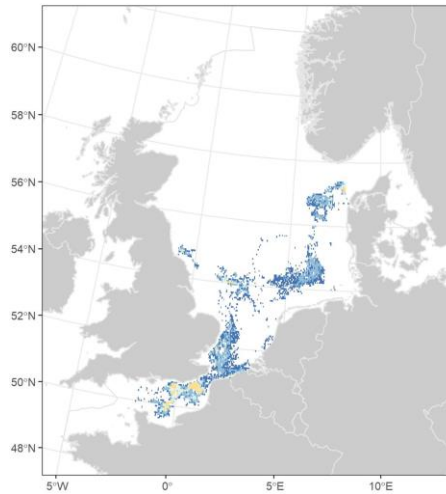
2013



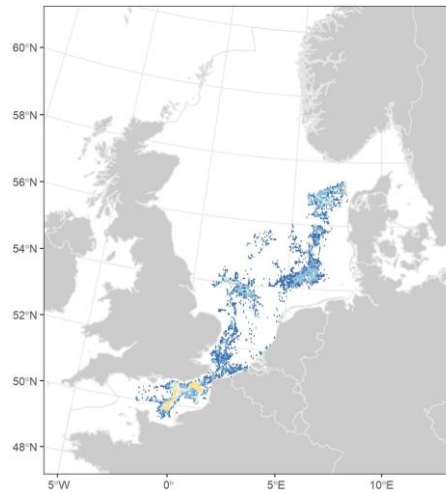
2014



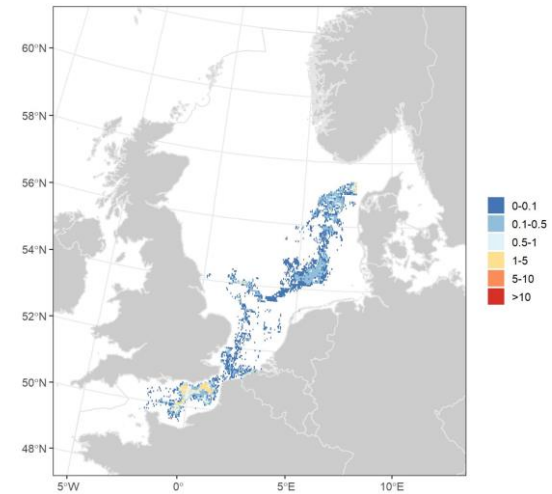
2015



2016

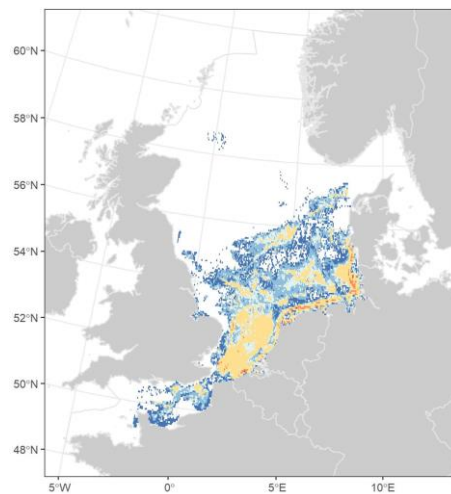


2017

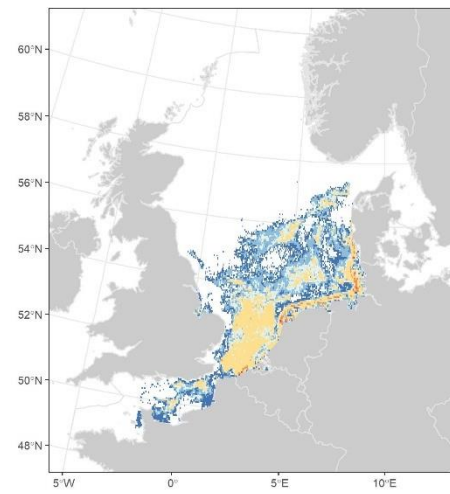


Figuur 3. Jaarlijkse beviste oppervlakte ratio door de Belgische platvisboomkorvisserij (2012-2017).

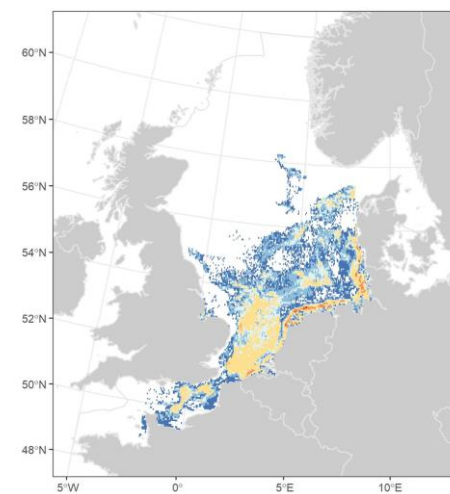
2012



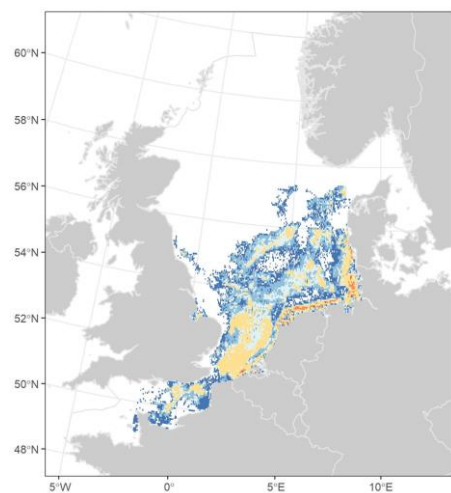
2013



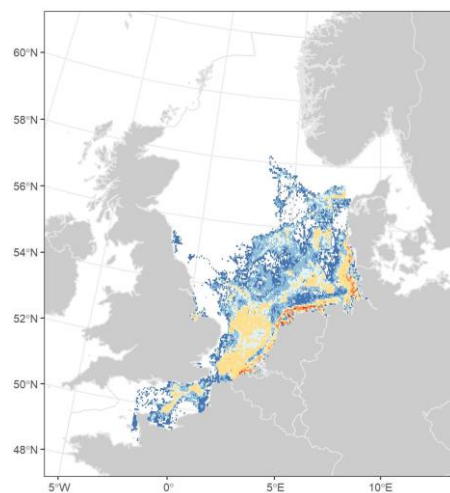
2014



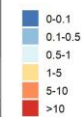
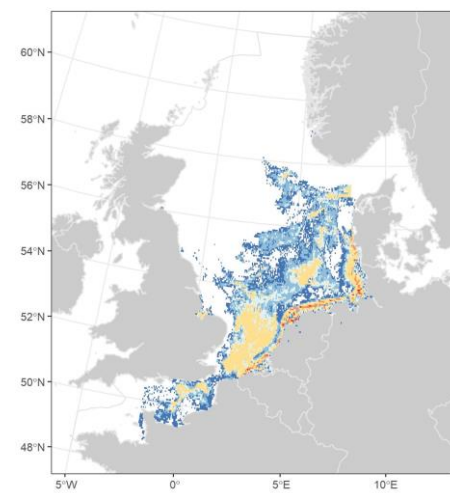
2015



2016



2017



Figuur 4. Jaarlijks beviste oppervlakte ratio door de Europese platvisboomkorvisserij, incl Belgische visserij (2012-2017).

3.3 Bodemimpact: sediment resuspensie

Bodemsleepnetten hebben niet enkel een effect op de zeebodem en het bentisch ecosysteem, maar brengen ook fijn sediment in suspensie. Wanneer een bodemsleepnet actief vist, dan is er geotechnische en hydrodynamische weerstand (O'Neill & Ivanović, 2016). De hydrodynamische weerstand veroorzaakt na passage een onderdruk waardoor fijn sediment opgezogen wordt in de waterkolom. De hoeveelheid sediment die in de waterkolom terecht komt, kan geschat worden op basis van de wetten van de hydrodynamica. Dit project heeft ertoe bijgedragen om die wetmatigheden toe te passen op de platvisboomkor om in te schatten wat het effect is van verschillende vistuigen. Hiervoor hebben we een methodologie ontwikkeld waarbij een boomkor opgedeeld wordt in haar individuele componenten: de sloffen, wekkerkettingen of kettingmat, de grondpees en het net. Op basis van de geometrische vorm werd het frontale oppervlak berekend dat ons samen met de vissnelheid en de verdeling van fijn sediment in habitats in staat gesteld heeft om de hoeveelheid gemobiliseerd sediment in te schatten. Metingen werden uitgevoerd voor de boomkor met kettingmat en met wekkers. De resultaten zijn gepubliceerd in:

Rijnsdorp, A. D., Depestele, J., Molenaar, P., Eigaard, O. R., Ivanović, A., and O'Neill, F.G., 2021 Sediment mobilization by bottom trawls: a model approach applied to the Dutch North Sea beam trawl fishery. – ICES Journal of Marine Science, 78: 1574–1586.

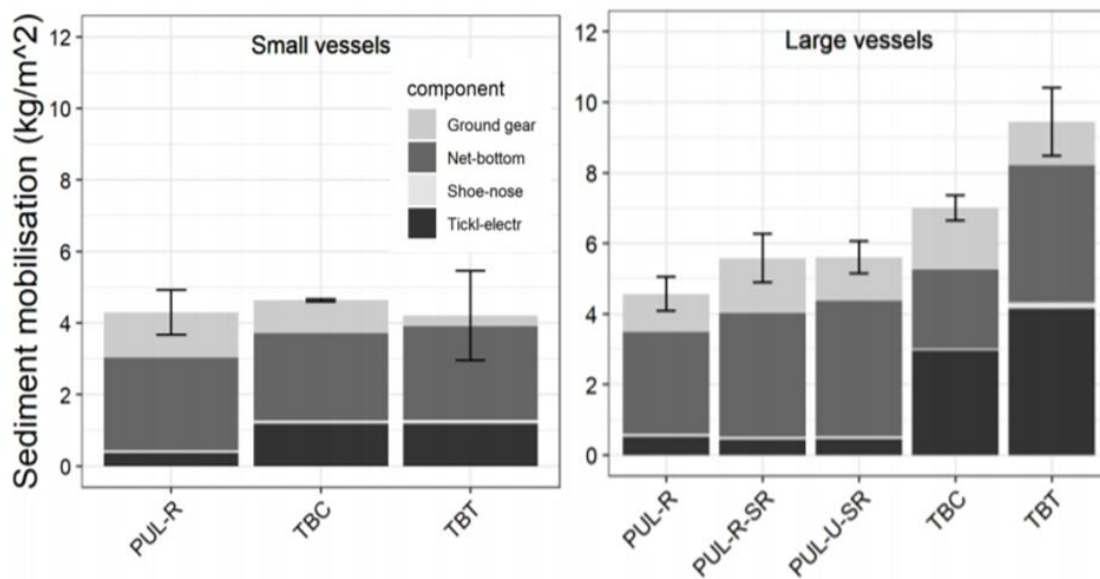
3.3.1 Sediment resuspensie door boomkorvisserij

Op basis van deze studie blijkt dat niet enkel het net maar ook de wekkers of kettingmat een belangrijke bijdrage leveren aan de mobilisatie van sediment. Ook de vissnelheid en de locatie van de visgronden heeft een grote invloed op de hoeveelheid gemobiliseerd sediment.

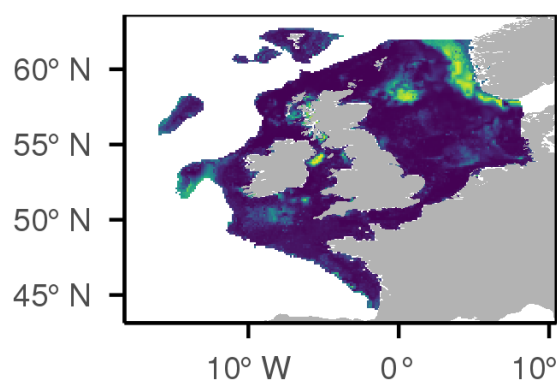
Grote boomkorvaartuigen hebben een hogere dynamische weerstand dan kleine vaartuigen. Het effect van het vistuig is kleiner en afhankelijk van de grootte van het vaartuig. De hoeveelheid gemobiliseerd sediment is hoger voor vaartuigen die in fijner sediment vissen. **Error! Reference source not found.** toont bijvoorbeeld dat fijn sediment vooral voorkomt in de visgronden van de langoustinevisserijen, maar ook in de Duitse bocht of in de Liverpool baai van de Ierse Zee. Deze visgronden zijn van belang voor de grote vaartuigen (>221kW) van de Belgische boomkorvisserij. In de Nederlandse boomkorvisserij was het verschil tussen boomkor met wekkers ($4.21 \pm 1.26 \text{ kgm}^{-2}$) en kettingmat ($4.64 \pm 0.04 \text{ kgm}^{-2}$) beperkt, terwijl er door het grote vlootsegment significant meer sediment gemobiliseerd werd door wekkertuigen ($9.45 \pm 0.97 \text{ kgm}^{-2}$) dan door kettingmattuigen ($7.01 \pm 0.35 \text{ kgm}^{-2}$).

De berekende waarden (**Error! Reference source not found.**) zijn minder representatief voor de Belgische visserij, omdat in de Belgische visserij de korrestok varieert tussen 9 en 12m bij grote vaartuigen en gemiddeld aan lagere snelheden gevist wordt dan in de Nederlandse vloot waarvoor de berekening gepreciseerd konden worden. De berekening werd niet uitgevoerd voor de Belgische vloot omdat het onvoldoende gekend is welke vaartuigen met kettingmat of wekkers vissen. De mobilisatie van sediment zal wellicht lager liggen, omdat er aan lagere snelheden wordt gevist (1.9 m/s voor eurokotters en 2.2 m/s voor grote boomkorvaartuigen).

Een aanbeveling is dan ook om de kettingmat en wekkers als parameters op te nemen in het logboek (zie annex 1).



Figuur 5 Sediment resuspensie (kg per m²) voor de vistuigonderdelen van drie verschillende soorten pulskor, een conventionele boomkor met kettingmat of met wekkers voor kleine (links) en grote (rechts) vaartuigen (overgenomen uit Rijnsdorp et al 2021).



Figuur 6 Kaart met percentage fijn sediment ('mud') variërend van lage (donkerblauw) tot hoge percentages (geel). De kaart is overgenomen van Wilson et al (2018).

Tabel 1 Gemodelleerde hydrodynamische weerstand (kN/m korrestok) voor de hoofdcomponenten van de boomkor met wekkers en kettingmat, gebaseerd op Rijnsdorp et al (2021).

	EUROKOTTERS			GROTE BOOMKORVAARTUIGEN		
	gemiddelde	SD	N	gemiddelde	SD	N
BOOMKOR MET WEKKERS						
Vissnelheid (m/s)	2.59	0.33	51	3.25	0.2	76
Wekkers	0.699	0.194	3	2.118	0.352	8
Grondpees	0.135	0.115	2	0.572	0.14	7
Net	1.595	0.805	3	1.967	0.333	12
Sloffen	0.019	–	1	0.013	0.002	6
BOOMKOR MET KETTINGMAT						
Vissnelheid (m/s)	2.73	0.09	5	3.13	0.11	10
Wekkers	0.754	–	1	2.19	0.02	2
Grondpees	0.581	–	1	1.272	0.062	2
Net	1.594	–	1	1.638	0.246	2
Sloffen	0.021	–	1	0.012	0.002	6

3.3.2 Belang van sediment resuspensie

Begin 2021 verscheen een studie van Sala et al (2021) in het topvakblad 'Nature' die internationale weerklank had in de internationale pers. Zo kopte de Engels krant 'the Guardian' dat bodemsleepnetten evenveel koolstof vrijstellen als luchtverkeer (*The Guardian*, 17 march 2021). De top 10 landen met de hoogste koolstofuitstoot door visserij zijn grote visserijlanden zoals China, Rusland Noorwegen en Spanje, maar ook landen als Italië, Frankrijk en Nederland. Er werd een boomkor gebruikt als foto van een vistuig met veel impact (Figuur 7). De studie werd ondertussen al 83 keer geciteerd volgens *Google scholar* (13/12/2021) wat het belang aantoont van sedimentresuspensie en de link met klimaatverandering.



Figuur 7 de Guardian kopte dat bodemsleepnetten evenveel koolstof uitstoten als luchtverkeer en gebruikte als illustratie deze foto van een kettingmatboomkor. © apherspective/Alamy

Inderdaad, onlangs werd de rol van sediment resuspensie samen met de sterfte van benthische organismen geïdentificeerd als sleuteloorzaak voor het versnellen van het mineralisatieproces in de bodem (De Borger et al 2020). De resuspensie van het sediment werd hiervoor gebaseerd op Rijnsdorp et al (2021). Rijnsdorp et al (2021) toonde in een vergelijking met empirische data aan dat de invloed van het net meer wetenschappelijke studie verdient om voldoende accuraat te zijn.

3.3.3 Conclusies en aanbevelingen sedimentresuspensie

De methode om sediment resuspensie te evalueren is belangrijk om realistische cijfers in te schatten van de rol van boomkorvisserij op het mineralisatieproces in de zeebodem en rol die bodemvisserij speelt in het vrijstellen van koolstof die normaliter in de bodem wordt opgeslagen. De hier voorgestelde methode verdient verdere verfijning om realistische waarden van die vrijstelling te kunnen berekenen.

Daarbij is het voor de platvisboomkorvisserij alvast belangrijk om een onderscheid te kunnen maken tussen boomkor met kettingmat versus boomkor met wekkers, en of een SumWing gebruikt wordt of niet (zie ook hogere aanbevelingen). De boomkor met kettingmat wordt gewoonlijk trager gesleept, waardoor sediment resuspensie lager is.

4 Bodemsensitiviteit

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen die er gebeurd zijn rond de verfijning van de indicatoren voor het bepalen van de bodemsensitiviteit. Dit ook met specifieke aandacht naar de invloed van de bodemsensitiviteit op de visserij activiteiten.

4.1 Overzicht lijst van de habitats en hun sensitiviteit

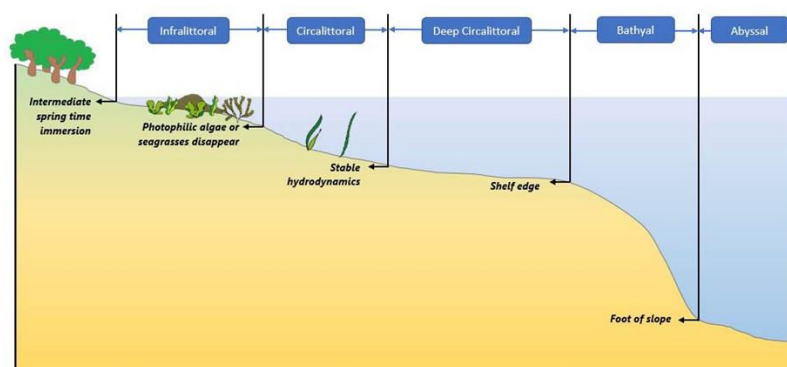
De mariene fauna en hun habitats zijn gekenmerkt door een verschillende gevoeligheid voor verstoring. Enerzijds is er de natuurlijke verstoring, voornamelijk veroorzaakt door stroming en golfwerking en anderzijds de menselijke verstoring. Daarom zullen habitats en soorten die leven in dynamische milieus overwegend minder gevoelig zijn voor menselijke fysische verstoring dan habitats en soorten levend in niet-dynamische milieus. In hoog dynamische gebieden, zoals de Zuidelijke Noordzee en het Engels kanaal, zal bodemschuifspanning (een maat voor de kans dat sediment in beweging komt) door stromingen bij veranderend getij en hoge golfhoogte bijvoorbeeld net als de visserij het bodemleven beïnvloeden.

4.1.1 Habitat types en Vlaamse visserijactiviteit

Een habitat of leefomgeving kan worden gedefinieerd als de natuurlijke omgeving van een (groep) organisme(n), bepaald door biotische en abiotische factoren. De habitatclassificatie – gebruikt binnen de EU milieurichtlijnen – is gebaseerd op het EUNIS classificatie systeem. De EUNIS-habitatclassificatie is een omvattend pan-Europees systeem voor habitatidentificatie. De classificatie is hiërarchisch en bestrijkt alle typen habitats, van natuurlijke tot kunstmatige, van terrestrische tot zoetwater- en mariene habitats. De habitattypes worden aangeduid met specifieke codes, namen en beschrijvingen. Voor de mariene habitats is de classificatie voornamelijk opgemaakt in functie van diepte en sedimenttype.

De diepte indeling die gebruikt wordt is (Figuur 8):

- Infralittoral: het gebied dieper dan het laag tij, waar er voldoende licht is om algengroei toe te laten (het permanente onderwater deel van de fotische zone).
- Circalittoral: het gebied van het infralittoral tot de maximum diepte waarop golfwerking het sediment kan verstoren.
- Deep Circalittoral: het gebied dieper dan de golfwerkingslimiet tot het einde van de continental shelf rand.
- Bathyal and Abyssal is dieper dan de continental shelf rand, maar is een dieptezone waar er geen Vlaamse visserij actief is (en meestal boomkor visserij in het algemeen).



Figuur 8. Diepte indeling zoals gebruikt in Emodnet Seabed habitats.

De gekende sedimenttypes zijn: grof zanderig sediment, zanderig sediment, fijn zand of slibrijk zand, slib en mixed sediment.

Het EUNIS-habitatclassificatie schema is een hiërarchisch schema en bestaat uit 5-6 niveaus. Het eerste niveau is 'marine' en de opdeling op niveau 2 en 3 is gebaseerd op fysische variabelen, inclusief deze gelinkt aan diepte (vb. licht penetratie, golfwerking, temperatuur), substraattypen en energie. Een biologisch variabele (soortensamenstelling) wordt pas meegenomen vanaf niveau 4. Niveau 5 (en 6) zijn de habitats zoals ze gedefinieerd worden door de dominante soorten. In deze studie werken we met de habitats tot op niveau 3 (niet niveau 4 en 5-6). Dit hoger niveau zorgt ervoor dat er binnen een habitat niveau 3 nog heel wat verschillende sub-habitat types zijn, en dus heel wat habitat variatie niet meegenomen wordt door het werken op niveau 3.

Daarnaast is er voor de rapportage voor bodemintegriteit onder de KRMS een beoordeling per KRMS 'broad habitat type' vooropgesteld door de EU (Figuur 9), welke gelinkt zijn aan het EUNIS-classificatie systeem (Condé et al., 2018). Dit is het minimale niveau waarop de habitat status dient gerapporteerd te worden. Daarom worden in deze rapportage beide classificaties opgenomen. Het verschil is dat het 'deep circalittoral', nu gecatalogeerd wordt als 'offshore circalittoral'. In sedimenttypes maakt men geen onderscheid meer tussen fijn zand, slibrijk zand en zandrijk slib, en wordt er geklasseerd onder zand of slib type. De verhouding tussen beide habitat classificaties is weergegeven in Tabel .

			Hard/firm		Soft			
			Rock*	Biogenic habitat**	Coarse	Mixed	Sand	Mud
Depth Zones	Phytal gradient/ hydrodynamic gradient	Littoral	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MA6
		Infralittoral	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	MB6
		Circalittoral	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
	Aphytal/ hydrodynamic gradient	Offshore circalittoral	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	MD6
		Upper bathyal	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6
		Lower bathyal	MF1	MF2	MF3	MF4	MF5	MF6
		Abyssal	MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6

* Includes soft rock, marls, clays, artificial hard substrata

** Biogenic habitat formed by plants or animals

Figuur 9. Overzicht van de MSFD habitats. Dit is het niveau waarop de Europese beoordelingsevaluatie voor bodemintegriteit dient gebaseerd te zijn en is gelinkt met de EUNIS classificatie.

4.1.2 Habitat sensitiviteitsclassificaties gebaseerd op MarLIN

4.1.2.1 MarLIN methode (OSPAR BH3 indicator)

Om een habitat gevoeligheidsclassificatie te maken van de visgronden voor de Vlaamse visserij (**Error! Reference source not found.**) hebben wij onze evaluatie gebaseerd op de informatie die beschikbaar is op MarLIN (www.marlin.ac.uk). MarLIN bevat het grootste overzicht van de effecten van menselijke activiteiten op mariene soorten en habitats dat ooit is gemaakt. Het is dan ook een relevante bron voor het bepalen van de gevoeligheid van de habitats. Op de MarLIN-website (www.marlin.ac.uk) wordt de gevoeligheid van geselecteerde habitats bepaald op basis van de MarESA-benadering (Marine Evidence based Sensitivity Assessment; https://www.marlin.ac.uk/sensitivity/sensitivity_rationale; Tyler-Walters et al., 2018). Het 'begrip' gevoeligheid wordt in deze benadering gedefinieerd als een product van (1) de waarschijnlijkheid van schade (intolerantie of resistentie genoemd) als gevolg van een druk en (2) de snelheid van (of tijd die nodig is voor) herstel (herstelbaarheid, of veerkracht genoemd) zodra de druk is verminderd of opgeheven (Tyler-Walters et al., 2018). Gevoeligheid is een

inherente eigenschap die wordt bepaald door de biologie/ecologie van de soort of habitat in kwestie. Maar het is een 'relatief' concept, aangezien het afhangt van de mate (uitgedrukt als omvang, reikwijdte, frequentie of duur) van het effect op het habitat. Daarom dat voor een impactbeoordeling, de visserijdruk (voetafdruk) dient meegenomen te worden in de beoordeling. Deze visserijdruk bepaalt namelijk de omvang van de druk. Een habitat met lage gevoeligheid, maar hoge visserijdruk kan dus gecatalogeerd worden als “sterk beïnvloed”. Een habitat dat gevoelig is, zal wel al onder een lagere visserijdruk gecatalogeerd worden als “sterk beïnvloed”. Deze evaluatie op een kwalitatieve manier zien we terugkomen in de BH3 indicator van OSPAR (zie hoofdstuk 4.2; Tabel 9).

Voor dit rapport bepalen we de gevoeligheid van de belangrijkste habitattypes in de Belgische visgronden op basis van de MarLin classificatie voor twee types fysische drukken (<https://www.marlin.ac.uk/sensitivity/SNCB-benchmarks>):

- **Abrasion / verstoring aan het bodem oppervlak:** Schade aan oppervlakte-eigenschappen (bv. soorten en fysieke structuren binnen het habitat). De effecten zijn voornamelijk relevant voor epiflora (vb. wieren, zeegras) en epifauna die aan het oppervlak van het substraat leven. In het sublitorale deel kan abrasion worden veroorzaakt door korven, kabels en kettingen van vast vistuig en aanmeervoorzieningen, verankering van pleziervaartuigen, op de zeebodem geplaatste voorwerpen zoals de poten van booreilanden, en het oogsten van zeewier (bv. kelpen) of andere intergetijdensoorten (door vertrappeling) of van epifaunale soorten (bv. oesters). In sublitorale habitats kan een passerend bodemvistuig ook oppervlakte abrasion veroorzaken bij epifaunale en epiflorale gemeenschappen (incl. biogene rifgemeenschappen).
- **Penetratie en verstoring onder het bodem oppervlak:** Schade aan ondergrondse kenmerken (bv. soorten en fysieke structuren binnen het habitat). Fysieke verstoring van sedimenten waarbij er weinig of geen verlies is van substraat uit het systeem. Deze druk houdt verband met activiteiten zoals ankeren, het nemen van sediment-/geologische boorkernen, het ingraven van kabels (ploegen), schroefwater van schepen, bepaalde visserijactiviteiten, b.v. sint-jakobsschelpen visserij, boomkorvisserij.

Deze habitat sensitiviteit classificatie wordt verder meegenomen in Visserij Verduurzaamt bij de bodemindicator. Hierbij zal men in de Valduvis beoordeling rekening houden met de abrasion/verstoring aan het bodemoppervlak als fysische druk.

4.1.2.2 *MarLin sensitiviteitsclassificatie Vlaamse visserijgronden*

In Tabel 2 is er een overzicht van de gevoeligheidsclassificatie gebaseerd op ‘surface abrasion’ en ‘penetration below surface’. De sensitiviteit wordt uitgedrukt in verschillende klassen die gaat van laag, medium tot hoog (kwalitatieve methode). Aangezien de evaluatie gebeurt op EUNIS level 3, maar de gevoeligheidsbeoordeling beschikbaar is op level 4 en 5 worden de verschillende scores gecombineerd of wordt de score van het dominante habitatype genomen.

Wanneer er veel variatie is in sensitiviteit in de lagere habitatlevels, is het bijgevolg mogelijk dat een bepaald habitatype geklasseerd is als laag-medium of medium-hoog.

Voor de ‘**sublittoral coarse sediment**’ habitats is de sensitiviteit laag, maar deze kan laag tot medium zijn in de ondiepere zones bij diepere penetratiedruk. De Vlaamse visserij vist sterk in het ‘diep circalittoral coarse sediment’, wat dus gecatalogeerd staat als lage sensitiviteit. Een kanttekening die hierbij dient gemaakt te worden, is dat in zones waar gravel deel uitmaakt of gaat domineren binnen dit habitat type, de gevoeligheid van dit habitat voor visserij wel hoger is. Dus in de toekomst dient er wel een verdere habitatverfijning geïmplementeerd te worden om dit subtype te onderscheiden en de gevoeligheid te nuanceren. Voor sommige gebieden (Vb. Belgisch deel van de Noordzee, Klaverbank gebied) zijn er meer gedetailleerde kaarten over dit subtype beschikbaar.

Voor de ‘**sublittoral sand**’ habitats is de sensitiviteit een klasse hoger (medium ten opzichte van laag) voor de diepere zone (diep circalittoral sand). Voor de andere habitats neigt de score ook naar

medium als het habitat gedomineerd wordt door zee-egels (Echinoderms). Hier is de sensitiviteit scoring vergelijkbaar voor beide type drukken. Dit is ook een habitatype waar de Vlaamse visserij sterk in vist, maar dus wel medium sensitief is voor bodemberoering.

De sensitiviteit van de **'Sublittoral mud' habitats** is duidelijk verschillend langsheen de dieptegradient, met lagere sensitiviteit in het ondiepe slib, maar gevoeliger in het circalittoral en deep-circalittoral. Hier is de sensitiviteit scoring vergelijkbaar voor beide type drukken. In het 'deep circalittoral mud' wordt er ook voor een substantieel deel gevist door de Vlaamse visserij, maar is wel laag tot medium gevoelig.

De **'Sublittoral mixed sediment' habitats** zijn minder gevoelig in het deep-circalittoral ten opzichte van het circalittoral.

'Rock' habitats zijn wel zeer tot matig gevoelig voor bodemberoering door de aanwezigheid van 'attached' fauna (vb. sponzen). Als het echt rots habitats zijn, is er geen penetratie mogelijk (not relevant classificatie), en zal er ook geen boomkorvisserij plaatsvinden. Onder deze habitat koepel kan je ook meer de biogene riffen klasseren, zoals de *Sabellaria* riffen, aangezien deze een harde structuren vormen. Dit habitat wordt geklasseerd als medium gevoelig, door zijn veerkracht (herstel capaciteit door rekrutering), maar het rif zal vernietigd zijn bij één boomkor passage.

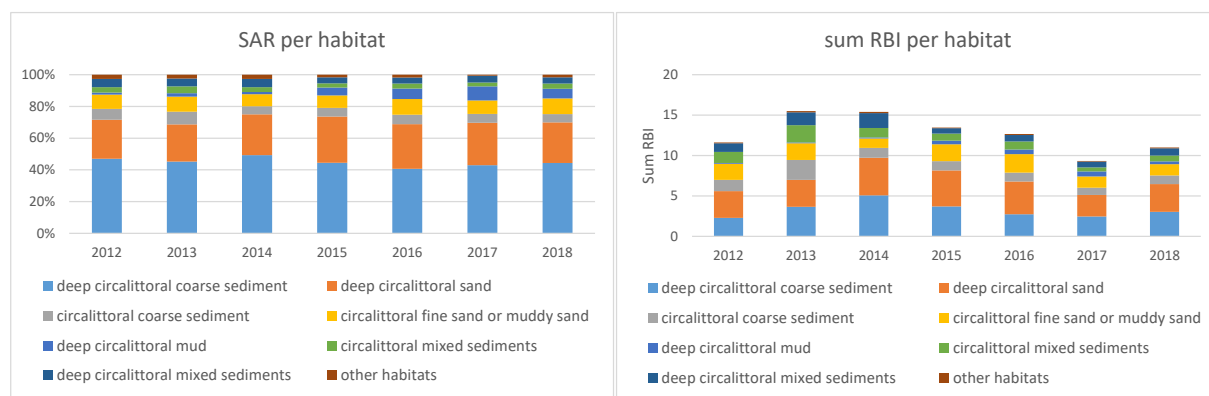
Tabel 2. Overzicht van de MarLIN sensitiviteit classificatie voor de EUNIS habitat types (en MSFD habitat types) in de Belgische visserijgronden. Sensitiviteit classificatie gebaseerd op het MarESA approach (https://www.marlin.ac.uk/sensitivity/sensitivity_rationale) (none-high).

EUNIS			MSFD Habitat	MarLIN (surface abrasion);			Marlin (penbelow abrasion)		
				sensitivity	resistance	resilience	sensitivity	resistance	resilience
A5.1 (sublittoral coarse sediment)	A5.13	infralittoral coarse sediment	Infralittoral coarse sediment	low	medium	high	medium	low	medium
	A5.14	circalittoral coarse sediment	Circalittoral coarse sediment	low	low-medium	high	low-medium	low-medium	high-medium
	A5.15	deep circalittoral coarse sediment	Offshore circalittoral coarse sediment	low	medium	high	low	medium	high
A5.2 (sublittoral sand)	A5.23 or A5.24	Infralittoral fine sand or muddy sand	Infralittoral sand	low (medium, echinoderm comm.)	low	high	low (A5.241 medium)	none-low-medium	medium-high
	A5.25 or A5.26	circalittoral fine sand or muddy sand	Circalittoral sand	low (medium Echinoderms comm.)	medium	high	low (except Echinoderms medium)	medium	high
	A5.27	Deep circalittoral sand	Offshore circalittoral sand	medium	medium-low	medium	medium	low	medium
A5.3 (sublittoral mud)	A5.33	infralittoral sandy mud	Infralittoral mud	low	low	high	low	low	high
	A5.35	circalittoral sandy mud	Circalittoral mud	medium	low	medium	medium	low	medium
	A5.36	circalittoral fine mud	Circalittoral mud	medium-high	medium-low	medium-low	high	low	low
	A5.37	deep circalittoral mud	Offshore circalittoral mud	low-medium	low-medium	high-medium	medium-low	low	medium-high
A5.4 (sublittoral mixed sediments)	A5.44	circalittoral mixed sediments	Circalittoral mixed sediment	medium	medium low	medium	medium	low	medium
	A5.45	deep circalittoral mixed sediments	Offshore circalittoral mixed sediment	low	medium	high	low	medium	high
A4 (rock)	A4.1	Atlantic and Mediterranean high energy circalittoral rock	Circalittoral rock and biogenic reef	high	low	very low	not relevant	not relevant	not relevant
	A4.2	Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock	Circalittoral rock and biogenic reef	medium	low	medium	medium	none	medium

4.1.2.3 Vlaamse visserijsector activiteit per habitat en hun impact

Tabel 3. Kwalitatieve inschatting van welke habitat types in de verschillende visserijgebieden waar de Vlaamse sector voornamelijk actief is (gebaseerd op visuur gegevens in GEOFISH.BE).

EUNIS code		Relative importance of soft sediments for BE fishery	Northern NS	Southern NS	English Channel		Celtic Sea			Irish Sea	Bay of Biscay	
ICES regio			4b	4c	7d	7e	7h	7g	7f	7a	8a	8b
Average fishing hours 2016-2018			59048	35986	53280	8785	1418	19108	16984	2516	762	8946
A5.1 (sublittor	A5.14	circalittoral coarse sediment	xx	x	x				x		x	x
	A5.15	deep circalittoral coarse sediment		xx	xxxx	xxx	x	xxx	xxx	xxx		x
A5.2 (sublittoral sand)	A5.23	Infralittoral fine sand or muddy sand	x	xx								
	A5.25	circalittoral fine sand or muddy sand	xx	xx	x				x		x	xx
	A5.27	Deep circalittoral sand	xxxx	xx	xx	xx	x	xxx	xx	xxx		xxx
A5.3 (sublittoral al mud)	A5.35	circalittoral sandy mud		x								
	A5.36	circalittoral fine mud										x
	A5.37	deep circalittoral mud	xxxx				x	xx			xx	xx
A5.4 (sublittoral)	A5.44	circalittoral mixed sediments	x									
	A5.45	deep circalittoral mixed sediments	x		x	xx		x			x	



Figuur 10. Links: Relatieve bevissing door de Vlaamse sector van de verschillende habitats voor de periode 2012-2015; Rechts: De totale RBI per habitat voor de periode 2012-2015.

De Vlaamse visserij is overwegend actief in het 'deep circalittoral sand' en 'deep circalittoral coarse sediment' habitats in de Noordelijke Noordzee, Zuidelijke Noordzee, Engels Kanaal, Keltische en Ierse Zee (Tabel 3). In de Noordelijke Noordzee, Celtic Sea en Bay of Biscay zijn ze ook actief in het 'deep circalittoral mud' habitat. Een meer gedetailleerde weergave van de visserij-intensiteit (SAR voor boomkor en SumWing) van de Vlaamse visserij in Tabel 4. Over de periode heen, is de Vlaamse sector voor 44% actief in 'deep circalittoral coarse sediment' en 26% in 'deep circalittoral sand'. Hierop zit een klein beetje variatie over de jaren heen, respectievelijk 8 en 6% tussen de laagste en hoogste score, maar er is geen afname of toename over de periode voor één van deze habitats (Figuur 10). De opgetelde relatief benthic impact (RBI, zie hoofdstuk 5.2.1.2 voor methode), is duidelijk het hoogst voor de meest intensief beviste habitats (Tabel 4). De variatie in totale RBI is soms wel redelijk verschillend binnen een habitat over de jaren heen (vb voor 'circalittoral coarse sediment' in 2013 en 'deep circalittoral coarse sediment' in 2014) (Figuur 10). De evolutie van de RBI wordt meer in detail besproken in hoofdstuk 5.2.2. Het is enerzijds zo dat de RBI sterk gelinkt is aan de SAR, maar dat er toch nuances zijn naar impact door rekening te houden met de habitat sensitiviteit en type visserij activiteit (boomkor, bordennetten of dredge). Boomkor-sumwing heeft de grootste impact (en intensiteit) gevolgd door bordennetten. Het is ook duidelijk en logisch dat bepaalde technieken meer gebruikt worden in bepaalde habitat types dan andere. Bordennetten zijn meer actief in 'deep circalittoral mud' en 'deep circalittoral sand', terwijl boomkor 'deep circalittoral sand' en 'deep circalittoral coarse sediment' (Tabel 4).

Tabel 4: Visserij-intensiteit en totale impact van de boomkor en SumWing visserij tussen 2012 en 2018. Habitats in het geel zijn de habitats met meer dan > 20% van de visserij activiteit, de oranje is waar er meer dan 3% visserij activiteit is, de niet gekleurde is minder dan <3% van de visserijactiviteit gesitueerd. Door het niet standaard rapporteren van Sumwing gebruik in het logboek is het in deze analyses samengenomen met boomkor.

EUNIS			sensitivity (MarLIN)	alle jaren		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
				SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI
A5.1 (sublittoral coarse sediment)	A5.13	infralittoral coarse sediment	low	0.03	0	0.03	0	0.04	0.001	0.03	0.001	0.03	0.001	0.02	0.001	0.01	0	0.02	0
	A5.14	circalittoral coarse sediment	low	5.91	9.32	6.73	1.387	7.89	2.478	5.09	1.208	5.35	1.146	5.85	1.111	5.44	0.893	5.2	1.09
	A5.15	deep circalittoral coarse sediment	low	44.37	22.99	46.25	2.298	44.62	3.661	48.84	5.078	44.3	3.706	40.33	2.746	42.1	2.472	43.91	3.03
A5.2 (sublittoral sand)	A5.23 or A5.24	Infralittoral fine sand or muddy sand	low- medium	0.78	0.4	1.06	0.047	1.19	0.077	0.67	0.035	0.68	0.046	0.66	0.063	0.59	0.079	0.63	0.06
	A5.25 or A5.26	circalittoral fine sand or muddy sand	low- medium	8.73	12.38	8.89	1.989	9.39	2.05	7.44	1.183	7.83	2.103	9.81	2.284	8.32	1.399	9.79	1.37
	A5.27	Deep circalittoral sand	medium	25.95	25.85	24.03	3.303	23.17	3.321	25.45	4.651	28.96	4.446	27.86	4.039	26.15	2.657	25.28	3.43
A5.3 (sublittoral mud)	A5.33	infralittoral sandy mud	low	0.03	0.02	0.06	0.007	0.01	0	0.07	0.013	0.01	0	0	0	0.03	0	0	0
	A5.35	circalittoral sandy mud	medium	1.12	0.25	1.31	0.03	1.03	0.05	1.66	0.07	0.74	0.017	1.01	0.024			0.97	0.03
	A5.36	circalittoral fine mud	medium-high	0.01	0			0.01	0.001					0	0			0.03	0
	A5.37	deep circalittoral mud	low-medium	4.41	2.32	1.28	0.107	2.06	0.115	1.45	0.12	4.96	0.443	6.52	0.56	8.76	0.609	6.02	0.37
A5.4 (sublittoral mixed sediments)	A5.44	circalittoral mixed sediments	medium	3.11	7.7	3.28	1.353	4.29	2.122	2.95	1.17	2.69	0.868	3.14	0.991	2.33	0.495	3.19	0.7
	A5.45	deep circalittoral mixed sediments	low	4.39	7.62	5.12	1.086	4.81	1.588	5.22	1.838	3.77	0.663	3.75	0.814	4.19	0.724	3.87	0.91
A4 (rock)	A4.1	Atlantic and Mediterranean high energy circalittoral rock	high	0.02	0.01	0.02	0.002	0.02	0.001	0.02	0.002	0.01	0.001	0.02	0.002	0.01	0.001	0.02	0
	A4.2	Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock	medium	0.14	0.11	0.20	0.015	0.15	0.019	0.21	0.03	0.17	0.013	0.11	0.017	0.06	0.004	0.07	0.01

Tabel 5: Visserij-intensiteit en totale impact van de verschillende visserij methodes gesommeerd over de jaren 2012 tot 2018. RBI Impact groter dan 5 is aangeduid in het vet. Door het niet standaard rapporteren van Sumwing gebruik in het logboek is het in deze analyses samengenomen met boomkor.

EUNIS			sensitivity (MarLIN)	boomkor en sumwing		garnaal		zegens		bordennetten		dredge	
				SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI	SAR (%)	som RBI
A5.1 (sublittoral coarse)	A5.13	infralittoral coarse sediment	low	0.03	0	0.3	0.004	0.24	0.003	0.13	0.025		
	A5.14	circalittoral coarse sediment	low	5.91	9.32	2.55	0.029	6.66	0.051	0.93	0.34	1.8	0.003
	A5.15	deep circalittoral coarse sediment	low	44.37	22.99	0.03	0	68.45	0.245	7.15	1.593	90.45	0.47
A5.2 (sublittoral sand)	A5.23 or A5.24	Infralittoral fine sand or muddy sand	low-medium	0.78	0.4	7.87	0.121	1.43	0.067	0.74	0.171	0.05	0
	A5.25 or A5.26	circalittoral fine sand or muddy sand	low-medium	8.73	12.38	40.83	0.68	10.09	0.183	3.01	1.103	0.84	0.003
	A5.27	Deep circalittoral sand	medium	25.95	25.85	0.92	0.01	11.24	0.209	18.34	7.847	6.27	0.459
A5.3 (sublittoral mud)	A5.33	infralittoral sandy mud	low	0.03	0.02	0.22	0.005			0.11	0.047		
	A5.35	circalittoral sandy mud	medium	1.12	0.25	29.71	0.283	0.11	0.001	0.45	0.014		
	A5.36	circalittoral fine mud	medium-high	0.01	0					0.03	0.007		
	A5.37	deep circalittoral mud	low-medium	4.41	2.32	0.21	0.001	0.98	0.034	61.92	19.807	0.1	0
A5.4 (sublittoral mixed sediments)	A5.44	circalittoral mixed sediments	medium	3.11	7.7					0.05	0.057	0.1	0.001
	A5.45	deep circalittoral mixed sediments	low	4.39	7.62			0.75	0.004	1.8	0.605	0.23	0.001
A4 (rock)	A4.1	Atlantic and Mediterranean high energy circalittoral rock	high	0.02	0.01					0	0.008		
	A4.2	Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock	medium	0.14	0.11			0.05	0	0.01	0.003	0.17	0.008

4.1.2.4 Naar een habitat sensitiviteitskaart voor de visserijsector

Een habitat sensitiviteitskaart kan de sector helpen om inzicht te krijgen in de bodemgevoeligheid van hun visgronden.

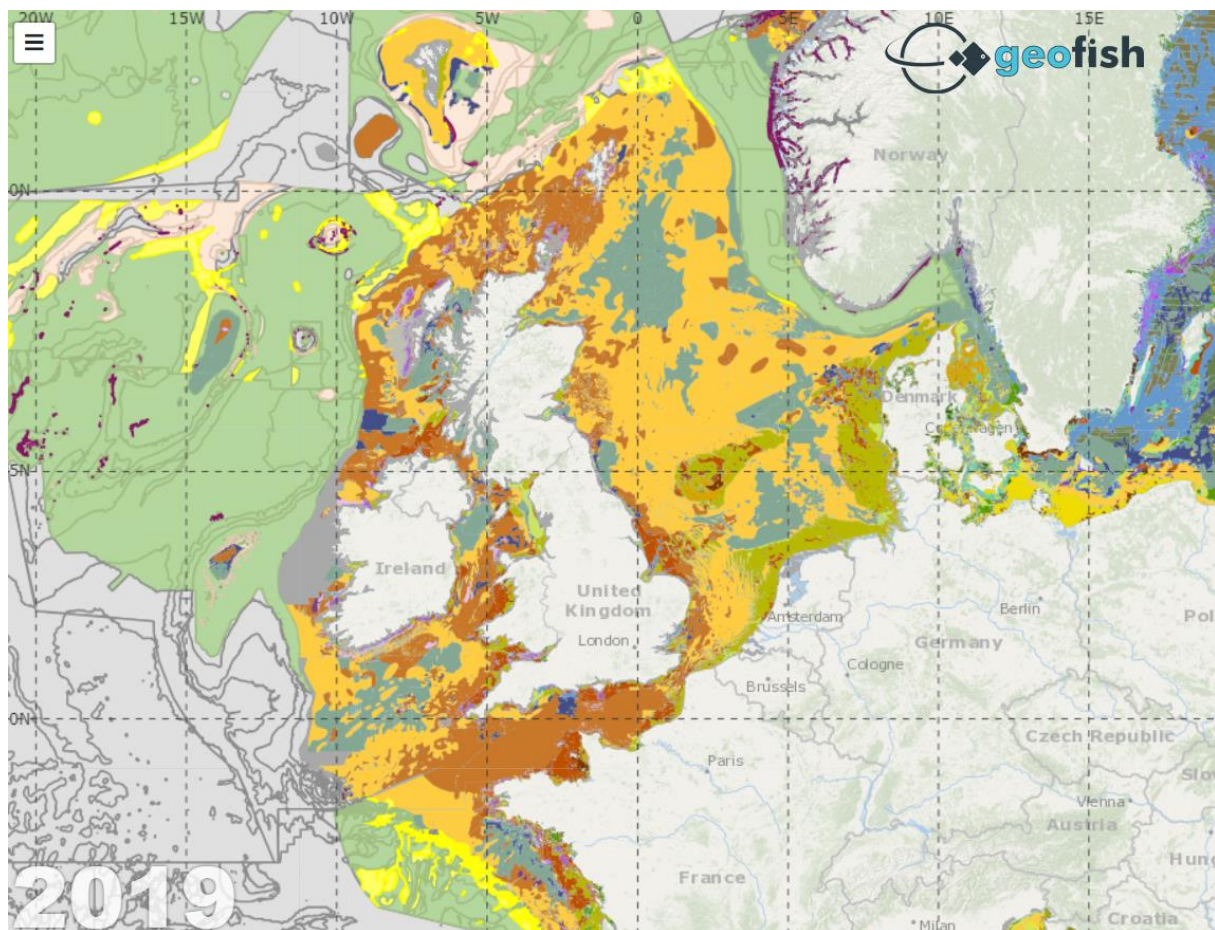
De eerste stap, zoals uitgevoerd in dit project, was om zo'n overzicht op te maken (Tabel) met behulp van een eenvoudige, begrijpbare methode. Hiervoor werd geopteerd om te werken met de MarLIN informatie die een kwalitatieve scoring geeft van de sensitiviteit (laag, matig, hoog).

De tweede stap is om zo'n kaart beschikbaar te hebben, waar die MarLIN gevoeligheidsscore van de habitats is weergegeven. Deze kaart(en) zullen dan beschikbaar zijn in het GEOFISH portaal. Deze kaart is gebaseerd op de EUSeamap 2021 (versie Oktober 2021), de meest recente kartering van de EUNIS habitat types in de Europese wateren. Deze kaart werkt ook met de classificatie op niveau 3 van EUNIS (Figuur 11). Dit zorgt voor een relatief sterke veralgemening van de habitats en maakt de zichtbaarheid van bepaalde "gevoeligere" habitat types (geogene en biogene riffen; e.g. gravel en *Sabellaria* riffen) teniet. Binnen OSPAR is er een lijst van 'threatened and declining habitats' voor de grotere Noordzee regio gedefinieerd (Tabel 6) (Figuur 12). Deze habitats zouden absoluut vermeden dienen te worden (of toch in hoge mate) om deze kwetsbaardere ecosystemen te beschermen en herstel ervan toe te laten. Voor veel van deze "gevoeliger" habitat types werden er Natura 2000 gebieden aangeduid (zie www.geofish.be voor overzicht) en in bepaalde zones hierin bodembeschermingsgebieden. Verschillende van deze habitat types (vb. intertidal habitats, zeegras [*Zostera* beds]) zijn voornamelijk in de zeer nabije kustzone aanwezig en zijn sowieso gebieden waar de Vlaamse visserij niet komt. Maar voornamelijk in relatie tot *Ostrea edulis* beds (gravel beds), *Sabellaria spinulosa* reefs and 'sea-pen and burrowing megafauna communities' moet er aandacht zijn om deze habitats te vermijden voor visserijactiviteiten. Dus een gecombineerde kaart (habitats, OSPAR 'threatened and declining habitats') zal beschikbaar gemaakt worden in de eerste helft van 2022, want momenteel nog in opmaak. Deze kaart is nog niet af omdat het niet éénvoudig is om het in één toegankelijke kaart te combineren, met een gevoeligheidsscore (en aangepaste kleuren) gecombineerd.

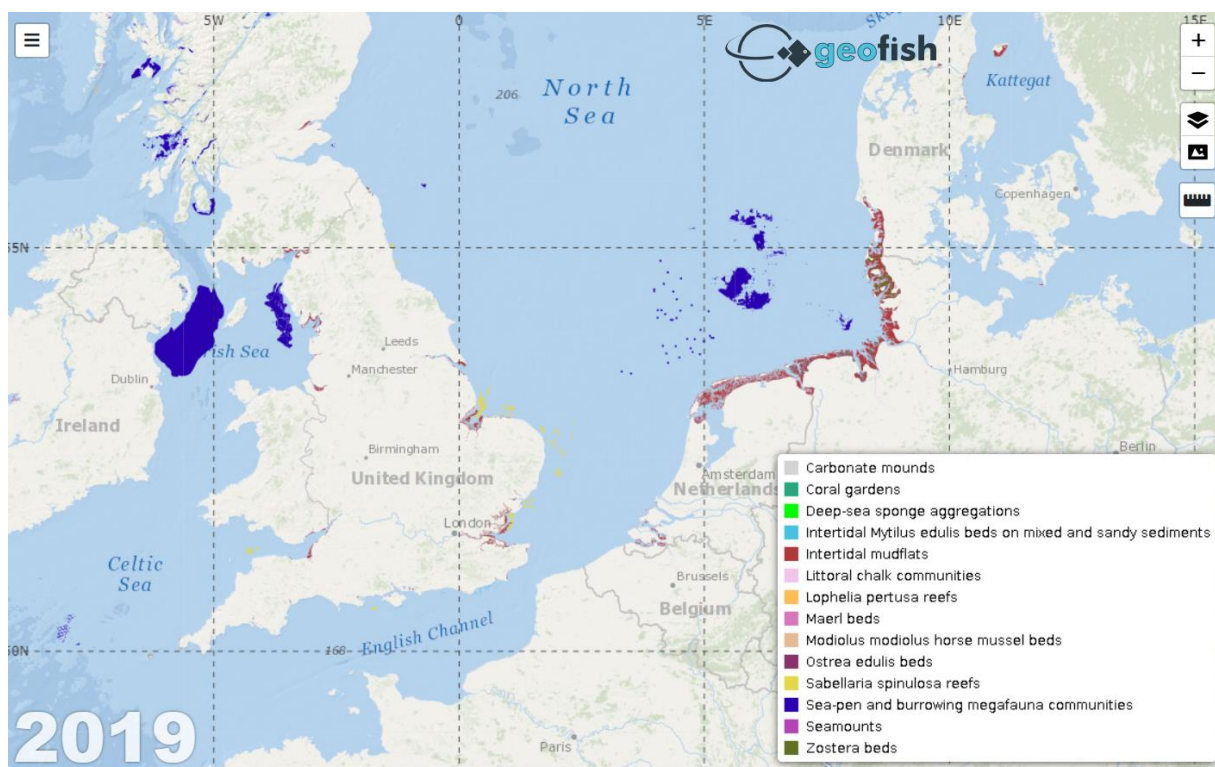
Tabel 6. Overzicht van de 'threatened and declining habitats' zoals gedefinieerd door OSPAR.

Coral garens	Maerl beds	<i>Lophelia pertusa</i> reefs
Intertidal <i>Mytilus edulis</i> beds on mixed and sandy sediments	<i>Modiolus modiolus</i> beds	Sea-pen and burrowing megafauna communities
Intertidal mudflats	<i>Ostrea edulis</i> beds	<i>Zostera</i> beds
Littoral chalk communities	<i>Sabellaria spinulosa</i> reefs	

Stap 3 kan dan zijn om deze habitat gevoeligheidskaart, rekening houdend met de "gevoeligere" habitat types, te gebruiken in de beoordeling van de bodem indicator in Valduvis (Visserij verduurzaamt). Een visser kan dan wel degelijk stappen ondernemen om in zijn keuze van visgrond zulke gebieden zoveel mogelijk te gaan vermijden (zie hoofdstuk 5.5.3) en hun visserij-inspanning in bepaalde Natura 2000 gebieden (aangeduid in functie van habitats) te reduceren.



Figuur 11. De habitat verspreiding volgens de EUSeamap 2021 (<https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/access-data/launch-map-viewer/>).

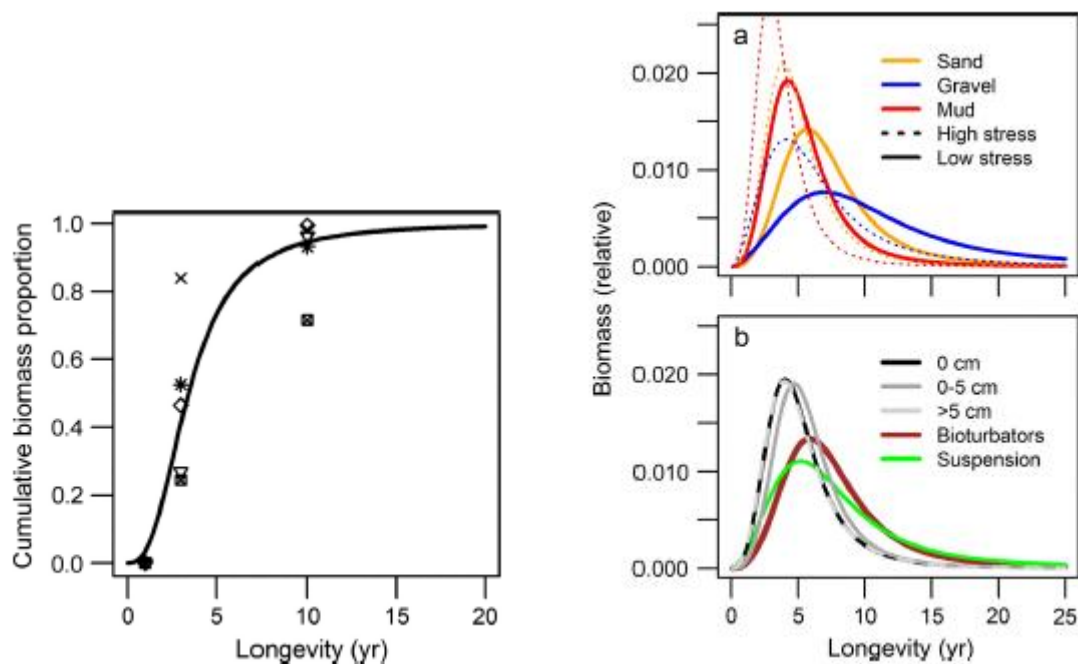


Figuur 12. Overzicht van de OSPAR 'threatened and declining habitats' (polygons). (<https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/access-data/launch-map-viewer/>)

4.1.3 Habitat sensitiviteit classificatie gebaseerd op levensduur (FBIT indicator)

Een andere manier om de gevoeligheid van de habitats te bepalen en dit op een meer kwantitatieve manier is via de levensduur samenstelling van de benthische gemeenschappen in de habitats. In theorie, zullen benthische gemeenschappen met meer langlevende soorten gevoeliger zijn voor bodemverstoring dan gemeenschappen gedomineerd door kortlevende soorten. De BENTHIS indicatoren (Rijnsdorp et al., 2018, 2020) zijn gebaseerd op deze veranderingen in de levensduur samenstelling om de impact van visserij te bepalen. De afname aan langlevende soorten kan door visserij veroorzaakt worden, maar kan ook sterk afhangen van het natuurlijk milieu zelf, zoals sediment-samenstelling, diepte, saliniteit en de mate van natuurlijke verstoring (stormen). Deze kwantitatieve methode voor bodemsensitiviteitsbepaling wordt gebruikt in de FBIT indicator, waarop we verder in dit project gewerkt hebben (hoofdstuk 5). Aangezien deze methode iets complexer is, er meer data voor nodig is en nog in validatie is, werd deze methode nog niet rijp bevonden om bijvoorbeeld te implementeren in Visserij Verduurzaam als bodemindicator.

De levensduur van een marien organisme kan als proxy gebruikt worden om hun gevoeligheid voor verstoring in te schatten. Langlevende soorten zijn meer gevoelig aan visserijsterfte door hun lager levensritme (vb. tragere groei, latere geslachtsrijpheid).

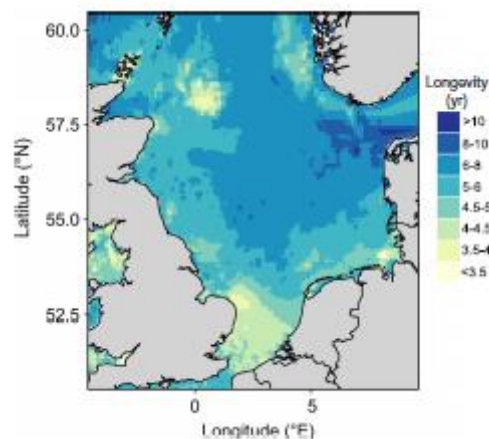


Figuur 13. Uit Rijnsdorp et al., 2018: Links: Een voorbeeld van de cumulatieve biomassa-levensduur relatie geschat uit de waargenomen cumulatieve biomassa per levensduur klasse (1, 1-3, 3-10 jaar) in vijf bemonsteringsstations. De verschillende symbolen geven de vijf verschillende stations aan. Rechts: Relatieve biomassa-levensduur relatie van de Benthische gemeenschap zonder bodemtrawl voor (a) zand (100%), grind (50% grind, 50% zand), en slib habitats (50% modder, 50% zand) bij hoge (1 N/m²) en lage schuifspanning (0,1 N/m²); (b) twee functionele groepen (bioturbators, suspensievoeders) en drie sediment drie sedimentposities (oppervlakte 0 cm, ondiep 0-5 cm, diep >5 cm) in zandige sedimenten en lage afschuifspanning.

De levensduur van een organisme wordt bepaald op basis van informatie uit de literatuur over het organisme. Hierbij wordt het organisme geklasseerd in levensduurklassen (vb.: <1 jaar, 1-3 jaar, 3-10 jaar, > 10 jaar), op basis van hun leeftijd die ze maximaal kunnen bereiken in onverstoorde omstandigheden. Om de levensduurklassen ($L_i = 1, 3, 10$) om te zetten in een continue schaal (Rijnsdorp et al., 2018), veronderstelden we dat het aandeel biomassa in monster X met een levensduur kleiner dan of gelijk aan L_i (de cumulatieve-biomassa-levensduur relatie genoemd) een sigmoïdale (logistische) functie van L_i is (Figuur 13), die begint bij 0 en 1 benadert wanneer L_i groot wordt. Deze curve zal verschillen in relatie tot het type habitat, de visserijdruk of het type fauna dat

bestudeerd wordt (Figuur 13). Het is essentieel om de biomassa-levensduur relatie op te stellen voor de verschillende habitats en dit in onverstoorde omstandigheden (geen of zeer lage visserijdruk) om een referentierelatie te krijgen. In de referentiesituatie, zal de biomassa-levensduur relatie meer gedomineerd worden door langlevende soorten in gravel ten opzichte van zand en slib en dit habitat type dus gevoeliger zijn voor visserijverstoring dan de andere. Daarnaast zal wel in habitats met lager bodemschuifspanning, de mediane levensduur dalen met toenemende visserij-intensiteit. Bij hogere bodemschuifspanning is de impact van visserij op de mediane levensduur beperkter (modelleer relatie is zwakker).

In het algemeen, zal dus bij visserijverstoring de levensduursamenstelling van het benthos verschuiven naar meer kortlevende taxa, maar dient men wel degelijk rekening te houden met de natuurlijke verstoring (sediment type en bodemschuifspanning). Daarom dat de mogelijke levensduursamenstelling van de habitats in de Noordzee werd gemodelleerd aan de hand van deze omgevingsvariabelen (Figuur 14).



Figuur 14. Uit Rijnsdorp et al., 2018: Gemodelleerde levensduursamenstelling Noordzee (Rijnsdorp et al., 2020).

Uit Rijnsdorp et al. (2018) rond habitatgevoeligheid op Noordzeeschaal (Figuur 14): “De habitatgevoeligheid wordt geraamd als de visserij-intensiteit waarbij het aandeel van de langlevende biomassa (taxa met een levensduur ≥ 10 jaar) daalt tot 50% van de referentiewaarde zonder sleepvisserij. Uit de analyse blijkt dat in het Kanaal, de zuidelijke Noordzee en langs de oostkust van Engeland en Schotland, het benthos vrij ongevoelig is voor verstoring door verstoring (Fig. 7). Een trawlvisserij-intensiteit van >5 per jaar is nodig om het aandeel van langlevende taxa tot 50% terug te brengen, terwijl in de centrale Noordzee trawlvisserij-intensiteiten $<0,2$ per jaar de biomassa van langlevende taxa al tot 50%.”

4.1.4 Conclusies en aanbevelingen habitat sensitiviteit

Habitat sensitiviteit kan op verschillende manieren bepaald worden, maar we steunen hiervoor op 2 systemen om de visserijsector te informeren: de MarLIN benadering en een kwantitatieve bepaling op basis van de levensduur van het bodemleven.

De MarLIN benadering bepaald de gevoeligheid van geselecteerde habitats op basis van de MarESA-benadering (op basis van wetenschappelijke literatuur). Dit laat toe om op relatief eenvoudige manier een habitatsensitiviteitsklassering te maken en dit mee te nemen naar een sensitiviteitsbeoordeling voor de visgronden. Deze classificatie wordt dan ook gebruikt binnen het Visserij Verduurzaam traject voor de ontwikkeling van de bodemindicator. Maar momenteel is deze beoordeling nog op een te grove resolutie (habitatclassificatie niveau 3) en dit zou moeten evolueren naar een habitatniveau 5-6. Daarnaast moet het voorkomen van bedreigde bodemsoorten hierin geïntegreerd worden, zodat deze zeker gevrijwaard worden van bodemverstoring. Dit geheel van bescherming van belangrijke gevoelige habitats en soorten wordt meegenomen in het marien beschermde gebieden beheer. Dit

proces en het vinden van een balans tussen natuurbescherming en voedselextractie (visserij) voor het streven naar een gezonder marien ecosysteem zal het toekomstig onderzoek en beleid sturen. Daarnaast worden er ook meer kwantitatieve methodes ontwikkeld voor het bepalen van bodemsensitiviteit om meer detail en nuance in de klassering te krijgen en economische doorrekening voor visserij mogelijk te maken (FBIT, zie hoofdstuk 5.2 en hoofdstuk 6). Deze methode is aanvaard en opgenomen in ICES advies, maar er is nog verder onderzoek nodig naar validatie voor de verschillende habitats (in lagere resolutie) en EU-regio's.

De manier om op basis van de levensduursamenstelling van de habitats, en dit gemodelleerd op een continue manier (Figuur 14), een inschatting te maken van de sensitiviteit voor visserijverstoring verschilt wel van de MarLIN benadering en is mogelijks niet direct onderling vergelijkbaar. Dit doordat beide concepten op andere databronnen (literatuur versus benthos data) zijn gebaseerd en zich op andere aspecten focussen (kwalitatieve versus kwantitatieve bepaling, inschatting impact abrasion druk versus levensduur inschatting). De beide methoden geven wel duidelijk aan dat de gevoeligheid varieert per habitat, druk en ook nog ruimtelijk verschillend is. Met deze aspecten dient dan ook rekening gehouden te worden in de impact beoordeling. Dit is wat dan ook gebeurd is bij de ontwikkeling van de bodem impact indicatoren (zie volgende hoofdstuk).

4.2 Validatie internationale indicatoren om visserij impact in te schatten

In het kader van Benthis, ICES (PD en Long. Type indicatoren) en OSPAR (BH2, BH3) werden tal van indicatoren opgemaakt die op één of andere manier een inschatting maken van de impact op de bodemfauna door bodemberoering. Deze indicatoren zijn gebaseerd op verschillende parameters, modelmatige relaties en habitat parameters, welke in detail zijn weergegeven in

Tabel 7. De validatie binnen de Europese mariene regio's van deze parameters en modellen en de resulterende indicatoren, is een proces dat nog steeds lopende is en gestuurd wordt binnen ICES FBIT-werkgroep en de OSPAR OBHEG-groep (zie hoofdstuk 6). In dit hoofdstuk vatten we de voornaamste verwezenlijkingen rond de ontwikkeling en validatie van deze indicatoren samen. Deze zijn gepubliceerd in papers (Rijnsdorp et al., 2020), ICES rapporten (ICES, 2019, 2020, 2021...), en OSPAR OBHEG documenten. Daarnaast zijn er nog andere indicatoren die toelaten om de impact van visserijboderverstoring te evalueren, zoals de 'trawling Disturbance Index (TDI; de Juan and Demestre 2012), een beoordelingsmethodiek voor verstoring en verlies van habitat gebaseerd op TDI en afgeleide (Jac et al., 2020a, 2020b) en de 'trait-based indicator for trawling-induced disturbance' (Beauchard et al., 2021).

Tabel 7. Overzicht van de verschillende indicatoren en hun specificaties uit het EU-Benthis project en het OSPAR-traject.

Methode	Indicator	Schaal	Benthos type	Habitat	Opmerking		
PD1	Depletie waarde, draagkracht (Relatieve biomassa per levensduur klasse), herstel waarde	Continue (0-1)	Levens-duur gemeenschap	EUNIS-3	Levensduur samenstelling (niet beviste referentie) gebruikt om de herstel distributie te schatten		
PD2				Continue: diepte, gravel, tidal shear stress			
L1: Long-SBI-1	Cumulatieve biomassa per levensduur klasse voor benthos gemeenschap			EUNIS-3	Levensduur indicator simpel: inschatting van slechts mogelijke situatie (niet beviste referentie)		
L1: Long-SBI-2				Continue: diepte, gravel, tidal shear stress	Levenduur indicator (beviste referentie)		
L2: Long-LL-1	Cumulative biomassa van lang levende soorten (>10 jaar)		Lang levende		Levensduur indicator met empirische inschatting effect slepen (niet beviste referentie)		

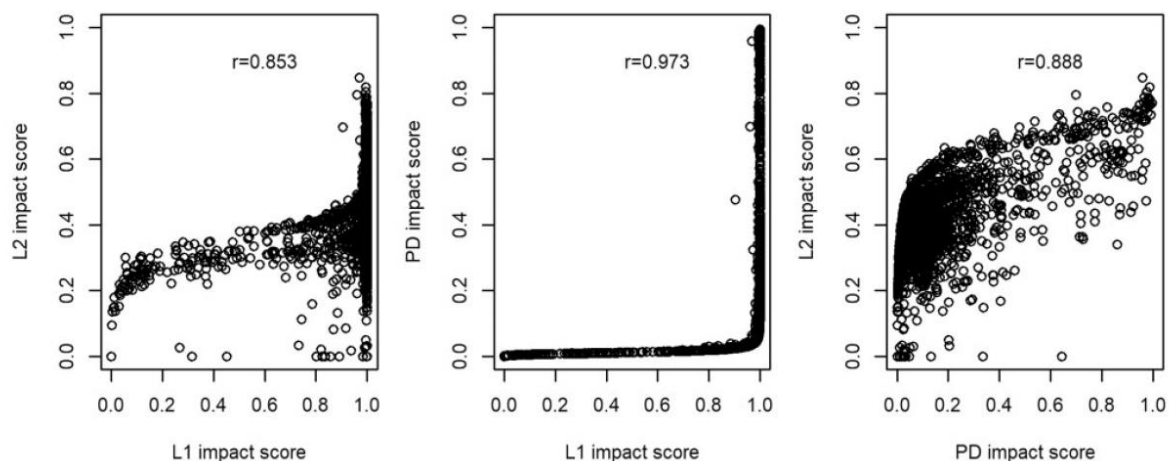
L2: Long-LL-2			soorten (>10 jaar)		Levensduur indicator met empirische inschatting effect slepen (beviste referentie)
BH2	Margalef	Continue	Diversiteit	EUNIS-3	Referentie gemeenschap afhankelijk van visserijdruk
BH3	Sensitivities impact categories	Categories score (0-9)	Selectie van sensitieve/typische taxa	EUNIS-4 en hoger	Gebaseerd op MarLIN (MarEsa approach).

4.2.1 Benthis indicatoren - FBIT

De resultaten zijn gepubliceerd in:

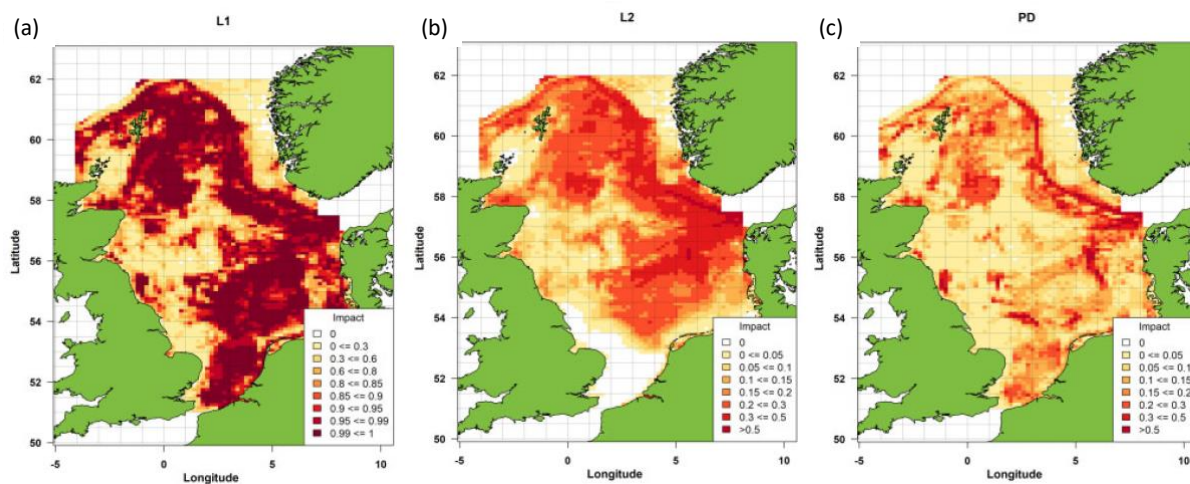
Rijnsdorp, A. D., Hiddink, J. G., van Denderen, P. D., Hintzen, N. T., Eigaard, O. R., Valanko, S., Bastardie, F., Bolam, S. G., Boulcott, P., Egekvist, J., Garcia, C., **Van Hoey, G.**, Jonsson, P., Laffargue, P., Nielsen, J. R., Piet, G. J., Sköld, M., and van Kooten, T., 2020b. Different bottom trawl fisheries have a differential impact on the status of the North Sea seafloor habitats. – *ICES Journal of Marine Science*, 77(5), 1772-1786

Binnen het project Benthis werden tal van indicatoren (PD1, PD2, Long-SBI-1, Long-SBI-2, Long-LL-1 en Long-LL-2) (Tabel 7) ontwikkeld om een inschatting te maken van de impact op de bodemfauna door bodemberoering. Deze werden geëvalueerd op de ICES WKBENTH workshop (ICES, 2017) en ofwel niet verder gebruikt ofwel aangepast. Hierna werd voornamelijk op 3 pistes verdergegaan (Rijnsdorp et al., 2020), namelijk de L1, welke het aandeel inschat van de gemeenschap met een levensduur die langer is dan het tijdsinterval tussen 2 visserij events; L2, welke de afname inschat in mediane levensduur als gevolg van de trawlvissersrij; en populatiedynamiek (PD), welke de afname inschat in biomassa als gevolg van de trawlvissersrij en de hersteltijd. De impactscores tussen de methodes zijn gecorreleerd (Figuur 15), maar de PD-methode toonde de beste prestaties over een brede range van visserij-intensiteiten (Rijnsdorp et al., 2020). Het is daarom dat de PD-methode verder genomen is binnen ICES als de FBIT-methode en welke in detail is uitgelegd in hoofdstuk 5.2.1.



Figuur 15. Uit Rijnsdorp et al., 2020: Scatter plot diagrammen van de impactscores van gridcellen geschat door methoden L1, L2, PD, en de Spearman rank correlatiecoëfficiënt. Alleen elke 100e observatie is uitgezet.

Deze drie benthismethoden geven wel een verschil in bodemimpactbeoordeling voor de Noordzee (Figuur 16), waarbij de impact op ruimtelijke schaal hoger is ingeschat voor L1 ten opzichte van de andere indicatoren. Vooral in de Zuidelijke Noordzee geeft de L-methode een heel verschillende impact weer, van niets in L2 tot zeer hoog in L1, en variabel voor de PD-methode. Dit heeft vooral te maken met de manier waarop de levensduur variabel is opgenomen in het model.



Figuur 16. Uit Rijnsdorp et al., 2020: Bodemimpact in de Noordzee zoals bepaald volgens de L1 (a), de L2 (b) en PD (c) methode

Het verschil in deze impactkaarten kan als volgt uitgelegd worden:

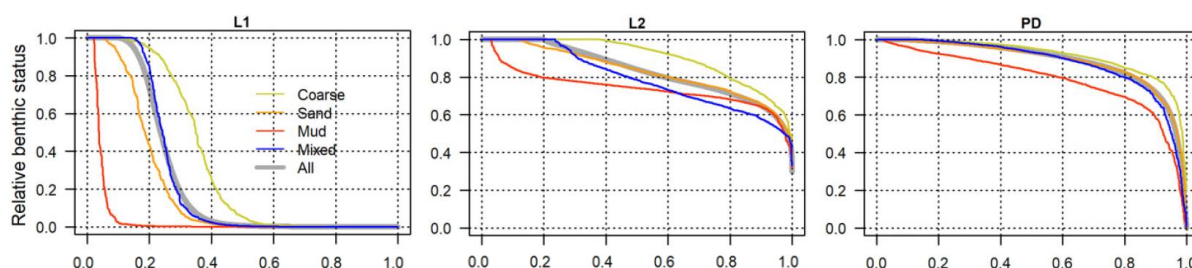
- Voor L1 is er sneller een impact, aangezien er intensieve visserij is in de Noordzee en dus het tijdsinterval tussen 2 visserij-events laag is, terwijl een groot deel van de bodemgemeenschap een langere levensduur heeft. Daardoor krijg je snel een hoge impactscore. Deze methode wordt dan ook wel gecatalogeerd als de meest preventieve.
- L2 is iets minder preventief en neemt de afname in mediane levensduur mee. Deze is het laagst in de Zuidelijk Noordzee en hoogst naar het Noordoosten toe (Figuur 14). Vandaar dat de impact zeer laag is in het zuidelijk deel van de Noordzee en toeneemt naar het noordoosten toe. Er is duidelijk meer gradiënt in de impactscores bij de L2-methode dan de L1-methode.
- De PD-methode (populatie-dynamische methode) (= Relative benthic state indicator) werkt anders en gebruikt de levensduursamenstelling om de hersteltijd in te schatten en de impact is hier een combinatie van biomassareductie door visserij (depletie) en het herstel (ingeschat door die levensduur) (zie hoofdstuk 5.2.1). Hierdoor krijgen we waarschijnlijk een meer genuanceerd beeld van de visserij-impact doordat er rekening gehouden wordt met de herstelpotentie van de bodemgemeenschap. Bij de PD-methode moeten we wel opmerken dat de impactscore sterk overeenkomt met de visserij-intensiteit (voetafdruk). Dit komt doordat de herstelcapaciteit inschatting per habitat vrij gelijk is voor de Noordzee habitats (wat anders kan zijn in andere regio's).

Er zijn geen foute of juiste methodes, maar door de iets andere benadering krijg je andere inzichten. Maar een aspect waarin de drie methoden wel overeenkomen is het feit dat de druk van de trawlvisserij verschilt per habitat (Tabel 8; Figuur 17) (Rijnsdorp et al., 2020). In de Noordzee, is het slib habitat het meest intensief bevestigde habitat met zowel de hoogste voetafdruk (87% van dat habitat is bevestigd), als de hoogste visserij-intensiteit (SAR binnen de voetafdruk 3,05). Dit terwijl grove sedimenten de kleinste voetafdruk (50% van dat habitat is bevestigd) en visserij-intensiteit (SAR 2,53) hebben. Zand, het dominante habitattype in de Noordzee, heeft een gemiddelde voetafdruk (64% van dat habitat is bevestigd) en visserij-intensiteit (SAR 2,67). Gemengde sedimenten hebben een gemiddelde voetafdruk (59% van dat habitat is bevestigd), maar de hoogste visserij-intensiteit (SAR 4,20). De impactscore voor de verschillende indicatoren is het hoogst voor het slibhabitat, dan mixed sediment en zand en de laagste score voor grofzand. Deze verschillen in visserij-intensiteit en impact tussen de habitats is ook goed weergegeven in Figuur 17, die het op een cumulatieve manier visualiseert.

Tabel 8. Uit Rijnsdorp et al., 2020: Indicatoren voor de visserijdruk en het effect van de trawlvissers per habitattypen (0-1000 m) van alle bodemberoerende visserijvloten (samengevoegde score) in de Noordzee als jaargemiddelden voor de periode 2010-2012.

Habitat	Area (10 ³ km ²)	Footprint (proportion sea floor trawled)	Trawling intensity (year ⁻¹) within footprint		Proportion grid cells trawled	Aggregation of effort (%)	L1 longevity	L2 median longevity reduction	PD biomass reduction	PD recovery time to 0.9 K (months)
			Surface	Subsurface						
All	576.8	0.60	2.77	0.52	0.898	48	0.84	0.19	0.13	4.2
Coarse (A5.1)	63.3	0.50	2.53	0.57	0.912	42	0.72	0.11	0.09	2.5
Sand (A5.2)	358.2	0.64	2.67	0.53	0.942	50	0.85	0.18	0.12	4.0
Mud (A5.3)	51.6	0.87	3.05	0.56	0.983	64	0.97	0.26	0.21	7.6
Mixed (A5.4)	13.2	0.59	4.20	0.50	0.862	42	0.87	0.24	0.15	6.1
Others	90.5	0.37	3.00	0.39	0.687	39	0.78	0.21	0.10	3.5

Footprint is expressed as the proportion of the surface area trawled at least 1 year⁻¹ and as the proportion of grid cells trawled irrespective of the trawling intensity. Aggregation reflects the percentage of the trawled grid cells with 90% of the effort. Habitat codes refer to EUNIS level 3.



Figuur 17. Uit Rijnsdorp et al., 2020: Relatieve bentische toestand als functie van het cumulatieve aandeel van de door dominant mobile bottom-contacting gears (MBCG's) gesleepte gridcellen, waaruit blijkt welk aandeel van de zeebodem boven of onder een bepaalde toestand is, zoals bepaald door de methoden L1, L2 en PD. De gridcellen zijn gesorteerd van lage naar hoge visserij-inspanning. De resultaten worden getoond voor de belangrijkste habitattypen (grof, zand, modder, gemengd) en voor alle habitats samen (alle).

4.2.2 OSPAR-indicatoren

Binnen OSPAR wordt er gewerkt aan een 'quality status report' voor 2023, maar was er een "intermediate assessment" in 2017, die een reflectie geeft van de toestand van het marien milieu in de Noord-Atlantische regio. Voor de beoordeling van de bodemtoestand werden er 5 indicatoren voorgesteld, die in verschillende stadia van ontwikkeling zijn. Kandidaat wil zeggen dat deze indicator in testfase is, terwijl common een officiële indicator is voor de OSPAR-beoordeling (Tabel 9). België (ILVO) is geen lead in de ontwikkeling en uitvoering van deze OSPAR-indicatoren en dragen enkel bij met data en het reviewen van het proces. Desalniettemin coördineert Gert Van Hoey het OSPAR-werk rond de harmonisatie van de benthosmonitoring in de Noordzee, maar dit valt buiten de scope van dit project.

Aangezien er momenteel nog geen of nog geen definitieve resultaten over de indicator beoordelingen beschikbaar zijn, worden hier enkel de concepten weergegeven en eventuele preliminaire resultaten of resultaten van het intermediate assessment 2017. Dus de consequenties van deze beoordelingen voor de visserij kunnen nog niet meegenomen worden en dienen uitgebreid te worden in een vervolgproject.

Tabel 9. Overzicht van de OSPAR indicatoren die in ontwikkeling zijn voor de beoordeling van de zeebodem status in de Noord-Atlantische regio.

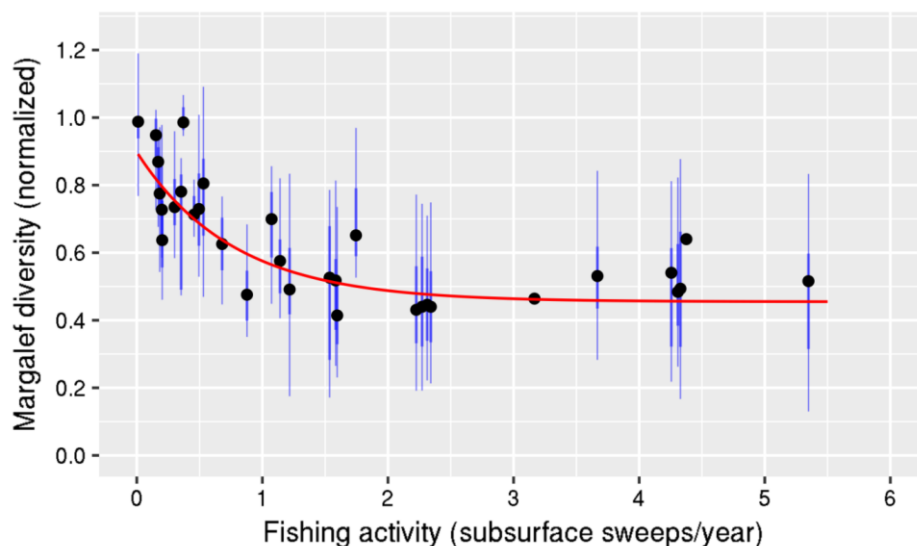
Naam	Afkorting	Status	Beschrijving
SENTINEL OF THE SEABED INDICATOR (SOS)	BH1 (SOS)	candidate	To assess the environmental status of a habitat using the proportional abundance of the sentinel species characteristics of this habitat in reference conditions. (González et al., 2018)

Benthic Indicator Species Index	BH1 (BISI)	candidate	The occurrence (either densities, biomass or presence/absence data) of combinations of specific indicator species are compared with predefined reference levels (BISI internal reference) for those species representing a good quality status. (http://ecoauthor.net/bisi/)
Assessment of coastal habitats in relation to nutrient and/or organic enrichment	BH2a	Common	Multi-metric indices (notably reported for Water Framework Directive (WFD))
Subtidal habitats of the southern North Sea	BH2b	Common	Multi-metric indices (Margalef diversity index) (Van Loon et al., 2018)
Extent of physical damage to predominant special habitats	BH3	Common	Spatial analysis of habitat distribution and sensitivity, versus pressure extent and intensity
Area of habitat loss	BH4	candidate	Spatial analyses of habitat loss, due to anthropogenic activities
Size-frequency distribution of bivalve or other sensitive/indicator species	BH5	Concept	No specific methodology developed yet, only the concept defined.

Enkel rond indicatoren BH2b en BH3 wordt er in dit rapport meer detail gegeven. De BH1 indicator resultaten zijn momenteel nog niet beschikbaar, de SoS zal een beoordeling geven voor de Bay of Biscay en Iberian waters, terwijl de BISI gebruikt wordt voor een beoordeling in de Noordzee. De BH2a beoordeling is een overname van de Kaderrichtlijn Water benthos beoordeling van de zeebodem binnen de <1 nautical mijl. Deze beoordeling focust zich op de impact van eutrofiëring in de nabije kustzone en geeft geen beoordeling van fysieke verstoring door visserij. BH4 handelt over de mate van habitatverlies door constructiewerken op of in de nabijheid van zee waardoor habitat verloren gaat. Habitatverlies kan ook voorkomen in het geval wanneer een menselijke druk leidt tot het verlies van dat habitat, wat mogelijk is bij zeer intensieve visserij (vb. het verlies van de Oestergronden in de Noordzee door intensieve visserij begin vorige eeuw). De BH4-methode is nog in ontwikkeling en aangezien dit laatste aspect nog niet meegenomen wordt, gaan we voorlopig niet verder in op deze beoordelingsmethode. BH5 is nog in concept fase, dus niet relevant om al mee te nemen.

4.2.2.1 BH2b

Voor de BH2b methode werden verschillende multi-metric indicatoren getest en kwam er naar voren dat de Margalef diversiteitsindex het meest gevoelig was voor het oppikken van drukken, waaronder visserijdruk (Figuur 18) (van Loon et al., 2018). De beoordeling van de BH2b-indicator is opgenomen in de Belgische KRMS-beoordeling voor zeebodem impact (Belgische staat 2018). Hieruit kwam dat het grof zand en zand habitat niet in goede status zijn, omdat deze habitats in dit gebied bij de laagst scorende (Margaleff EQR <0.5) zijn ten opzichte van deze habitats in de andere gebieden. Meer info over deze indicator kan gevonden worden op: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/biodiversity-status/habitats/condition-of-benthic-habitat-defining-communities/subtidal-habitats-southern-north-sea/>.

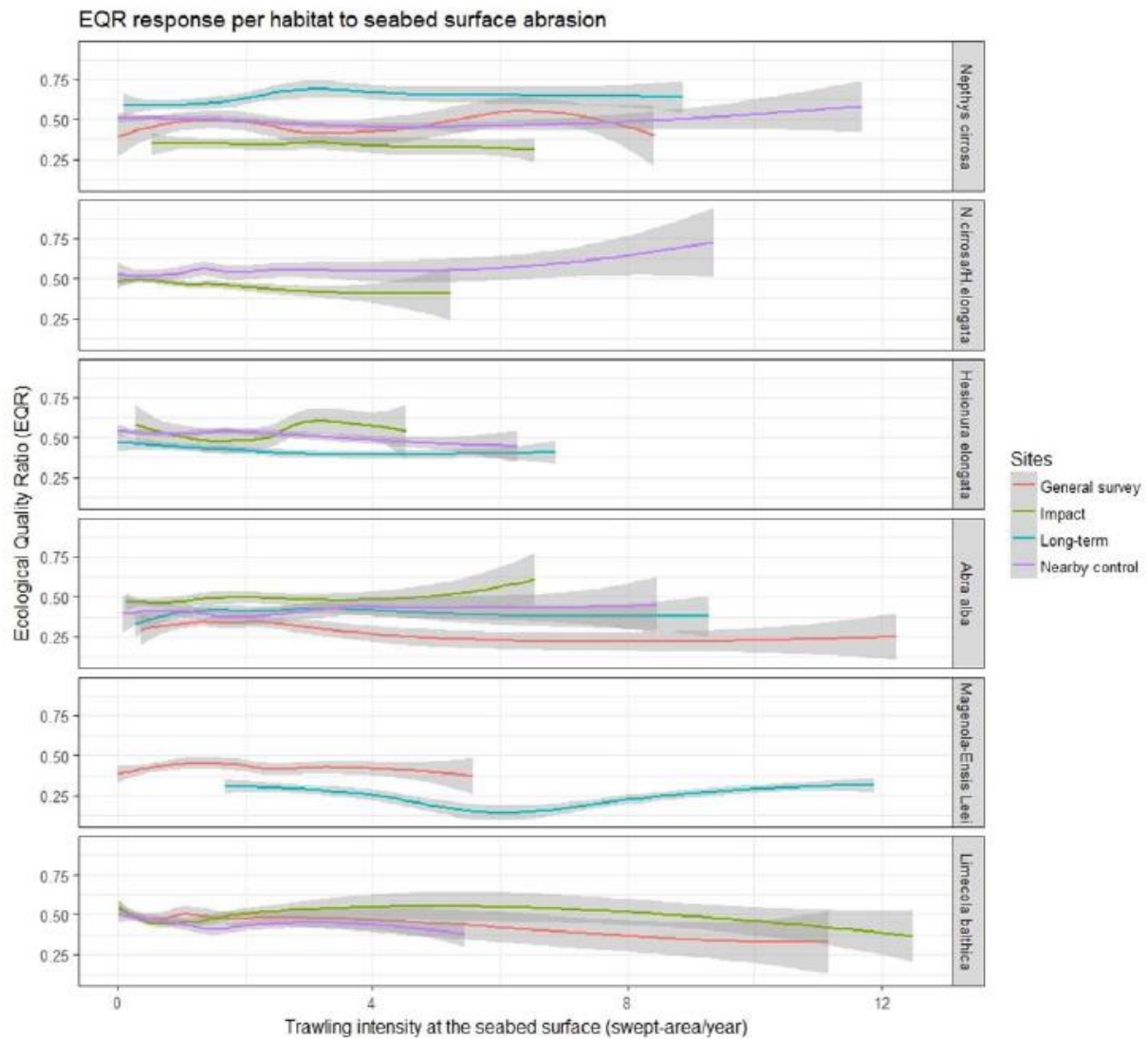


Figuur 18. Verband tussen visserijactiviteit (sub-surface) en de genormaliseerde Margalef-diversiteitswaarde (overgenomen uit Van Loon et al 2018).

Binnen Benthis Nationaal deden we een aantal testen met deze Margalef indicator om de impact van de visserij op de bodemgemeenschappen in het Belgisch Deel van de Noordzee te kwantificeren (Perché, 2018). Hiervoor is er getracht om de EQR-respons met toenemende bodemvisserij-intensiteit te modelleren (linear mixed effect model) voor de verschillende habitats. De modellfitting gebeurde met een loess-regressie functie om een vloeiende curve te bekomen. De resultaten tonen eerder een vlakke trend met toenemende visserij-intensiteit voor alle habitats (Figuur 19). De variatie in EQR is significant gelinkt aan habitat, type site, jaar, seizoen en trawling.

Dat het effect van visserij op de Margalef diversiteit voor de habitats in Belgische wateren niet duidelijk is, heeft verschillende redenen:

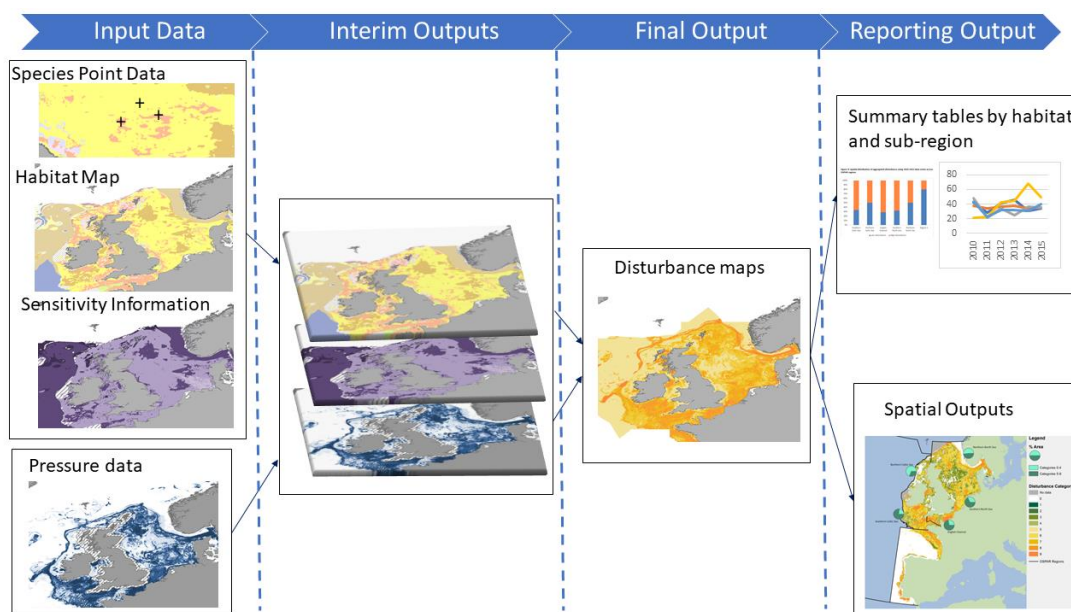
- Ten eerste is de visserij-intensiteit relatief hoog en continu over de jaren heen en zijn er geen gebieden met geen of bijna geen visserijactiviteit in de Belgische wateren (Pecceu & Paoletti et al., 2021). Hierdoor is het benthos mogelijks in 'stabiele' verstoorde situatie.
- Door de afwezigheid van onvoldoende datapunten langsheen de volledige visserijdruk-impactgradiënt (voornamelijk tussen SAR>1 en <5 veel data) is de responsinschatting onbetrouwbaar (variatie rond de lijn [grijze zone] duidelijk hoger) voor de lage en hoge visserij-intensiteit waarden.
- De benthosdata zijn gekoppeld binnen een gridcel aan de geëxtrapoleerde visserij-intensiteit gegevens van het jaar voor benthos staalname, wat maar een benadering is van de mogelijke druk op het benthos staalname punt.



Figuur 19. Ecologische kwaliteitsratio (EQR) respons per habitat en locaties ten opzichte van bodemberoerende visserij-intensiteit (surface abrasion).

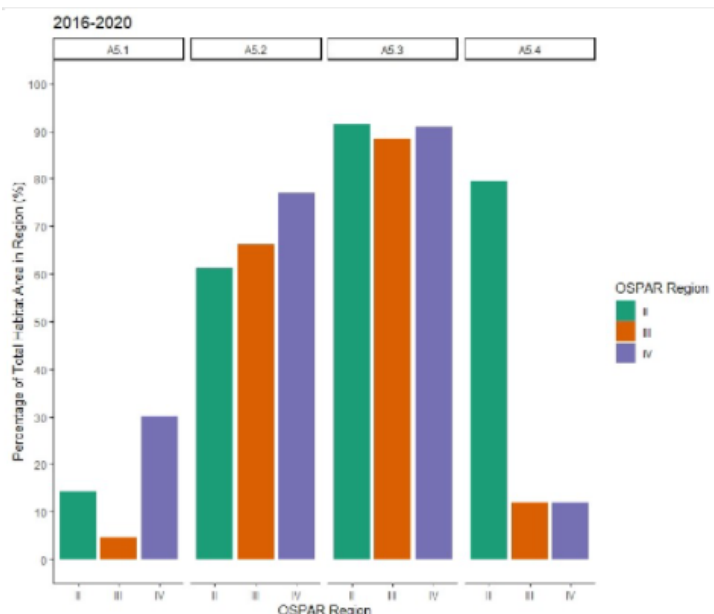
4.2.2.2 BH3

De BH3-indicator heeft tot doel de ruimtelijke omvang en het niveau van de fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten te beoordelen. In de BH3-beoordelingen wordt "verstoring" gedefinieerd als het resulterende effect van de gecombineerde interacties tussen druk (variërend in intensiteit en duur) en de gevoeligheid van de habitats en soorten op de zeebodem. De specifieke combinatie van druk en gevoeligheid, via een 9 categorieën matrix, wordt gebruikt om de totale impact (schade) op het habitat vast te stellen (Figuur 20).

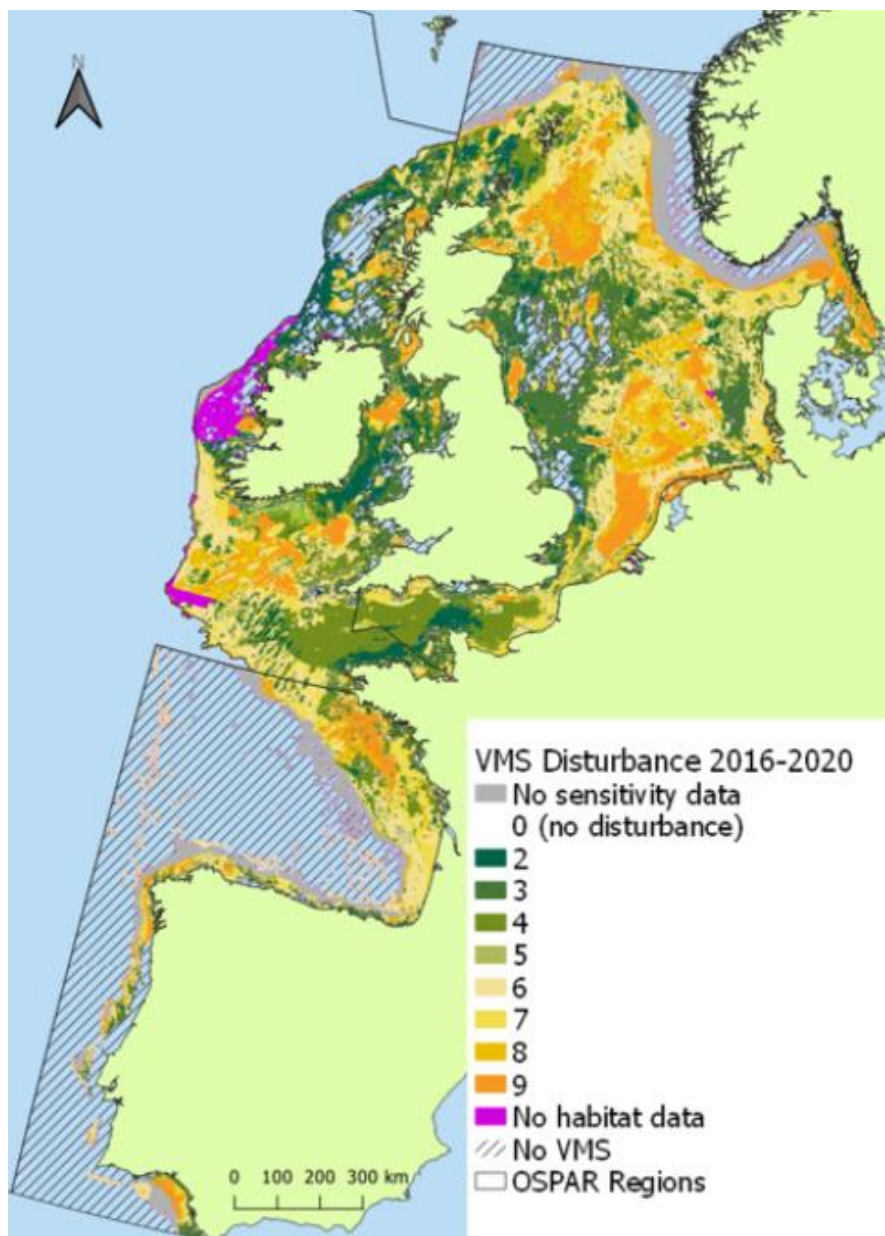


Figuur 20. Schematisch weergave van de data- en analyses flow voor de BH3 indicator (OSPAR intermediate assessment 2017).

De update van de BH3-indicator assessment van 2017 is nog maar beschikbaar sinds December 2021 (Figuur 21; Figuur 22) en is nu onder review door de OBHEG experts groep. Daarom zijn de getoonde resultaten nog maar tussentijdse resultaten en is het wachten op definitieve resultaten na de publicatie van het OSPAR Quality status report 2023 om verder analyses en conclusie te maken over wat deze beoordeling betekent voor de Vlaamse visserij. Desalniettemin, is hier kort voorgesteld tot wat dit assessment leidt. Uit voorlopige resultaten concludeert de BH3 methode dat het grove sediment type voornamelijk onder een lage impact valt (meeste oppervlakte in verstoring categorieën <5). Dit terwijl de andere sedimenttypes (zand, slib en mixed sedimenten), de impact (verstoring categorieën >5) voor 60 tot 90% van het habitat is. Een ruimtelijke weergave van de verstoring is zichtbaar in Figuur 22.



Figuur 21. VOORLOPIG RESULTAAT (December 2021): Overzicht van het percentage van de totale habitat verspreiding binnen OSPAR regio's II (Noordzee), III (Celtische zee) en IV (Bay of Biscay – Iberian coast) onder hoger impact (verstoring categorie 5-9) fort he periode 2016-2020. Habitats: A5.1 (Sublittoral coarse sediment), A5.2 (Sublittoral sand), A5.3 (Sublittoral mud), and A5.4 (Sublittoral mixed sediment).



Figuur 22. VOORLOPIG RESULTAAT (December 2021): Ruimtelijke verspreiding van de aggregerde verstoring categorieën voor de periode 2016-2020. < 5 = Beperkte impact; >5 = hoge impact.

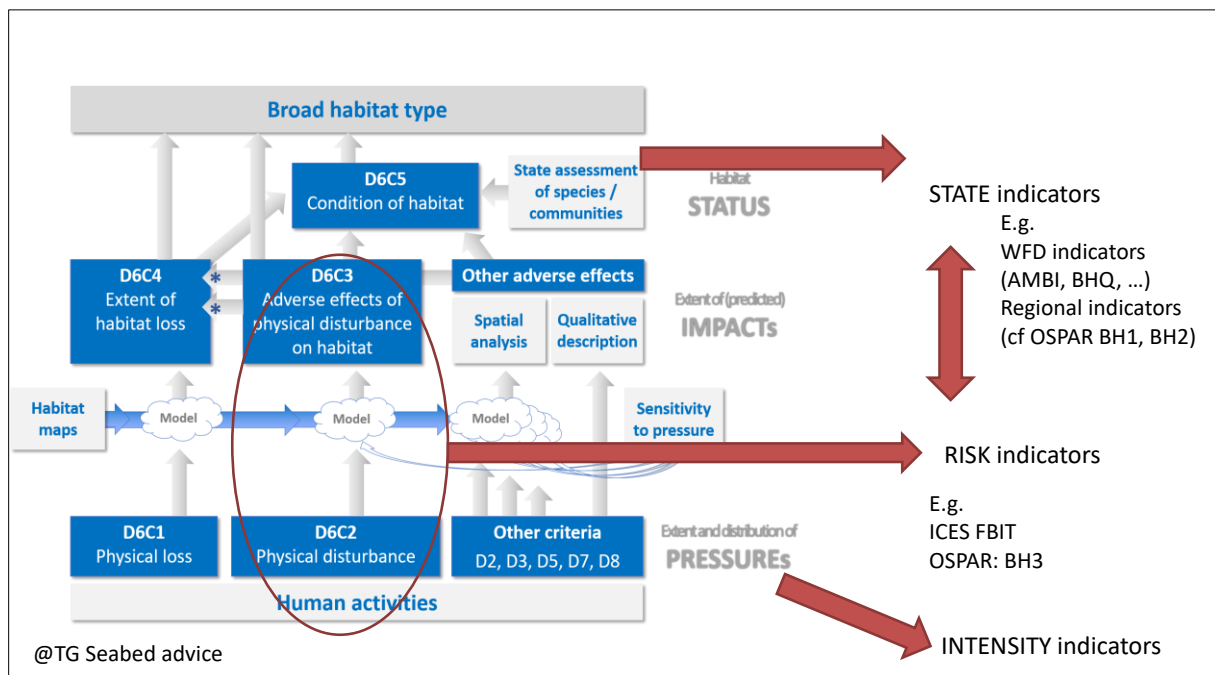
4.2.3 Vergelijkbaarheid van de indicatoren

Om de toestand van de habitats op de zeebodem, met inbegrip van de negatieve effecten op die habitats, te beoordelen, worden momenteel diverse methodologieën gebruikt, zoals in vorige hoofdstukken beschreven, die in grote lijnen als volgt ingedeeld kunnen worden:

a. Gebruik van empirische gegevens van staalname in situ of waarnemingen (via punt-, gebieds- of transect bemonstering). Deze aanpak levert rechtstreeks bewijs op over de toestand van het habitat en geeft het grootste vertrouwen in de beoordelingen. Deze aanpak steunt vooral op 'state indicatoren' (Figuur 23). Voor KRMS-doeleinden wordt deze aanpak echter doorgaans beperkt door de capaciteit van monitoringprogramma's om voldoende monsters te nemen om ruimtelijk dekkend te zijn in de beoordeling. Dit type van indicatoren zouden eerder een evaluatie leveren voor criterium D6C5.

b. Gebruik van kaarten en modellen om de verspreiding, de omvang en de ernst van een bedreiging en de effecten daarvan in een groter gebied te voorspellen. Deze kunnen worden afgeleid uit het in kaart brengen van de verspreiding van activiteiten (b.v. baggeren van aggregaten, bodemvisserij) om de omvang en ernst van een druk (b.v. fysieke verstoring) te voorspellen en van hieruit de mogelijke impact op de benthische habitats te modelleren. Deze aanpak steunt dus vooral op 'risk indicatoren' (Figuur 23) en maakt het mogelijk grote delen van de zeebodem (b.v. hele regio's) te beoordelen, maar gaat wel ten koste van de ruimtelijke resolutie, en vormt dus een essentieel onderdeel van het KRMS-beoordelingsproces voor D6, ter aanvulling van de eerste aanpak. Deze methoden worden vooral gebruikt voor criteria D6C3 te evalueren.

c. Een evaluatie gebaseerd enkel op de gegevens over de druk van een activiteit (vb. abrasie door visserij of zandextractie) spreken we van 'intensity indicators'. Dit type indicatoren worden gebruikt om D6C1 en D6C2 te evalueren.



Figuur 23. Conceptueel schema voor de evaluatie van de MSFD descriptor bodemintegriteit (@TG Seabed advice), met aanduiding van type indicatoren die gebruikt worden voor de verschillende criteria (D6C1, D6C2, D6C3, D6C4, D6C5) (ICES, 2022).

Dit alles past dus onder de paraplu van KRMS-descriptor 6 "Beoordeling van de integriteit van de zeebodem", waarvoor 5 criteria werden gedefinieerd (Figuur 23). Benthische indicatoren worden gebruikt om criteria D6C3 ("Nadelige effecten van fysieke verstoring op habitat") en D6C5 ("Toestand van habitat") te evalueren. Het ene type is dat van de "risico"-indicatoren, die trachten het effect van fysieke verstoring op de benthische habitatgemeenschap in te schatten door middel van een modelmatige aanpak. Met andere woorden, zij schatten het potentiële (risico) effect (impact) van een bepaald fysiek verstoringniveau op de toestand van de benthische gemeenschap. Voorbeelden van deze op risico gebaseerde indicatoren zijn de FBIT-benadering (relatieve benthische toestand), OSPAR BH3 en de HELCOM Cumuli. De andere soort indicatoren wordt aangeduid als "toestand"-indicatoren, aangezien zij tot doel hebben de "reële" toestand van de benthische gemeenschap te beoordelen op basis van benthische variabelen (diversiteit, abundanties, ...) die zijn afgeleid van specifieke afgeleide monitoringgegevens. Voorbeelden van dergelijke indicatoren zijn de benthische indicatoren van de KRW (m-AMBI, IQI, BQI, BEQI, ...) (Figuur 25) en de OSPAR-indicatoren BH1 en BH2, naast tal van andere.

Daarom beoordelen de toestandsindicatoren de kwaliteit, terwijl de risico-indicatoren het risico van een verminderde kwaliteitstoestand beoordelen. Risico-indicatoren zijn geschikt voor grootschalige beoordeling en gemakkelijker te extrapoleren dan toestandsindicatoren. Terwijl de toestandsindicatoren een meer lokale beoordeling zijn, gebaseerd op reële monitoringgegevens van de beoordelingsperiode.

Om de verschillende indicatoren, die voor verschillende doeleinden zijn ontwikkeld, met elkaar te kunnen vergelijken, is het belangrijk te weten wat wordt vergeleken. Bovendien moet een methode worden ontwikkeld om deze vergelijking te standaardiseren. In de Kaderrichtlijn Water werd een intercalibratie procedure opgezet om indicatoren en hun drempelwaarden op een statistische manier te toetsen (bv. bentische indicatoren Van Hoey et al., 2015) (zie Figuur 25). Enerzijds is die gebaseerd op een correlatieanalyse, waarbij de verschillende indicatoren hun vergelijkbaarheid onder een gemeenschappelijke maatstaf moeten aantonen. Anderzijds worden de klasse bias en klasse verschillen geëvalueerd, die binnen een bepaalde afwijkkingsklasse moeten vallen. Zo niet, dan moet de indicator zijn grensdrempels aanpassen, om hem in overeenstemming te brengen met de andere. Natuurlijk is het de bedoeling van de KRMS om een dergelijk gedetailleerd en langdurig intercalibratieproces te vermijden, maar een zekere mate van vergelijking tussen indicatoren lijkt noodzakelijk. Dit kan worden gezien als een soort benchmarkingproces van de KRMS-indicatormethodologieën. Dit proces zal waarschijnlijk worden besproken in een afzonderlijke ICES-workshop (in 2022-2023), op basis van het verzoek van de EU. In eerste instantie zal dit gebeuren op het niveau van de onderlinge vergelijking van de op risico gebaseerde indicatoren. Op een tweede niveau kan het gaan om een vergelijking van de uitkomsten van de risico- en toestandsindicator(en) voor een bepaald (deel)gebied.

4.2.4 Conclusies en aanbevelingen rond indicatoren

Er is een hele set aan indicatoren voor de evaluatie van de status van de zeebodem. Deze indicatoren heb elk hun eigen historiek, specificaties en doelstellingen. In functie van de evaluatie van de impact van visserij op de zeebodem in de Vlaamse visserijgebieden zijn er momenteel 2 indicatoren (BH3 en de FBIT indicator) die toegepast worden op ruime schaal. Beide indicatoren hanteren dezelfde principes, namelijk de impact wordt bepaald aan de hand van de visserij voetafdruk en de gevoeligheid van de bodem. In de wijze van berekening en bepaling van sensitiviteit verschillen ze qua aanpak, namelijk een kwalitatieve classificatie (BH3, MarLIN) en een kwantitatieve kwalificatie (FBIT, levensduur). Beide methoden zijn geldig en zeker goed genoeg bevonden. Maar desalniettemin, leidt dit voor bepaalde gebieden tot een verschillende beoordeling, wat verder dient onderzocht te worden, aangezien de stap om de vergelijkbaarheid van de indicatoren te testen en valideren nog moet gestart worden. Aangezien deze beoordelingen de basis vormen voor het beheer van de menselijke activiteiten op zee, is het van belang om hier verder in te investeren qua opvolging en onderzoek.

5 Karteren van de bodemimpact en management implicaties

De bodemimpact van visserij kan op verschillende manieren gekarteerd worden (zie hoofdstuk 4 indicatoren). In Benthis Nationaal hebben we ons gericht op de toepassing van de FBIT-tool voor de Belgische visserij. De FBIT-tool analyseert de impact van visserij op het bentisch ecosysteem. In dit hoofdstuk wordt er geëvalueerd hoe de toepassing van de FBIT-tool kan worden aangepast zodat de inspanningen van de Belgische visserij naar verminderde bodemimpact kan worden gekarteerd en geëvalueerd. Hiervoor zijn ook een aantal managementstrategieën voorgesteld.

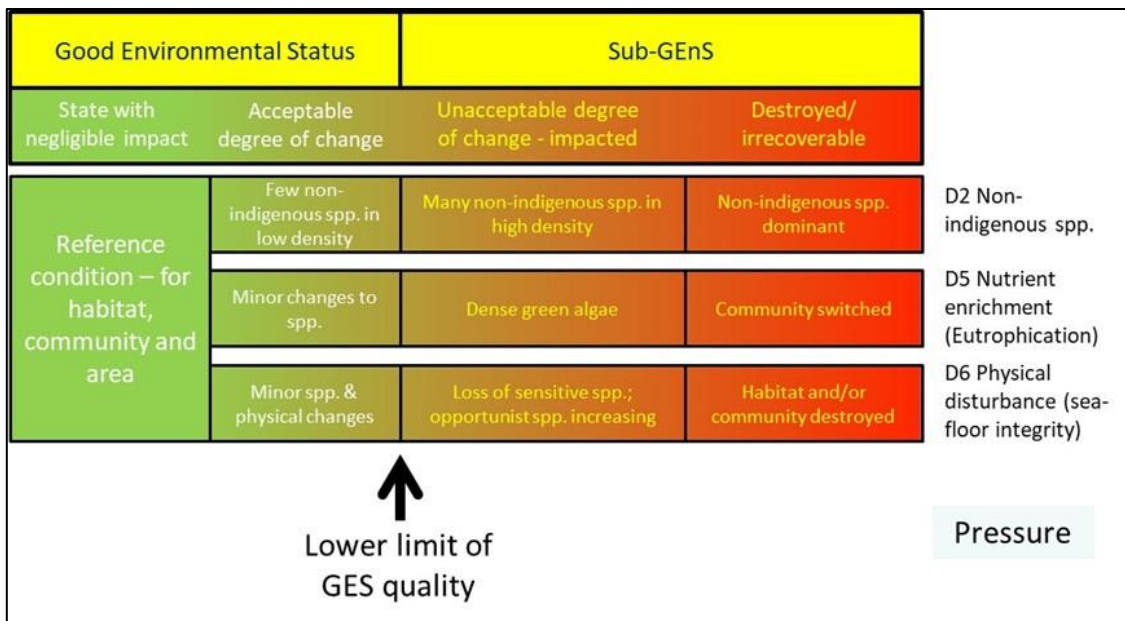
5.1 Drempelwaarden voor bodem impact

De FBIT-tool wordt dus hier gebruikt om de bodemimpact voor de Vlaamse visserij in te schatten en is ook de internationale ICES-methode hiervoor. Deze tool wordt gebruikt om in te schatten hoeveel van de mariene habitats nadelig beïnvloed zijn of in goede milieutoestand zijn. Om dit in te schatten zijn er drempelwaarden ('thresholds') nodig die aangeven wanneer een impact nadelig is en wanneer goede milieutoestand geldt. Dit is een evaluatie die dient gemaakt te worden in functie van descriptor bodemintegriteit in de MSFD, waarvoor 6 evaluatie criteria zijn gedefinieerd (Figuur 23). De Europese technische werkgroep Seabed (TGSeabed, gestart in 2018), waaraan we actief participeerden (zie hoofdstuk 8), is bezig met het opstellen en definiëren van de richtlijnen voor evaluatie van descriptor 6. Een belangrijk onderdeel hiervan is de bepaling van drempelwaarden. Het opstellen van deze richtlijnen is een zeer gecompliceerd proces, waarbij er inhoudelijke overeenkomst dient te zijn tussen alle EU-lidstaten. Bij het opstellen van deze richtlijnen, werd er ook advies rond economische gevolgen voor de visserij in relatie tot bodem management gevraagd aan ICES (WKTRADE workshops, zie hoofdstuk 5.4.1).

Tot op vandaag zijn er nog geen drempelwaarden overeengekomen op Europees niveau, maar zijn er wel een aantal voorstellen en scenario's ontwikkeld. In ICES (WKTRADE workshops) werd er gewerkt met scenario's rond bodemimpact drempelwaarden voor de FBIT-methode en de resultaten zijn in meer detail beschreven in hoofdstuk 5.4.1. Het algemene concept voor deze drempelwaarde is gedefinieerd in TGSeabed, waarnaast we hier in het rapport ook een aantal voorbeelden geven.

5.1.1 TGSeabed algemeen advies

Indicatoren moeten in staat zijn om een verandering in de toestand van een habitat te detecteren als onderdeel van het beoordelingsproces. De mate van deze verandering kan dan gescoord worden naar nadelig of aanvaardbaar, met op bepaald punt een drempelwaarde (Figuur 24). Deze moet voor elk relevant criterium of indicator apart vastgesteld worden.



Figuur 24. Conceptuele relatie tussen GES voor zeebodem habitats en sub-GES-omstandigheden, zoals uitgedrukt door de schadelijke effecten van verschillende drukken (drie voorbeelden weergegeven) (uit OSPAR 2012). De ondergrens van de GES-kwaliteit wordt bepaald door de drempelwaarden die voor elk relevant criterium moeten worden vastgesteld.

De MSFD – GES richtlijn voor D6 schrijft voor dat drempelwaarden moeten worden vastgesteld voor de negatieve effecten op de toestand van elk habitatype (D6C5) en voor de negatieve effecten van fysieke verstoring (D6C3). De drempelwaarde maakt derhalve een onderscheid tussen een habitat (of nauwkeuriger gezegd een gebied in dat habitat) dat wordt aangetast en een gebied in datzelfde habitat dat niet wordt aangetast (d.w.z. dat het in een goede staat/toestand verkeert). Het gaat hier dus om "kwaliteit"-drempelwaarden, die te onderscheiden zijn van de waarden die moeten worden vastgesteld voor de maximaal toelaatbare omvang van het habitatverlies volgens criterium D6C4 en voor de maximaal toelaatbare omvang van de schadelijke effecten volgens criterium D6C5, die als "omvang"-drempelwaarden kunnen worden beschouwd. Voor descriptor 6 zijn er dus eigenlijk twee types van drempelwaarden nodig voor het beoordelingsproces.

- 1) Kwaliteit drempelwaarde ('Quality threshold'), gelinkt aan de mate van nadelige beïnvloeding van een druk op het habitat.
- 2) Omvang drempelwaarde ('Extent threshold'), gelinkt aan hoeveel oppervlakte van een habitat negatief beïnvloedt of dat in goede status is.

5.1.2 Kwaliteit drempelwaarden

Om een kwaliteit drempelwaarden te kunnen vaststellen, moet worden bepaald in welke mate de toestand (ten opzichte van de referentietoestand) is veranderd, hetgeen erop wijst dat de habitat (door een of meer antropogene factoren) is aangetast. In het MSFD besluit staat dat de drempelwaarden moeten worden vastgesteld ten opzichte van een referentievoorwaarde.

Het is gemakkelijker om drempelwaarden vast te stellen als er een duidelijke discontinuïteit is waargenomen ten opzichte van een druk, waarbij onder het breekpunt een "onaanvaardbare verandering" wordt vastgesteld (Figuur 24). Wanneer de verandering van de toestand meer geleidelijke verloopt (met betrekking tot verhoogde drukniveaus en/of de reactie van het habitat), wordt het veel moeilijker. Daarvoor zal men meer moeten steunen op de beschikbaarheid van goede ruimtelijke en temporele gegevens.

De mate van verandering ten opzichte van een referentietoestand die een schadelijk effect definieert, moet ideaal onafhankelijk zijn van de gebruikte indicator. Dit is in de praktijk echter moeilijk, aangezien de indicatorcomponent en de berekening sterk kunnen verschillen naar gelang van het type gemeenschap/habitat, druk of regio. Het is daarom pragmatischer om te streven naar een

gestandaardiseerde output categorisering (bv. als Ecological Quality Ratio- of EQR-waarden) om een vergelijking van de indicatorresultaten ten opzichte van de referentietoestand mogelijk te maken. Dit zoals geïmplementeerd is in de WFD (Van Hoey et al., 2010; 2015) (Figuur 25).

Member State		Method		WISER database	Included in this IC exercise
Belgium	BE	Benthic Ecosystem Quality Index	BEQI	X	Yes
Germany	DE	Multivariate AZTI's Marine Biotic Index	m-AMBI ¹	X	Yes
Denmark	DK	Danish Quality Index	DKI	X	Yes
France	FR	Multivariate AZTI's Marine Biotic Index	m-AMBI ²	X	Yes
Ireland	ROI	Infaunal Quality Index	IQI	X	Yes
Netherlands	NL	Benthic Ecosystem Quality Index 2	BEQI2	X	Yes
Norway	NO	Norwegian Quality Index	NQI	X	Yes
Portugal	PT	Benthic Assessment Tool	BAT	X	Yes
Spain (m-AMBI)	ES-BC/C	Multivariate AZTI's Marine Biotic Index	m-AMBI	X	Yes
Spain (BO2A)	ES-A	Benthic Opportunistic polychaetes/amphipods index	BO2A	x	yes
United Kingdom	UK	Infaunal Quality Index	IQI	X	yes

¹m-AMBI method, but other reference and boundary settings.

²m-AMBI method, but other reference settings.

National Method	Denmark	UK/ROI	Spain (m-AMBI)	Norway	Portugal	the Netherlands	Germany	France	Spain (BO2A)	Belgium
H/G	0,800	0,750	0,770	0,720	0,790	0,780	0,850	0,770	0,830	0,800
G/M	0,600	0,640	0,530	0,630	0,580	0,580	0,700	0,530	0,500	0,600
M/P	0,400	0,440	0,380	0,400	0,440	0,380	0,400	0,380	0,400	0,400
P/B	0,200	0,240	0,200	0,200	0,270	0,180	0,200	0,200	0,200	0,200

Figuur 25. Overzicht van de WFD benthos indicatoren en hun drempelwaarden (Van Hoey et al., 2015).

5.1.3 Omvang drempelwaarden

Als alle habitats op de zeebodem samen in aanzienlijke mate nadelige effecten ondervinden, kan dit leiden tot een algemene verslechtering van het mariene milieu. Het bereiken van GES wordt over het algemeen beschouwd als een manier om het mariene milieu weer in een veerkrachtiger toestand te brengen, die beter bestand is tegen de verwachte effecten van drukken. Deze overwegingen suggereren dat het vaststellen van drempels voor de omvang meer een kwestie van beleidsambitie is met betrekking tot het bereiken van "GES" dan een meer specifieke wetenschappelijk meetbare kwestie, zoals het geval is voor drempels voor "kwaliteit". In beleidsdocumenten in functie van natuurbescherming wordt zeer regelmatig de 10 procent drempelwaarde voorgesteld van gebied dat 'onverstoord' zou moeten zijn (zie kader).

Convention of Biological Diversity (CBD), Target 11:

By 2020, at least ... **10 per cent** of coastal and marine areas, **especially areas of particular importance for biodiversity and ecosystem services**, are conserved through effectively and equitably managed, ecologically representative and well connected systems of protected areas and other effective area based conservation measures, and integrated into the wider landscape and seascape.

UN Sustainable Development Goal 14, Target 14.2 and 14.5:

By 2020, sustainably manage and protect marine and coastal ecosystems to avoid significant adverse impacts, including by strengthening their resilience, and take action for their restoration in order to achieve healthy and productive oceans. By 2020, **conserve at least 10 per cent of coastal and marine areas**, consistent with national and international law and based on the best available scientific

information.

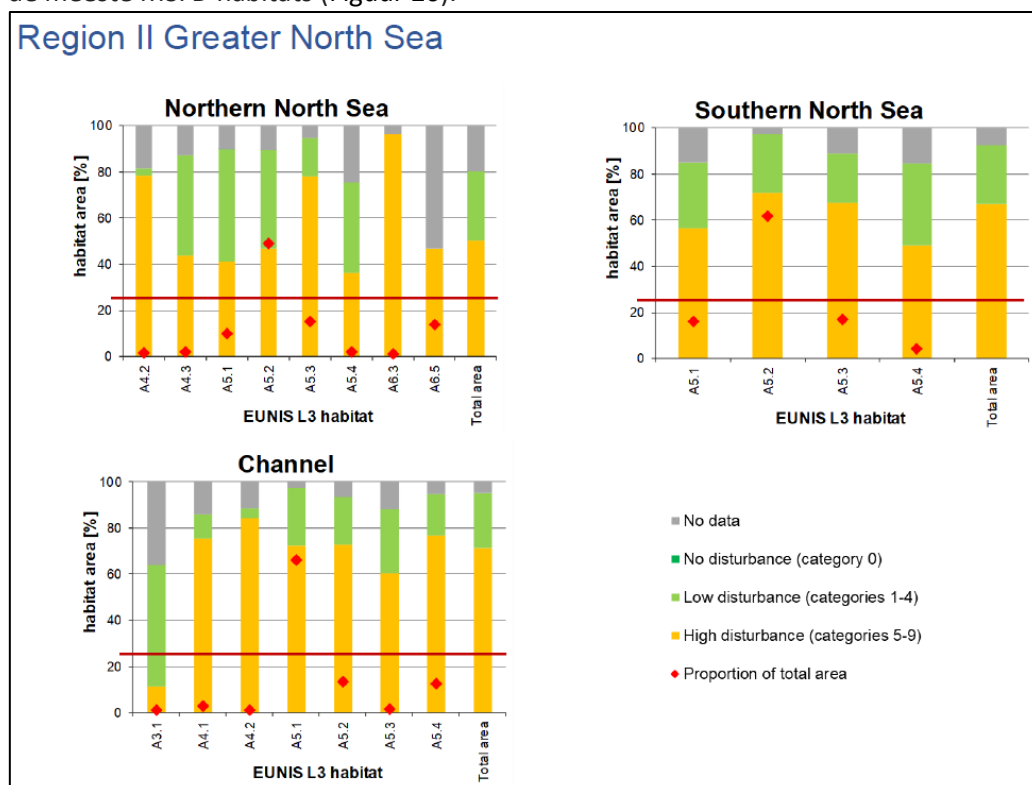
EU Biodiversity Strategy for 2030:

The Strategy sets an ambitious objective of establishing a truly coherent Trans European Nature Network, to include legal protection for at least ... 30 per cent of the sea in the EU, of which ... **10 per cent of sea to be under strict protection.**

Deels gebaseerd op deze ambitieniveaus zijn er een aantal voorstellen door lidstaten voorgesteld en gebruikt in hun KRMS-beoordeling in 2018. Deze dienen momenteel als input en voorstel om al dan niet over te nemen (aan te passen) voor gebruik binnen OSPAR voor de Noord-Atlantische mariene wateren.

- Duitsland definieert het als volgt: Een MSFD-habitattype is in GES, wanneer ten minste 10% van zijn oppervlakte permanent ongestoord is EN de sterk verstoorte oppervlakte (verstoringscategorieën 5-9 [als drempel voor nadelig effect in OSPAR BH3 indicator]) minder dan 25% van de totale habitatoppervlakte bedraagt.
- Verenigd Koninkrijk definieert het als volgt: De mate van blootstelling aan druk op het niveau van de KRMS sub-regio's mag niet resulteren in meer dan Matige impact/kwetsbaarheid van de habitat (verstoringscategorieën 0-4 [als drempel voor nadelig effect in OSPAR BH3 indicator]) (afhankelijk van de gevoeligheid van de habitat voor deze druk). Percentages werden berekend voor elke sub-regio, om te worden vergeleken met een drempelwaarde van 15%, die in 2012 werd vastgesteld als een potentiële doelstelling voor deze indicator.
- In de Habitatrichtlijn (92/43/EEG) wordt een habitat waarvan meer dan 25% van de oppervlakte significant is aangetast wat structuur en functie betreft, geclassificeerd als "ongunstig-slecht".

Een toepassing van deze voorstellen voor de Noordzee regio op basis van de BH3 OSPAR indicator, toont aan dat er geen habitat onverstoord is en dat het sterk verstoord oppervlak ruim boven de 25% is voor de meeste MSFD habitats (Figuur 26).



Figuur 26. Toepassing van de 25% threshold op de OSPAR BH3 indicator resultaten van de intermediate assessment 2017 voor de OSPAR regio Greater North Sea (@analyse by Bioconsult Germany).

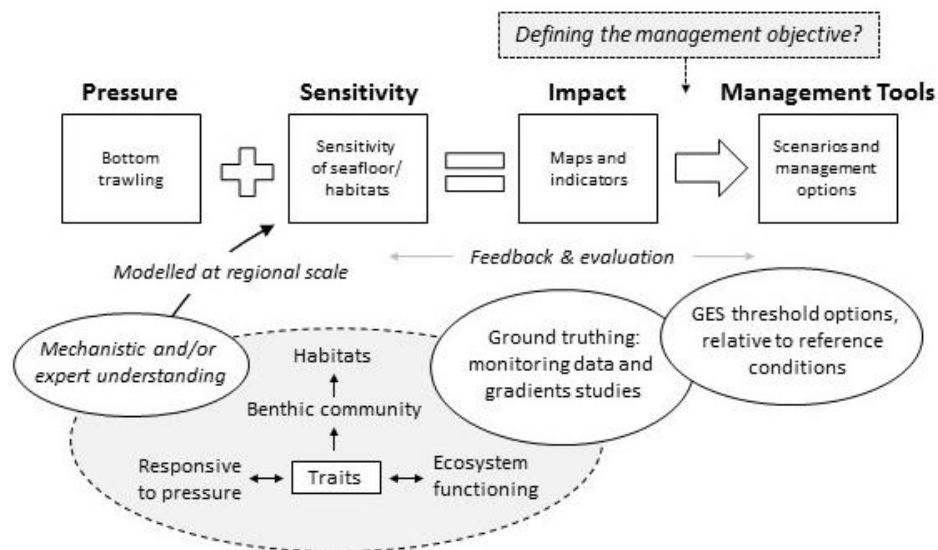
5.2 Bodemimpact: Fishery Benthic Impact Tool (FBIT)

5.2.1 Methodologie

De methodologie voor de evaluatie van de impact van bodemsleepnetten op het benthisch ecosysteem werd voor het eerst ontwikkeld in het Europees project 'Benthis' (Rijnsdorp et al 2016). De methodologie wordt verder verfijnd en ontwikkeld om regionaal toe te kunnen passen in alle Europese zeeën in de ICES werkgroep 'Fisheries Benthic Impact and Trade-offs' (FBIT). In 2017 werd deze methode gebruikt door ICES om advies te geven aan de Europese Commissie over de *indicatoren van visserijdruk en impact door vistuig met bodemcontact, en de trade-off met vangsten en besomming* (ICES, 2017a). De methode is operationeel voor de Noordzee en de Baltische Zee, maar is tot op heden (8 december 2021) nog in ontwikkeling voor de Westelijke Wateren. De toepassing van de methode op de Belgische visserij zal zich richten op de Noordzee.

5.2.1.1 Fisheries Benthic Impact Tool (FBIT)

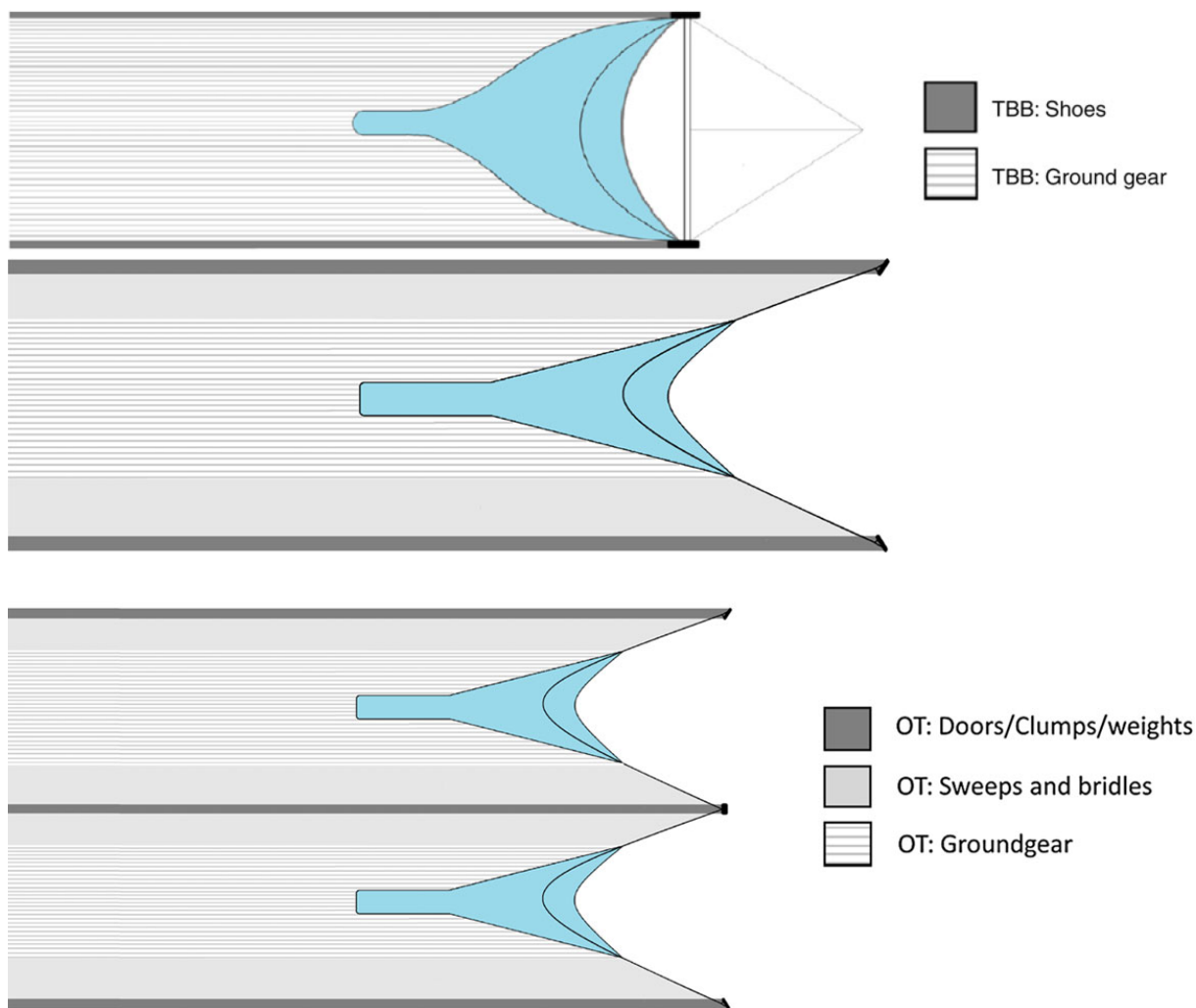
De FBIT-tool doorloopt een aantal stappen die samengevat zijn in Figuur 27.



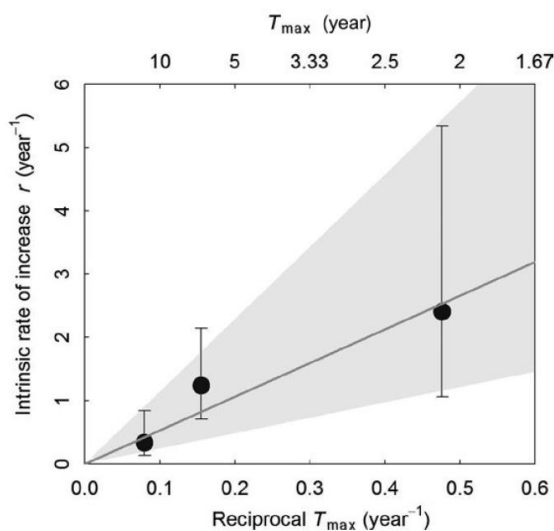
Figuur 27 - Conceptueel diagram om bodemimpact te bepalen en scenario's te ontwikkelen voor het beheer van visserijdruk en impact op de zeebodem (op basis van ICES, 2017b).

Eerst wordt visserijdruk in kaart gebracht. Hiervoor wordt de beviste oppervlakte bepaald op basis van de breedte van het vistuig (Figuur 28), haar snelheid van vissen en het aantal visuren (Eigaard et al 2016, 2017, Amoroso et al 2018). In Benthis Nationaal is de Europese visserijdruk geëvalueerd op basis van de vrij beschikbare OSPAR-data. De Belgische visserijdruk werd geanalyseerd op basis van VMS en logboekdata van het Departement Landbouw en Visserij (zie hoofdstuk 3.2).

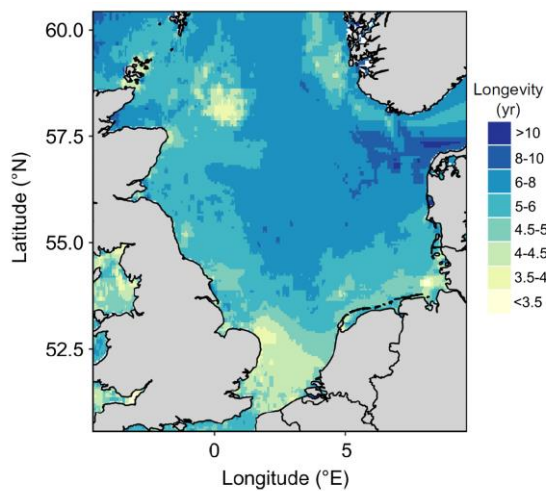
Daarnaast wordt de gevoeligheid van het benthisch ecosysteem gekwantificeerd (zie hoofdstuk 4). Hiervoor volgen we de analyse van Hiddink et al (2018) die voorspelt hoe snel de biomassa van een volledige bodemgemeenschap herstelt na visserijverstoring. Langlevende soorten herstellen trager dan soorten met een korte levensduur (en dus een hogere turnover-snelheid) (Figuur 29). De biomassasamenstelling van deze eigenschap ('longevity trait') werd voor de ganse Noordzee voorspeld in Rijnsdorp et al (2018) (Figuur 30).



Figuur 28 Conceptueel diagram van de voetafdruk van een boomkor (bovenaan), een enkel bordennet (centraal) en een tweelingnet (onderaan). De verschillende componenten van het vistuig hebben een andere penetratiediepte in de bodem (Shoes: sloffen, doors: scheerborden, groundgear: grondpees) (gebaseerd op Eigaard et al 2016)

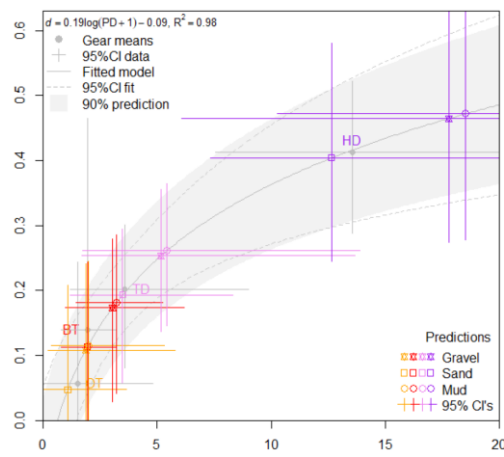
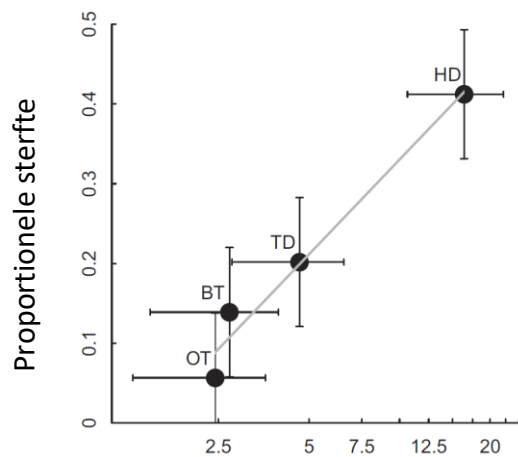


Figuur 29 Relatie tussen de reciproke waarde van de levensduur en de herstelcapaciteit van een bodemgemeenschap op basis van Hiddink et al (2018)



Figuur 30 mediane levensduur van de bodemgemeenschappen in de Noordzee (overgenomen uit Rijnsdorp et al 2018)

De bodemimpact wordt berekend als de *Relative Benthic Status* (RBS) op basis van de visserijdruk en de gevoeligheid voor die druk. Visserijdruk werd als voetafdruk berekend, die verder wordt vertaald naar een sterftecijfer door niet enkel rekening te houden met de beviste oppervlakte, maar ook met de penetratiediepte van een vistuig. Deze penetratiediepte en haar relatie met de sterftegraad door een vistuig werd geschat in Hiddink et al (2017) op basis van een uitgebreide meta-analyse van individuele studies over de acute sterfte van benthische invertebraten na bevissing (Figuur 31). Net als in Rijnsdorp et al (2020) werd deze relatie gebruikt om de sterftegraad van een ander vistuig in te schatten. In Benthis Nationaal werd aangenomen dat een SumWing gelijk gesteld kan worden met een boomkor zonder sloffen. Op die manier vermindert de penetratiediepte van een SumWing van 2.72 cm (conventionele boomkor) tot 2.48 cm (SumWing) wat overeenkomt met een sterftegraad van 12% (SumWing) in plaats van 14 % (conventionele boomkor). De sterftegraad van andere vistuig werd gebaseerd op de cijfers uit Rijnsdorp et al (2020) die verder bouwen op Hiddink et al (2017) (Tabel).



Figuur 31 – Gemiddelde sterftegraad (fractie) van de totale biomassa van een benthische gemeenschap staat in relatie tot de gemiddelde penetratiediepte van het vistuig. De sterftegraad na bevissing door een boomkor (rood) is hoger dan die van een bordennet, maar lager dan die van mechanische en hydraulische dreggen (Overgenomen van Hiddink et al 2017)

Figuur 32 – idem als Fig 11 (grijze punten), met voorspellingen per sediment type: grind, zand en modderig sediment voor elk vistuig. Deze cijfers verschenen na de analyses in dit rapport, en geven aan dat sterftcijfers in zanderige habitats lager zijn dan in grind en modderige sediment types (Pitcher et al 2022).

Tabel 10 Sterftegraad van de benthische gemeenschap per metier (gebaseerd op Rijnsdorp et al 2020, behalve SumWing*)

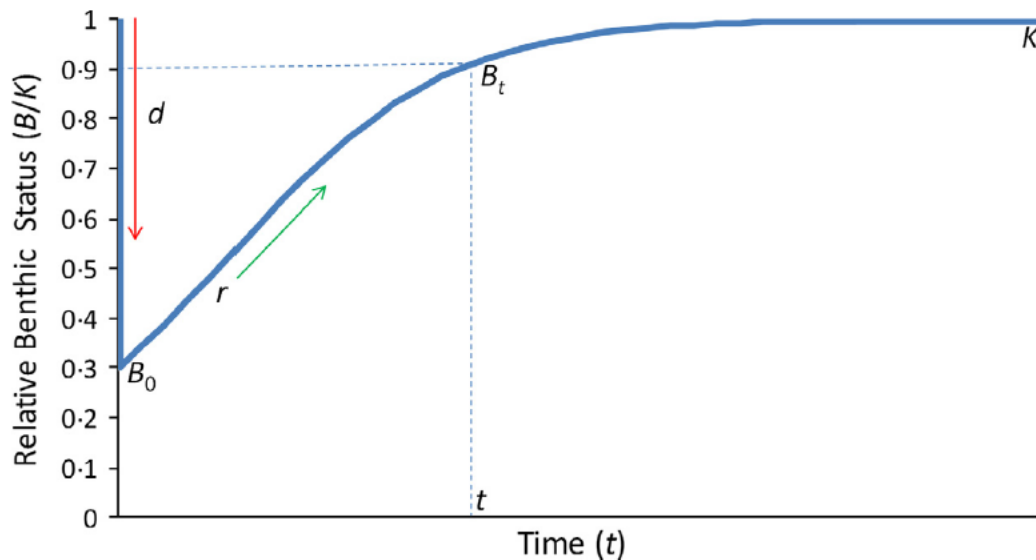
Vistuig	Doelsoort	Sterftegraad (fractie)
Dreg	Schelpen	0.2
Bordennet	Noorse kreeft, gemengde vis	0.1
Bordennet	Kabeljauw of schol	0.026
Bordennet	Gemengde vis	0.075
Bordennet	Gemengde benthopelagische vis	0.073
Bordennet	Sprot of zandspiering	0.009
Deense zegen	Schol, kabeljauw	0.009
Flyshoot	Kabeljauw, schelvis, platvis	0.016
Boomkor	Grijze garnaal	0.06
Boomkor	Platvis	0.14
SumWing*	Platvis	0.12

De relatieve status van het benthisch ecosysteem (RBS) werd geschat op basis van de relatie van de totale biomassa met haar draagkracht. Een RBS waarde gelijk aan 1 betekent dat de benthische gemeenschap haar volledige draagkracht benut, terwijl na bevissing de biomassa daalt op basis van de

sterftegraad (Figuur 31; Figuur 33). Het herstel van de biomassa volgt de logistische groeicurve die ontwikkeld werd in Pitcher et al (2017) (Figuur 33).

$$RBS = B/K = 1 - SAR \cdot d/r \quad [1]$$

Waarbij de RBS (Relatieve Benthische Status) wordt geschat op basis van de aanwezige biomassa B ten opzichte van de draagkracht K , die wordt berekend op basis van de beviste oppervlakte (SAR), de sterftegraad d na één passage van een vistuig en de intrinsieke herstelcapaciteit r van de benthische gemeenschap.



Figuur 33 De sterftegraad d veroorzaakt een verminderde biomassa van de benthische gemeenschap tot B_0 waarna die volgens haar herstelcapaciteit r weer terugkeert naar de maximale draagkracht K (overgenomen uit Pitcher et al 2017).

5.2.1.2 Relative Benthic Impact (RBI)

Eén van de uitdagingen van het Benthis Nationaal project was de evaluatie van de bodemimpact van de Belgische boomkorvisserij. De RBS-indicator geeft de bodemimpact van een evenwichtssituatie, terwijl een toepasbare indicator voor de Belgische vloot ook relatief over de jaren moet geëvalueerd kunnen worden, en relatief moet geplaatst kunnen worden ten opzichte van de bodemimpact van niet-Belgische vloten en tussen vaartuigen of zeereizen binnen de Belgische vloot. Daarom was het nodig om een nieuwe indicator te ontwikkelen die zich baseert op de RBS-principes, maar die dynamische, acute impact evalueert in plaats van impact in een statische evenwichtssituatie.

De RBS werd berekend in vergelijking [1] die gebaseerd is op een evenwichtssituatie, of een tijdsafhankelijke vergelijking waarbij er geen wijziging is van de Biomassa B ($\delta B/\delta t=0$). Om acute impact in een dynamische vergelijking weer te geven, moeten we vertrekken vanuit de oorspronkelijke vergelijking (Ellis et al 2014):

$$\delta B/\delta t = r \cdot B_t (1 - B_t/K) - d \cdot E_t \cdot B_t \quad [2]$$

Waarbij de vergelijking een logistische groeicurve voorstelt (Figuur 33) met r = herstelcapaciteit K = de draagkracht, B_t de biomassa op elk tijdstip, d de sterftegraad en E_t de visserij-inspanning. Als maat voor de visserij-intensiteit wordt de *beviste oppervlakte ratio SAR* genomen ($= E_t$). Deze vergelijking is gebaseerd op de differentiaalvergelijking van Schaefer (Schaefer 1954). Als maat voor de acute impact wordt hier voorgesteld om rekening te houden met drie parameters:

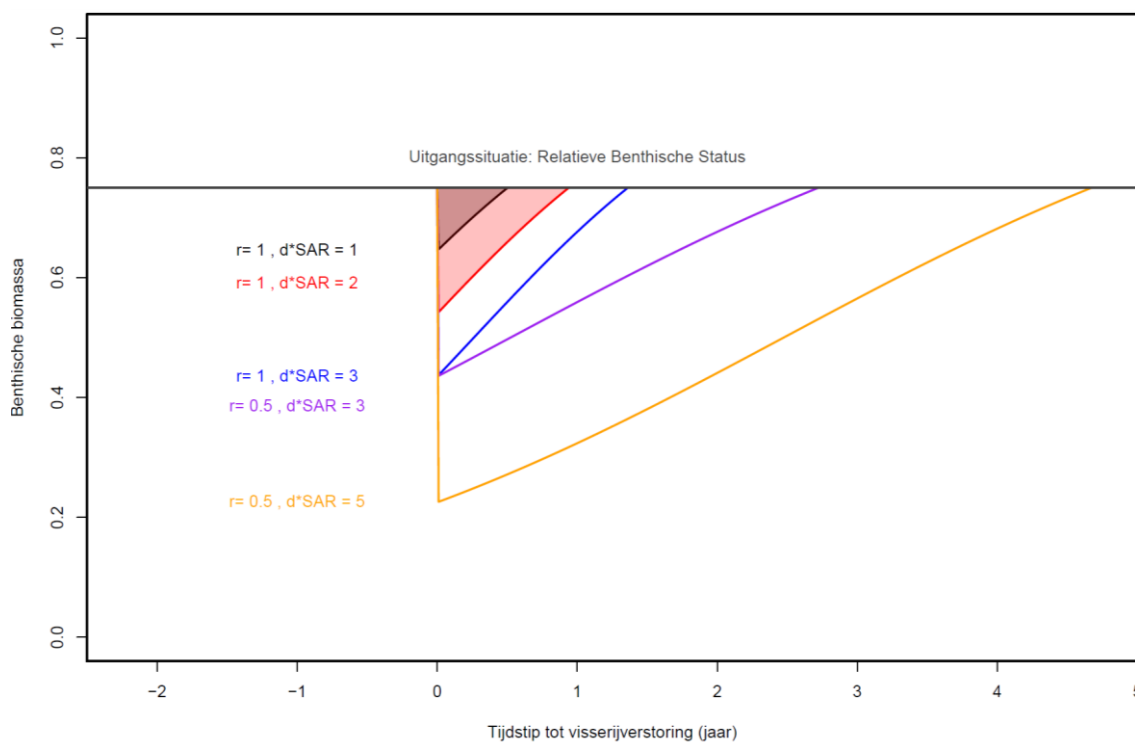
1. De sterfte, bepaald door de vistuigspecifieke sterftegraad d en de visserij-intensiteit SAR

2. De herstelcapaciteit r
3. De draagkracht K

Op basis van deze drie parameters wordt de oppervlakte berekend van de biomassa die zich dient te herstellen na verstoring door visserij in die ene gridcel. Deze oppervlakte werd de Relatieve Benthische Impact RBI genoemd. De oppervlakte is gebaseerd op de *Area Under the Curve* (AUC), wat een maat geeft die de informatie van de drie parameters integreert (visserij-specifieke sterfte, gridcel-specifieke herstelcapaciteit en Relatieve Benthische Status) (Sprouffske en Wagner, 2016; Sprouffske et al 2018). Door de integratie over de drie parameters wordt de beperking van een statische evenwichtssituatie weggenomen.

Deze indicator is dus in staat om de bodemimpact te kwantificeren van een verstoring die gebaseerd is op de jaarlijkse sterfte van één vaartuig of op de sterfte van één zeereis van een vaartuig of op de sterfte veroorzaakt door de ganse vloot. De draagkracht van het systeem kan de totale draagkracht van het systeem zijn ($RBS=1$), maar kan tevens gebaseerd zijn op de Relatieve Benthische Status na bevissing door andere vloten, want ons in staat stelt om de bodemimpact van andere, niet-Belgische vloten mee in rekening te brengen. De herstelcapaciteit is afhankelijk van de gridcel waarin gevist is.

Figuur 34 illustreert hoe de indicator RBI werkt voor één gridcel. In die gridcel is het jaar voordien gevist waardoor de draagkracht van de benthische gemeenschap relatief gedaald is tot een RBS van 0.75. Het jaar nadien wordt de impact bepaald van één acute visserijverstoring. Deze impact is gelijk aan de visserijsterfte die bepaald wordt door het product van de sterftegraad uit Tabel en de beviste oppervlakte ratio (SAR). Hier zijn fictieve waarden van 1 tot 5 genomen. Op basis van de herstelcapaciteit r (Figuur 29) wordt bepaald hoelang het duurt eer de biomassa terug herstelt tot op het niveau voor de verstoring. Dit niveau kan de draagkracht K zijn, maar kan eveneens bepaald zijn op basis van de historische bevissing of de bevissing van het jaar voordien.



Figuur 34 RBI = Relatieve Benthische Impact is de oppervlakte van de grijze en rode polygonen die worden bepaald door de sterfte d , de snelheid van herstel over de jaren r en de uitgangssituatie van de benthische gemeenschap. Hier is de Relatieve Benthische Status gelijkgesteld aan 0.75. (gebaseerd op de constructieve bijdrage van Jan Geert Hiddink)

5.2.2 Conclusies en aanbevelingen FBIT-indicator

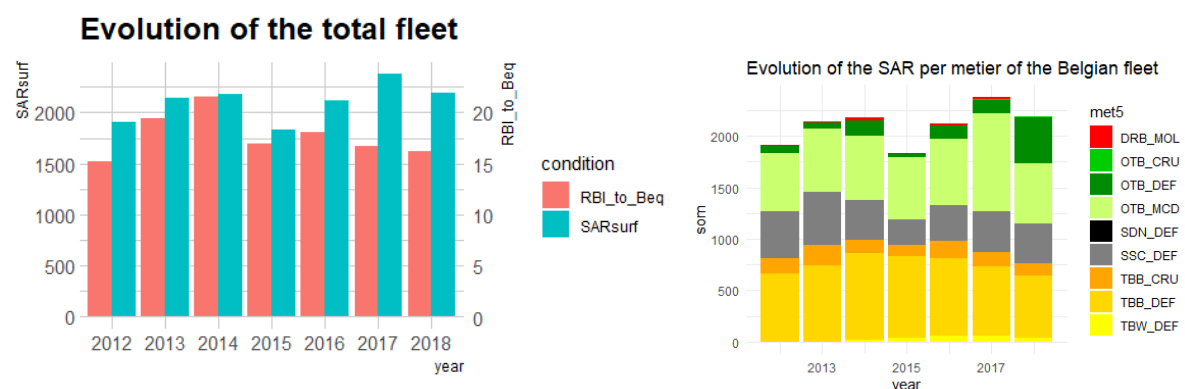
De 'Relatieve Benthische Status' wordt door de ICES Werkgroep FBIT gebruikt als indicator van bodemimpact. Deze indicator is toegepast in de Noordzee en in de Baltische Zee, maar in de Westelijke wateren wordt de herstelcapaciteit van de zeebodem na visserijverstoring nog geëvalueerd (13/12/2021, nvdr). Daarom kon deze indicator enkel voor de Noordzee berekend worden. Begin 2022 werden nieuwe analyses gepubliceerd die aangeven wat de sensitiviteit is van de Ierse Zee en die sterftecijfers per sedimenttype schatten. Sterfte ligt hoger in grind en modderige sedimenten dan in zanderige habitats (Pitcher et al 2022). Deze kennis kon niet opgenomen worden in het huidige rapport, maar toont de potentie om op basis van deze kennis de gemiddelde sterfte te verfijnen per sediment type en de toepassing uit te breiden naar andere gebieden.

RBS berekent de bodemimpact in een evenwichtssituatie en laat onvoldoende toe om de jaarlijkse verandering van bodemimpact door individuele, nationale vloten te evalueren. Daarom is een nieuwe indicator ontwikkeld, de Relatieve Benthische Impact of RBI. RBI laat wel toe om bodemimpact dynamisch te evalueren en kan rekening houden met de visserijverstoring van andere vloten, naast de vistuig-specifieke sterftegraad en de gevoeligheid van de bodem. Deze drie parameters zijn cruciaal om de jaarlijkse bodemimpact kwantitatief te evalueren per vaartuig of zeereis.

5.2.3 Resultaten: evolutie van de visserij impact over de jaren 2012 – 2018

De jaarlijkse verandering van de bodemimpact door de visserij wordt geëvalueerd aan de hand van de nieuwe indicator, de Relatieve Benthische Impact (RBI) (5.2.1.2). RBI-k (RBI to k) evalueert de bodemimpact van de visserij tegenover de draagkracht K en gaat in deze situatie uit van een onbeviste bodem. Hierbij is de impact dus afhankelijk van de gevoeligheid van de bodem en de vistuig-specifieke sterftegraad. RBI-equilibrium (RBI to Beq) evalueert de bodemimpact tegenover de situatie waarbij visserijverstoring van andere vloten in rekening werd gebracht. Hier wordt dus niet uitgegaan van een onbeviste bodem maar van een evenwichtssituatie waarbij de eerdere visserij-impact van andere vloten reeds in rekening werd gebracht.

Figuur 35 toont de evolutie van de impact van de volledige Belgische vloot tussen 2012 en 2018. De Belgische visserij-intensiteit (SAR) wordt weergegeven naast de benthische impact van de Belgische vloot, rekening houdend met de impact van de Europese vloot. De visserij-impact volgt de visserij-intensiteit voor de jaren 2012 – 2015, echter tijdens de latere jaren zien we dat de visserij-impact daalt terwijl de intensiteit hoger ligt. Het aandeel van de boomkorvisserij daalt tussen 2016 en 2018 terwijl het aandeel van de bordennettenvisserij stijgt. Bordennettenvisserij heeft een kleinere penetratiediepte en daarmee een lagere impact maar bevist doorgaans een grotere oppervlakte per trip (zie 5.2.1.1, Tabel 10).

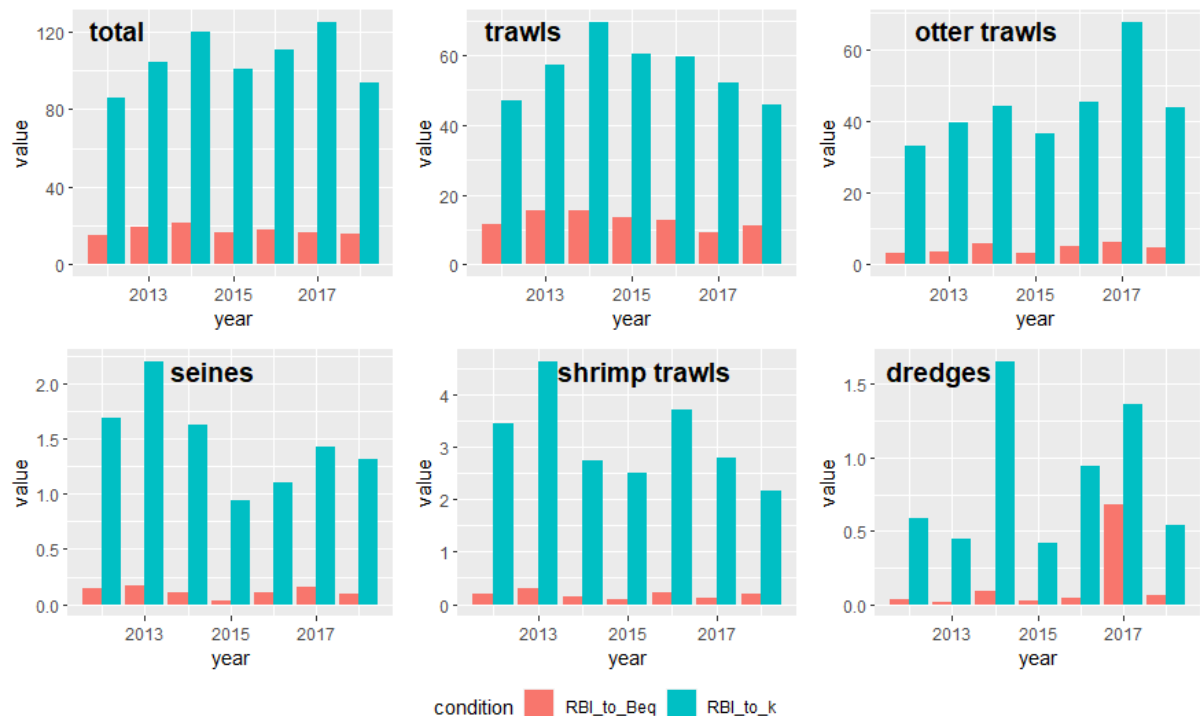


Figuur 35: Links: Evolutie van de impact van de Belgische vloot tussen 2012 en 2018. RBI_to_Beq = de relatieve benthische impact van de Belgische vloot, rekening houdend met de impact van de Europese vloot. $SARsurf$ = de beviste oppervlakte ratio van de Belgische vloot. Rechts: De evolutie van de SAR per métier tussen 2012 en 2018.

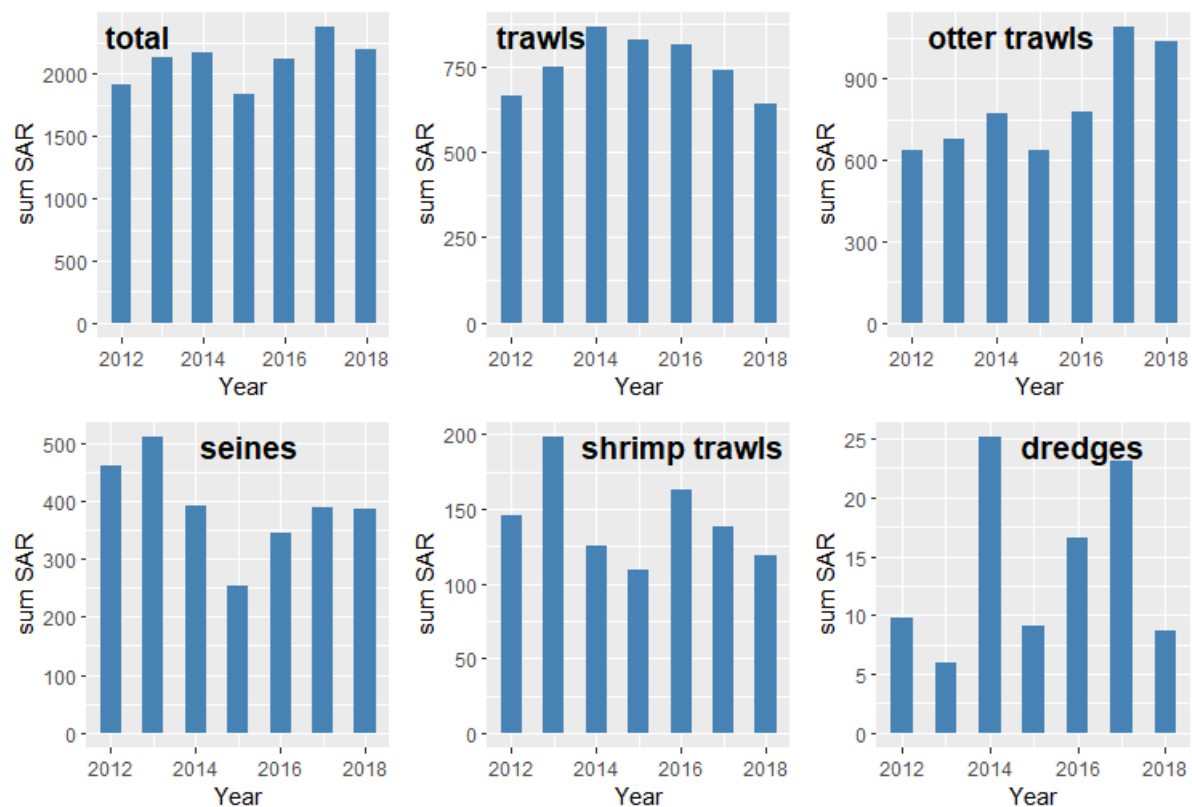
De benthische impact verschilt per vistuig (zie 5.2.1.1, Tabel 10). Bijgevolg hebben de verschillende subvloten een andere visserij-impact (zie Figuur 36). RBI-k evalueert de bodemimpact van de visserij tegenover de onbeviste bodem en is dus hoger dan de RBI-equilibrium, die ook rekening houdt met de eerdere impact van de Europese vloot. De RBI-k volgt doorgaans sterk de trend van de visserij-intensiteit (Figuur 37). De grootste bodemimpact van de Belgische visserij wordt veroorzaakt door de boomkor en de bordennetten. Zegennetten hebben ook een hoge visserij-intensiteit maar een lagere vistuig-specifieke sterftegraad terwijl garnalkorren en dredges een lage visserij-intensiteit hebben. Verschillen tussen de RBI-k en de RBI-equilibrium kunnen verklaard worden door het bevissen van verschillende locaties over de jaren heen.

Figuur 38 toont kaarten met de impact van de boomkorvisserij per jaar tussen 2012 en 2018. De impact ten noordoosten van Groot-Brittannië vermindert na 2015 terwijl de impact langs het westen van Denemarken lijkt toe te nemen. De visserij-intensiteit bevestigt dit in Figuur 39. De impact, de visserij-inspanning en de impact tegenover K van de boomkorvisserij worden in detail vergeleken in Figuur 41 tussen 2012 en 2017. De visserij ten noordoosten van Groot-Brittannië verdwijnt terwijl de impact ten westen van Denemarken lijkt toe te nemen. Bij het vergelijken van de RBI-k en de RBI-equilibrium lijkt de RBI-k in het Engels Kanaal groter te zijn dan de impact wanneer rekening gehouden wordt met de eerdere impact van de Europese vloot. Het Engels Kanaal is een gebied met hoge bevissing, zowel door de Belgen als de Europese vloot (Figuur 4).

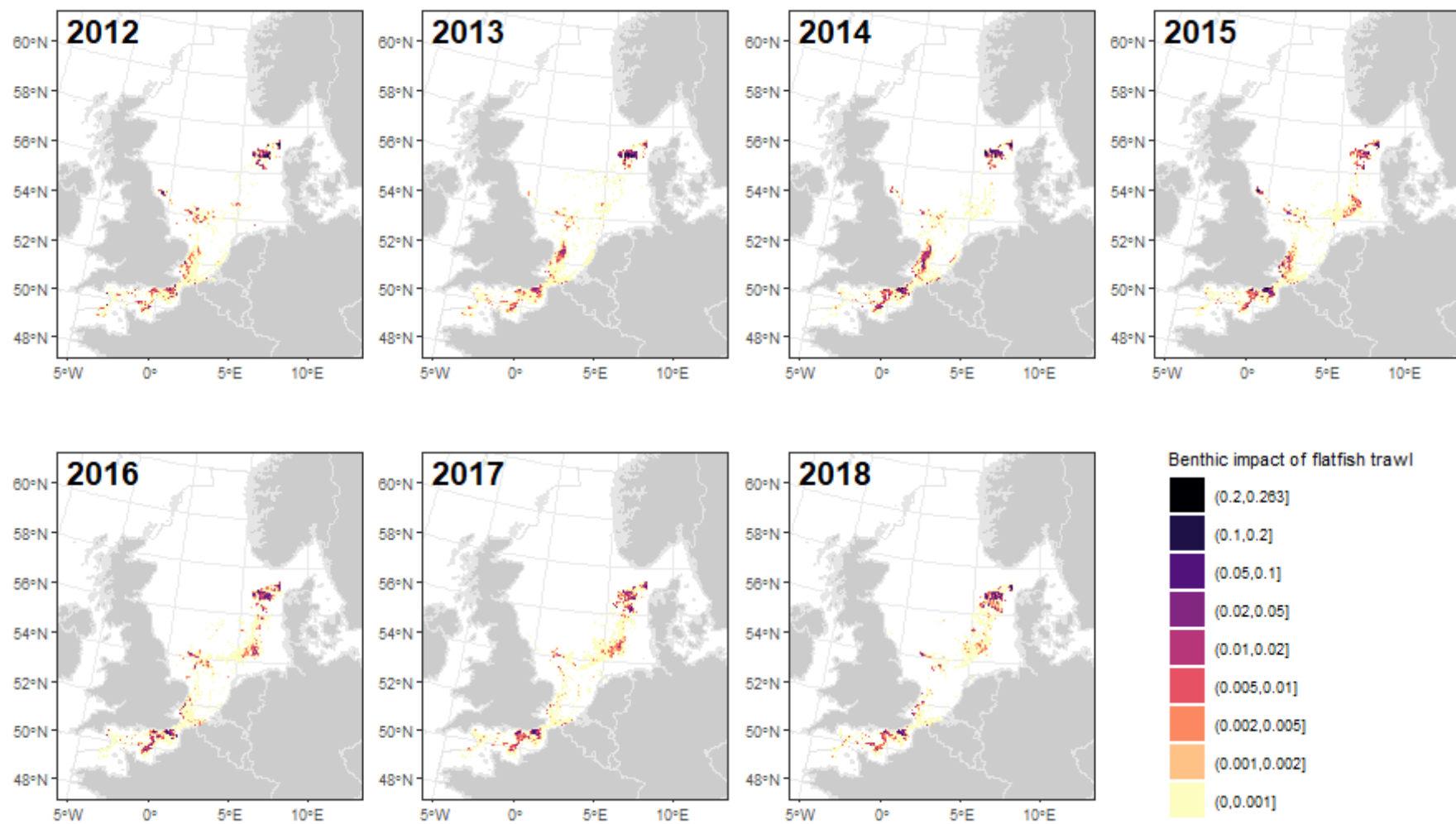
De locatie waar de visserij zich concentreert verschilt voor de verschillende metiers. De gemiddelde impact van de Belgische subvloten wordt weergegeven in Figuur 40. Boomkorvissers vissen over een breed gebied zodat de impact verspreid ligt met de grootste impact in de meest gevoelige gebieden ten noordoosten van Engeland, in het Engels kanaal en ten westen van Denemarken. Bordenvissers vissen voornamelijk in de centrale Noordzee. Garnaalvissers veroorzaken voornamelijk een (beperkte) impact voor de Belgische kust. Zegennetten tonen een hoge spreiding en lage impact terwijl dredges voornamelijk langs de noordoostkust van Engeland en in het Engels kanaal een impact veroorzaken.



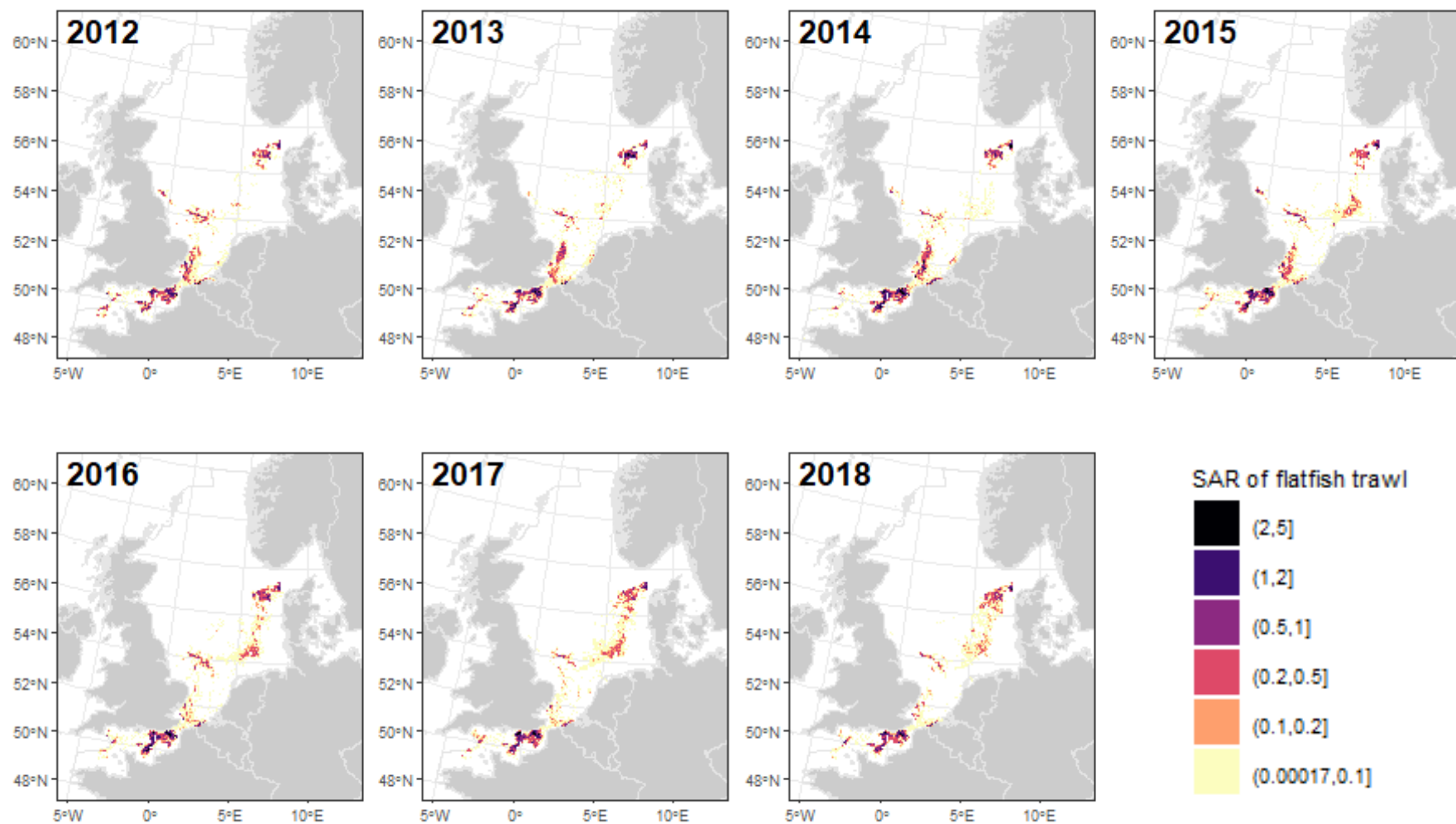
Figuur 36: De evolutie van de visserij impact per visserij methode tussen 2012 en 2018. RBI_to_Beq = de relatieve benthische impact van de Belgische subvloot, rekening houdend met de impact van de Europese vloot. RBI_to_k = de relatieve benthische impact van de Belgische subvloot, uitgaande van een onbeviste bodem. Trawls = boomkor en SumWing.



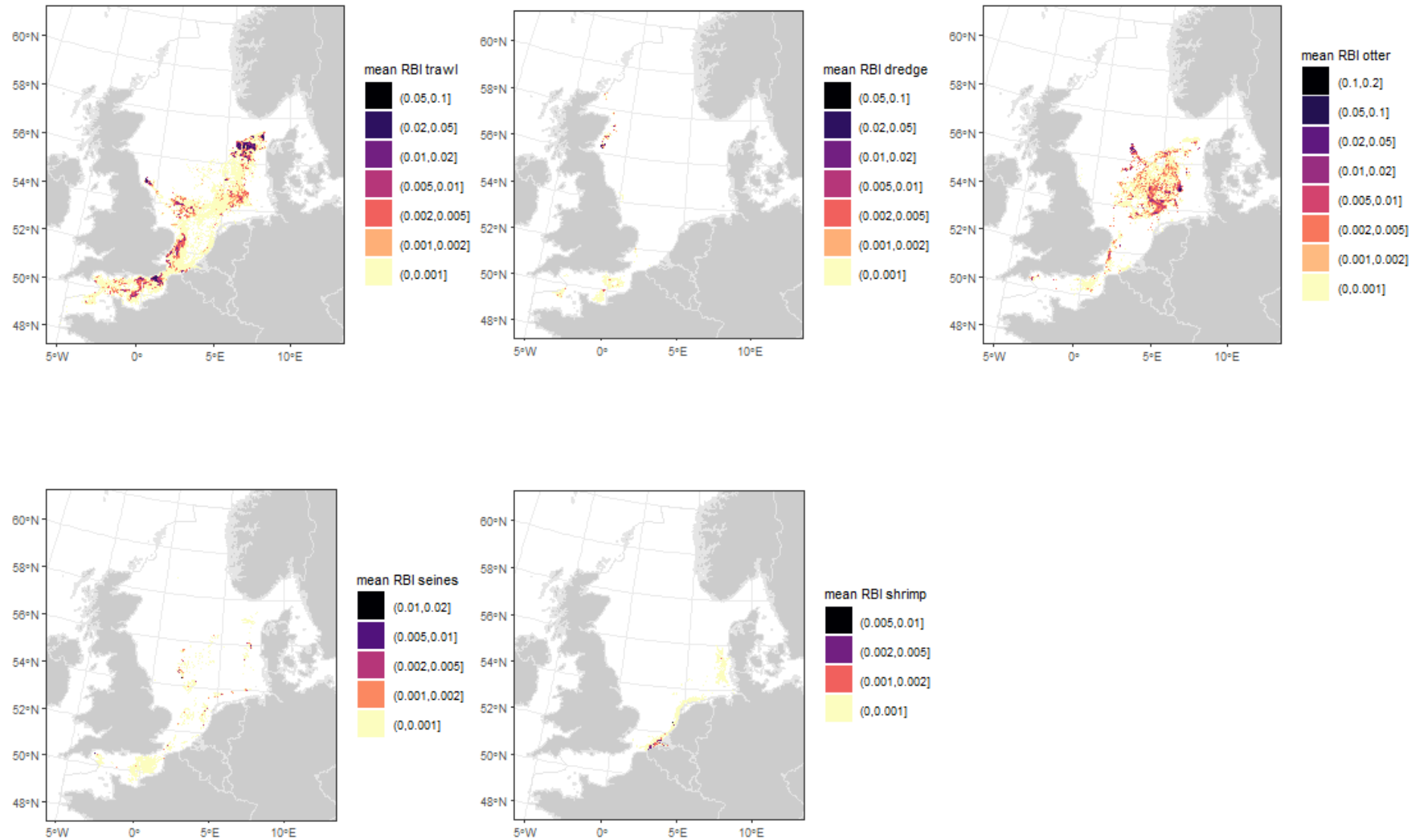
Figuur 37: De evolutie van de visserij-intensiteit per visserij methode tussen 2012 en 2018. Trawls = boomkor en SumWing.



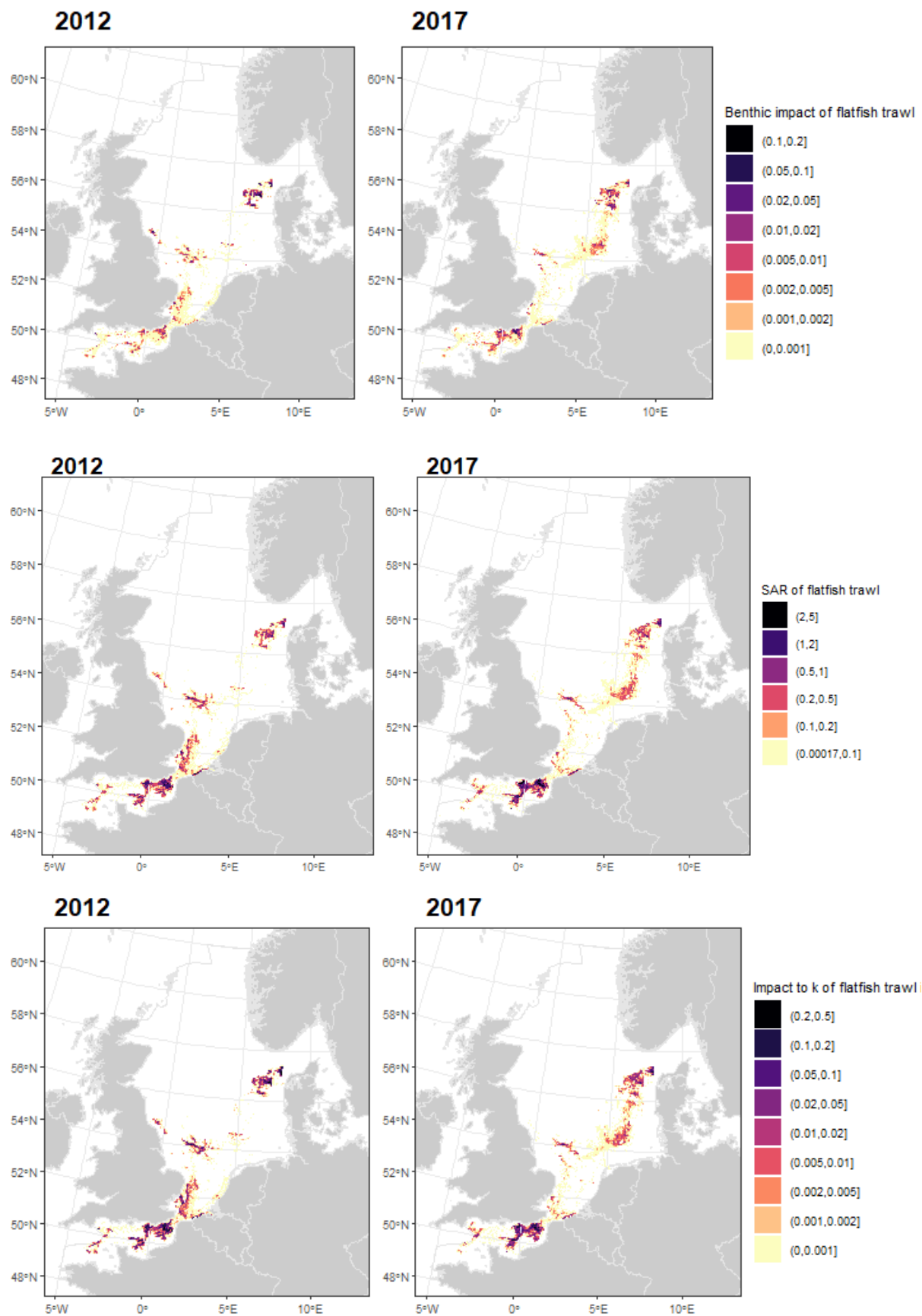
Figuur 38: De evolutie van de boomkor impact (RBI- eq) tussen de jaren 2012 en 2018. Trawl = boomkor en SumWing. De donkere kleuren geven de locaties weer waar de hoogste impact veroorzaakt wordt.



Figuur 39: De Evolutie van de visserij-intensiteit van de boomkor tussen 2012 en 2018. Trawl = boomkor en SumWing.



Figuur 40: De gemiddelde impact over de jaren 2012 - 2018 van de Belgische subvloten. Trawl = boomkor en SumWing.



Figuur 41: De impact (RBI- eq), de visserij-inspanning (SAR) en de impact tegenover K (RBI- k) van de boomkor visserij. Links in 2012, rechts in 2017.

5.3 Mogelijkheden om bodemimpact te verminderen

5.3.1 3 principes

Er zijn verschillende parameters die de ernst van bodemimpact bepalen. De eerste parameters is natuurlijk de graad van verstoring. Verstoot de visserij de bodem? Wat is de graad van die verstoring? Wordt die verstoring veel herhaald? Een tweede parameter is de capaciteit van de zeebodem om zich na verstoring te herstellen. Als de schade groot is maar snel herstelt, dan is de bodemimpact lager dan wanneer de schade niet snel herstelt. Beide parameters worden door de bodemimpact *RBI* meegenomen en kan deze indicator een onderscheid maken tussen verschillende visserijen. Terwijl de bodem geen onderscheid maakt in verstoring door Belgische of andere vloten of door Belgische boomkor, bordennetten of andere vistuigen, kunnen die verschillen met *RBI* wel gesimuleerd worden. Dit is belangrijk, omdat bevissing door anderen de draagkracht van het bodemsysteem verlaagt zonder dat diegene die daarna verstoring veroorzaakt daaraan bijgedragen heeft. De *RBI* erkent daarbij drie principes die helpen om bodemimpact te verminderen:

Principe 1: Beperk acute verstoring van de bodem (technische aanpassingen)

De impact wordt bepaald door de beviste oppervlakteratio (*SAR*) en de sterftegraad die het vistuig veroorzaakt. De beviste oppervlakteratio heeft een belangrijk aandeel in de totale impact, maar is enkel belangrijk als er effectief een sterfte veroorzaakt wordt. De garnalenboomkor zal bijvoorbeeld slechts op 6% van de infauna effect hebben, terwijl dat voor de platvisboomkor dubbel zoveel is. De sterftegraad wordt bepaald door de penetratiediepte (zie hoger). De gemiddelde penetratiediepte van een vistuig is gebaseerd op de penetratiediepte van de verschillende vistuigcomponenten, gewogen met het aandeel van die component in de totale breedte van het vistuig. Hiervoor hebben we ons gebaseerd op de meta-analyse in Hiddink et al (2017: Table S7) en de relatie in Figuur 31. Op die manier werd voor een generieke boomkor een penetratiediepte van 2.72 (+1.24) cm berekend, waarbij de sloffen 8.8% van de impact bepalen en de kettingen de resterende 91.2%. Er zijn geen experimentele studies bekend die de acute bodemimpact van een boomkor met SumWing vergelijken met die van een boomkor met sloffen. Daarom werd als meest gunstige scenario voor een SumWing verondersteld dat er geen sloffen zijn en dus een penetratiediepte heeft van 2.48 cm ($=2.72 \cdot 0.912$). De impact van een boomkor met rolsloffen zal tussen die van de SumWing en van de boomkor met sloffen liggen (penetratiediepte tussen 2.48 en 2.72 cm en een sterftegraad tussen 12 en 14%).

De acute bodemverstoring wordt gekwantificeerd door de sterfte ($d \cdot SAR$) en is zowel afhankelijk van hoeveel er gevisd wordt (*SAR*) als van de intensiteit van de bodemverstoring is (*d*). Het effect van vistuigaanpassingen wordt via deze parameter verrekend in de indicator van bodemimpact.

Principe 2: Vis waar de bodem snel herstelt van acute bodemverstoring

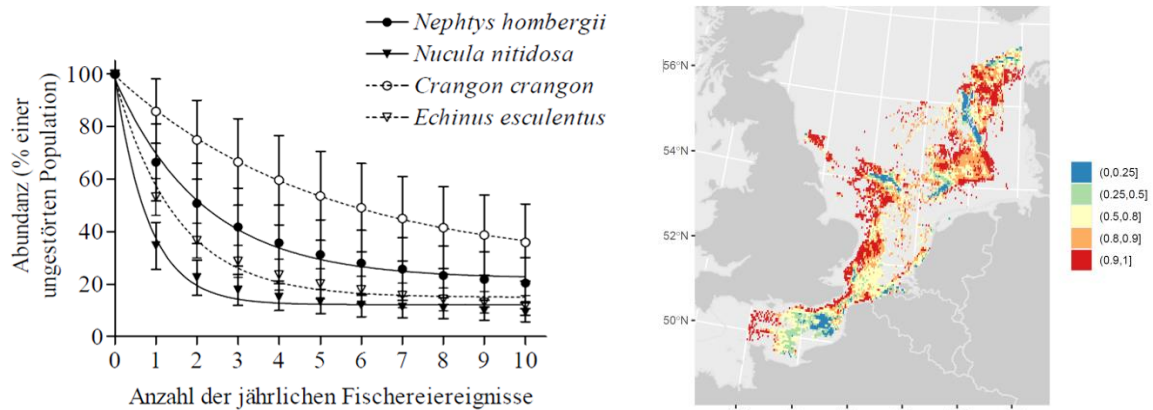
De bodemimpact wordt niet alleen bepaald door de acute bodemverstoring, maar ook door de herstelcapaciteit van de bodem. De herstelcapaciteit werd bepaald voor infauna in de Noordzee (Figuur 29, Figuur 30). We baseren ons op die inschatting, omdat die ons in staat stelt de aanwas van de biomassa na verstoring door een logistische curve op te meten. Andere benaderingen zijn niet kwantitatief, of maken gebruik van andere componenten van het bodemecosysteem, zoals epifauna in plaats van infauna or macrofauna. In tegenstelling tot epifauna zijn er van infauna weinig publieke databanken beschikbaar en is het geen sinecure om die internationaal te standaardiseren en analyseren. In Benthis Nationaal is de benadering van Benthis gevolgd, maar worden verschillende indicatoren voor bodemsensitiviteit wel vergeleken (zie hoofdstuk 4). De indicator 'levensduur' werd internationaal getest en wordt momenteel verder verfijnd via ICES WGFBIT.

De herstelcapaciteit van de bodem wordt via de parameter *r* in rekening gebracht en is in kaart gebracht in Figuur 30. Om de bodemimpact te verminderen kan er vooral ruimtelijk gewerkt worden door de verstoring minder te laten plaatsvinden in gebieden met een trage herstelcapaciteit of een lange levensduur.

Principe 3: Vis op gronden waar al veel gevist is

De sterfte die veroorzaakt wordt door herhaaldelijk op eenzelfde locatie te vissen neemt gradueel af (Poiner et al 1998, Moran & Stephenson 2000, Schröder et al 2008, Hiddink & Van Kooten, 2015). Een eerste visserijverstoring veroorzaakt een hogere sterfte dan een tweede verstoring, die een hogere acute sterfte veroorzaakt dan de derde verstoring, en zo verder (Figuur 42). Om de ernst van de bodemimpact van een vaartuig of een zeereis te kunnen vaststellen, is het daarom noodzakelijk om na te gaan hoeveel verstoring er al eerder geweest is en welke mate van herstel de bodem als gehad heeft. Om de historische bodemimpact te kwantificeren zijn we uitgegaan van de mediane historische bevissing van alle Europese vaartuigen over de periode 2012-2017, omdat die Europese SAR data vrij beschikbaar zijn per vistuigtype. Op basis van de SAR en d waarden van de Europese vloot konden we de historische bodemimpact bepalen (uitgemiddeld over de jaarlijkse variatie) als de RBS of de relatieve benthische status van de bodem. Deze RBS verving de maximale draagkracht K in vergelijking [2], wat ons toelaat om de acute bodemverstoring van een vaartuig of een zeereis geïsoleerd te berekenen.

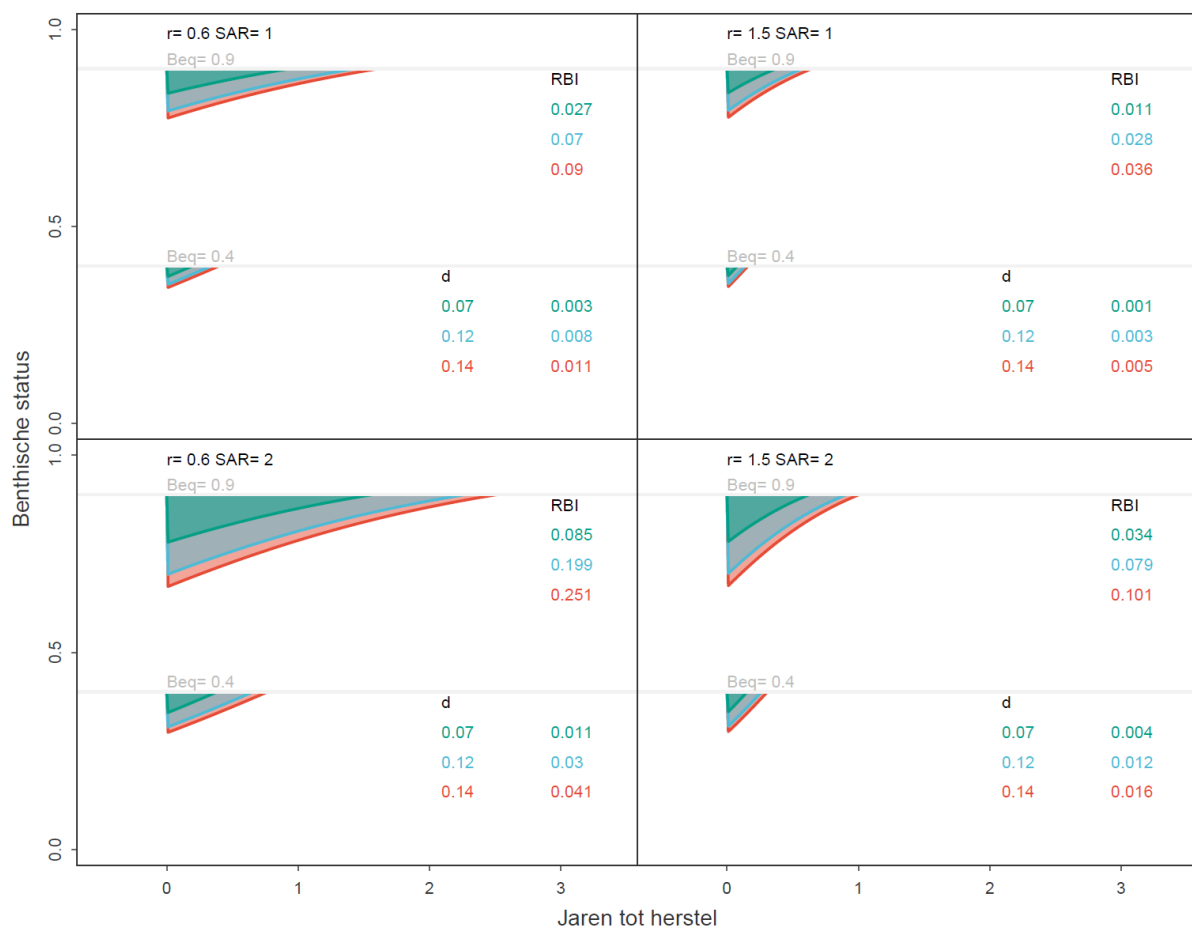
De historische bevissing is gebaseerd op het ruimtelijk voorkomen van bodemverstoring door de Europese vloten (Figuur 42). Als een individueel vaartuig bodemimpact wil verminderen, dan zal dat vooral ruimtelijk kunnen door visserij te concentreren in gebieden waar al gevist is, bijvoorbeeld door gebieden met een hoge relatieve benthische status (bijv. $Beq > 0.9$) te vermijden.



Figuur 42 links: Afname van abundantie na herhaaldelijke passage van een vistuig (overgenomen uit Schröder et al 2008)
Rechts: Relatieve Benthische Status (Beq) in locaties waar simulaties uitgevoerd worden in de volgende hoofdstukken.

5.3.2 Bodembescherming door vistuigaanpassingen

In dit hoofdstuk wordt berekend hoeveel de bodemimpact kan verminderen door aanpassingen door te voeren aan de boomkor. Aanpassingen aan de boomkor kunnen de acute verstoring van het bodemleven verminderen door minder diep in de bodem te penetreren en een lagere sterftegraad d te bewerkstelligen of door een hogere vangstefficiëntie te bekomen zodat er minder gevisst wordt (lagere SAR). Een voorbeeld van een verhoogde vangstefficiëntie voor de doelsoort en een verminderde penetratiediepte van het vistuig is gerealiseerd met de pulskor. De voetafdruk van de pulskorvloot verminderde met 23%, wat gecombineerd met een ondiepe penetratie in de bodem en een lagere sterftegraad d een totale vermindering van de bodemimpact van 61% betekende (Rijnsdorp et al 2020a). In dit hoofdstuk bekijken we het effect van een verminderde penetratiediepte door het gebruik van de SumWing. We analyseren ook wat het effect zou kunnen zijn als de penetratiediepte met 50% vermindert. Figuur 43 maakt de vergelijking van de bodemimpact op basis van RBI voor de conventionele boomkor (rood), de SumWing (blauw) en een theoretische boomkor met 50% minder penetratiediepte (groen).



Figuur 43 Vergelijking van de bodemimpact op basis van de RBI indicator voor verschillende situaties: (1) traag herstel ($r=0.6$, linkerkolom) versus snel herstel ($r=1.5$, rechterkolom), (2) weinig beviste oppervlakte ratio ($SAR=1$, bovenste rij) versus veel beviste oppervlakte ratio ($SAR=2$, onderste rij), (3) weinig ($Beq=0.9$) versus veel ($Beq=0.4$) historische bevissing en (4) drie mogelijke penetratiedieptes of sterftegraden door verschillende types vistuig, nl een conventionele boomkor ($d=0.14$), een boomkor met SumWing ($d=0.12$) en een theoretische boomkor die de bodem 50% minder penetreert ($d=0.07$).

De vergelijking wordt gemaakt voor contrasterende scenario's van de drie principes uit het vorige hoofdstuk (5.3.1):

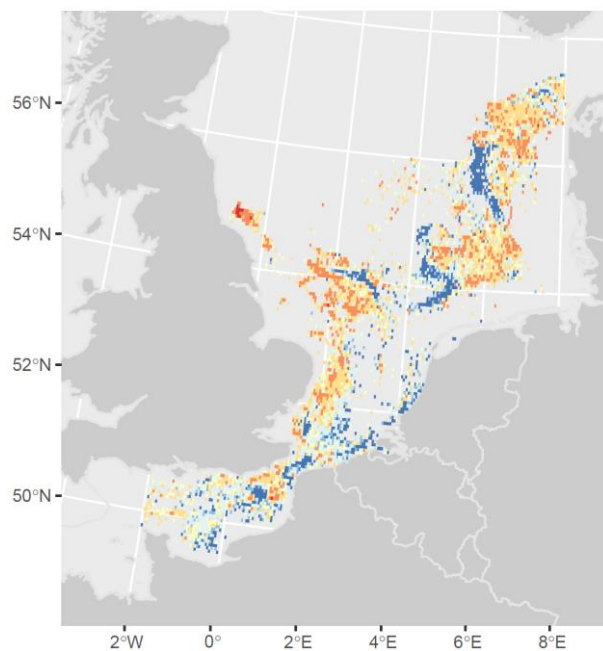
1. Beperkte bevissing ($SAR=1$) versus intensere bevissing ($SAR=2$)
2. Traag herstel van de bodem ($r=0.6$) versus snel herstel van de bodem ($r=1.5$)
3. Lage historische bevissing ($Beq=0.9$) versus hoge historische bevissing ($Beq=0.4$)

De RBI kan geïnterpreteerd worden als de gekleurde oppervlakten. RBI is over het algemeen laag als de historische bevissing heel hoog is ($Beq=0.4$). In die situaties blijkt dat traag of snel herstel van de bodemgemeenschap en een lage of hoge sterfte door bevissing door een vaartuig weinig verschil geeft in de bodemimpact van dat vaartuig. Als de historische bevissing echter laag is en het vaartuig vist in een eerder weinig bevist gebied, dan zal de bodemimpact aanzienlijk hoger zijn. Dit geldt voor alle types bevissing. Daarnaast blijkt dat zowel de beviste oppervlakte ratio als de herstelcapaciteit van een visgrond van belang zijn voor de totale bodemimpact. Zo is de bodemimpact van een gebied met traag herstel ($r=0.6$) en lage bevissing ($SAR=1$) vrij gelijkaardig als de bodemimpact in een gebied met sneller herstel ($r=1.5$) maar een hogere bevissing ($SAR=2$). De RBI-waarden zijn dan respectievelijk 0.09 en 0.101 voor een conventionele boomkor.

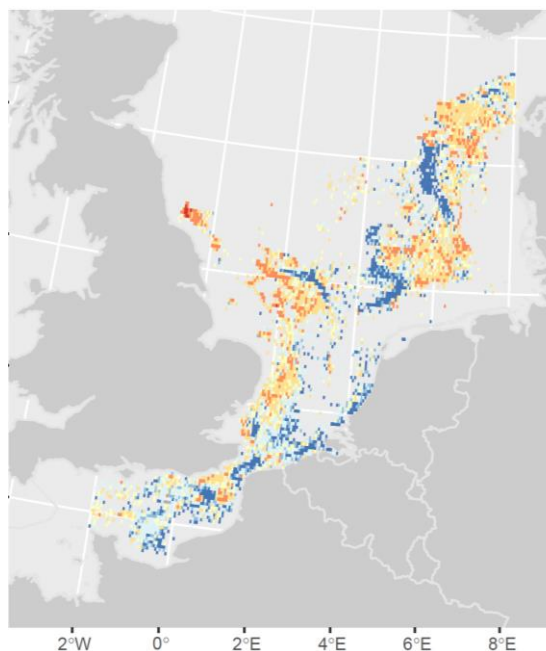
Uit de figuren in Figuur 43 blijkt dat er vele mogelijke scenario's zijn en dat de totale bodemimpact bepaald wordt door het samenspel van de verschillende scenario's. Binnen eenzelfde scenario is de bodemimpact van een vistuig met een lagere penetratiediepte steeds lager dan die van een vistuig met een hogere penetratiediepte, maar het is afhankelijk van de bezochte visgronden wat dat betekent voor de totale bodemimpact. Als er gevist wordt in gevoelige gebieden die weinig eerder bevist zijn, dan kan het verschil in bodemimpact aanzienlijk zijn. In gebieden met een historische hoge bevissingsgraad speelt dat verschil veel minder.

Om een vergelijking tussen verschillende boomkortypes mogelijk te maken werd een realistische beviste oppervlakte (SAR) gesimuleerd op basis van mediane SAR-waarden van de Belgische boomkor en mediane historische bevissing in de Noordzee. Voor die beviste oppervlakteratio's is de bodemimpact (RBI) berekend voor een boomkor met sloffen, met SumWing en met 50% minder penetratiediepte (Figuur 44). De kaarten tonen dat de verminderde impact door de SumWing zich eerder in gevoelige gebieden situeert (bijv. NO van de Noordzee) terwijl voor de theoretische boomkor een duidelijkere vermindering over de ganse Noordzee zichtbaar is. Op basis van deze simulatie is dan gekeken wat de vermindering van de bodemimpact is per EUNIS-habitat en per cluster van types aangevoerde vis (Figuur 45). In de veronderstelling dat alle boomkortuigen een SumWing gebruiken kan 26% minder bodemimpact gerealiseerd worden met de SumWing en tot 75% met een theoretische boomkor die half zo diep de bodem penetreert. Deze simulaties tonen dat de theoretische potentie van vistuigaanpassingen hoog ligt, maar er is hier geen rekening gehouden met een realistische toepassing van deze aanpassingen. In praktijk wordt de SumWing enkel gebruikt op grote boomkorvaartuigen die met wekkers vissen en wel op specifieke visgronden. Het grootste deel van de grote boomkorvaartuigen vist met de kettingmat, terwijl in het klein vlootsegment de SumWing niet gebruikt wordt tenzij onder een variant met wielen (de Seewing). De boomkor met de kettingmat vist trager wat een effect heeft op de beviste oppervlakteratio (SAR) maar misschien ook op de vangstefficiëntie en de locatie van bevissing. De boomkor met kettingmat kan wielen gebruiken om de weerstand bij het vissen te verminderen. Als die wielen hun functie vervullen mag verwacht worden dat de penetratiediepte lager zal zijn. De werking kan variëren per type sediment. Simulaties zijn veelbelovend maar verdienen nog een toetsing aan de realiteit.

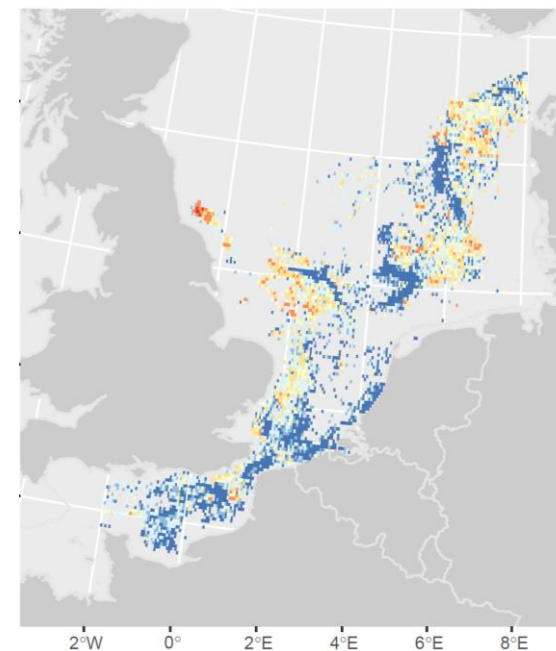
Simulatie voor de conventionele boomkor



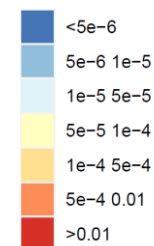
Simulatie voor de SumWing

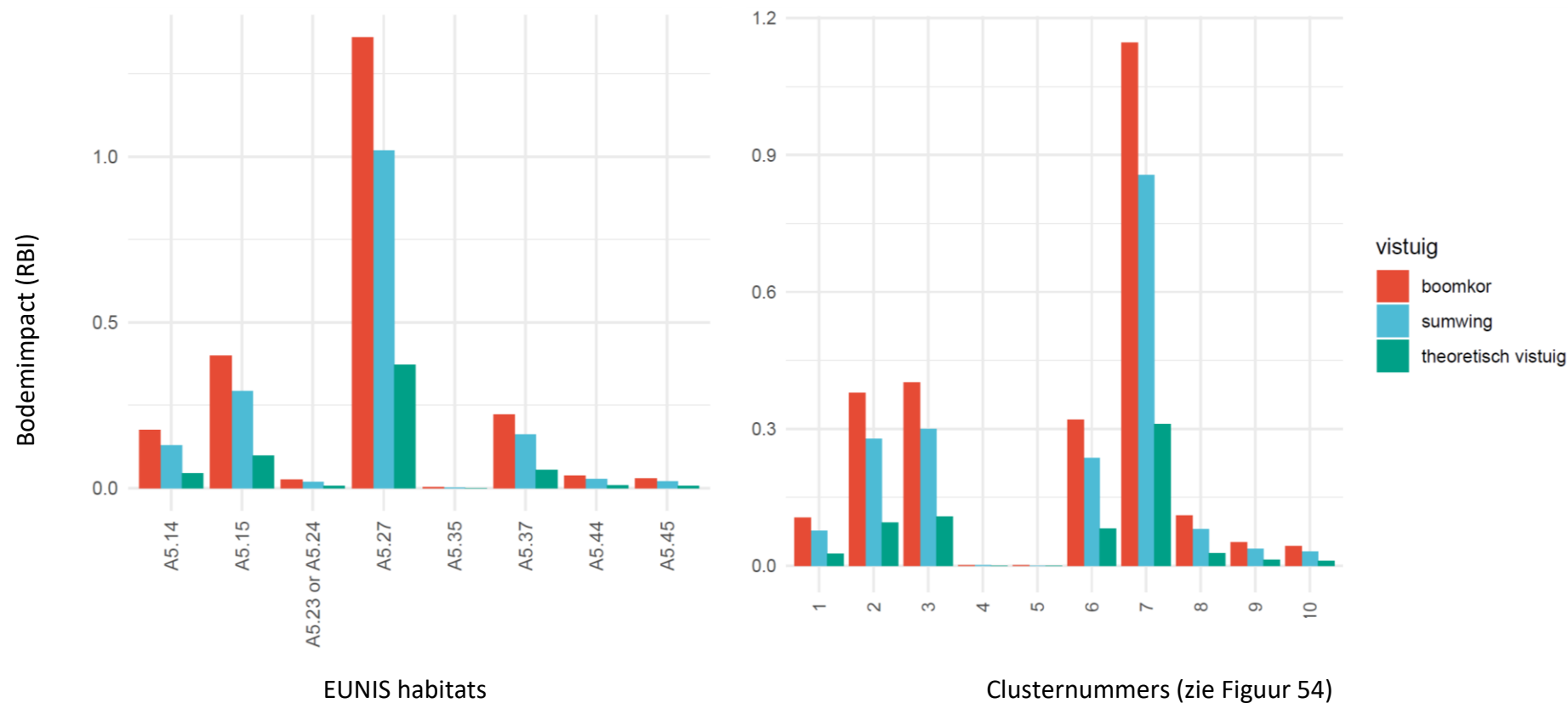


Simulatie voor een theoretische boomkor



Figuur 44 Vergelijking van de bodemimpact (RBI) voor dezelfde beviste oppervlakteratio (SAR) voor de conventionele boomkor, een boomkor met SumWing en een theoretische boomkor met 50% minder penetratiediepte. De kleurenschaal is arbitrair gekozen.





Figuur 45 Bodemimpact van de conventionele boomkor, de boomkor met SumWing en een theoretische boomkor per EUNIS habitat type en in de clusters in Figuur 54.

5.3.3 Bodembescherming door aangepaste keuze van de visgrond

Bodemimpact verminderen kan door acute bodemverstoring te beperken met aanpassingen aan het vistuig (zie vorige hoofdstuk 5.3.2), maar kan ook door te gaan vissen waar de bodem snel herstelt of waar al veel gevisd is (zie 3 principes hierboven in hoofdstuk 5.3.1). Beide mogelijkheden worden bepaald door de locatie van de visgrond. In dit hoofdstuk zullen we de potentie van ruimtelijke maatregelen bekijken. Hiervoor worden simulaties uitgevoerd die enkel tot doel hebben om te exploreren wat het effect is van een verplaatsing van de visserij op de bodemimpact.

In het eerste scenario werd ervoor gekozen om visserij in de clusters 3 en 8 te vermijden. Clusters worden besproken in hoofdstuk 6.3 over Vangstsamenstelling en de economische realiteit. De visserij van cluster 3 wordt gekenmerkt door kabeljauw en tongschar en vindt plaats voor de Deense kust. De visserij van cluster 8 vindt vooral plaats in de monding van de Theems (Figuur 54). Beide visserijen hebben een hoge bodemimpact per kg aangevoerde vis (Figuur 56), wat voor cluster 3 eerder aan het traag herstel en de hoge historische visserijdruk te wijten is terwijl de totale kg aangevoerde vis eerder de reden vormen voor cluster 8. Wanneer de visserijdruk uit deze gebieden verplaatst wordt, dan blijkt dat de totale bodemimpact van de visserij verhoogt met 9% (Tabel 11). Voor de scenario's 2 tem 9 werd alleen gekeken naar de bodemimpact en is er geen rekening gehouden met het totaalgewicht van de aanvoer. Er werden twee criteria gehanteerd. Als de historische bevissing hoog is, dan wordt dit bepaald door de Relatieve Benthische Status van het habitat (*Beq*). Als gebieden met $Beq > 0.9$ worden vermeden, dan worden gebieden met een hoge relatieve benthische biomassa vermeden en een lage historische bevissing vermeden. Als de gevoeligheid van een gebied hoog is, dan betekent dit dat de herstelcapaciteit r laag is, bijvoorbeeld $r < 0.1$.

Tabel 11 Scenario's waarbij visserij verplaatst wordt naar gebieden met hogere historische bevissing en/of sneller herstel. Cluster 3 en 8 worden besproken in hoofdstuk 6.3 over Vangstsamenstelling en de economische realiteit.

Scenario's	Verplaatsing SAR (%)	Bodemimpact (%)
1. Cluster 3 en 8 vermijden	16	+9
2. Gebieden met lage historische bevissing ($Beq > 0.9$) EN traag herstel ($r < 0.1$) volledig vermijden	10	-24
3. Gebieden met lage historische bevissing ($Beq > 0.9$) EN traag herstel ($r < 0.1$) voor 75% van de SAR vermijden	8	-25
4. Gebieden met heel lage historische bevissing ($Beq > 0.9$) volledig vermijden	18	-33
5. Gebieden met heel lage historische bevissing ($Beq > 0.9$) voor 75% van de SAR vermijden	14	-34
6. Gebieden met traag herstel ($r < 0.1$) volledig vermijden	51	+16
7. Gebieden met traag herstel ($r < 0.1$) voor 75% van de SAR vermijden	38	-4
8. Gebieden met lage historische bevissing ($Beq > 0.8$) OF traag herstel ($r < 0.1$) volledig vermijden	68	-50
9. Gebieden met lage historische bevissing ($Beq > 0.8$) OF traag herstel ($r < 0.1$) voor 75% van de SAR vermijden	51	-50

Scenario's 2 en 3 houden rekening met de historische bevissing en de gevoelige visgronden. Als beide tegelijk vermeden worden, dan dient 8-10% van de visserij-inspanning verplaatst te worden voor een kwart minder bodemimpact. Dit betekent vooral dat visserij minder zou plaatsvinden in de Centrale

en Noordelijke Noordzee. Het is opvallend dat er geen substantieel verschil is als de visserij-inspanning volledig of voor drie vierde wordt verplaatst (Figuur 47, Figuur 46).

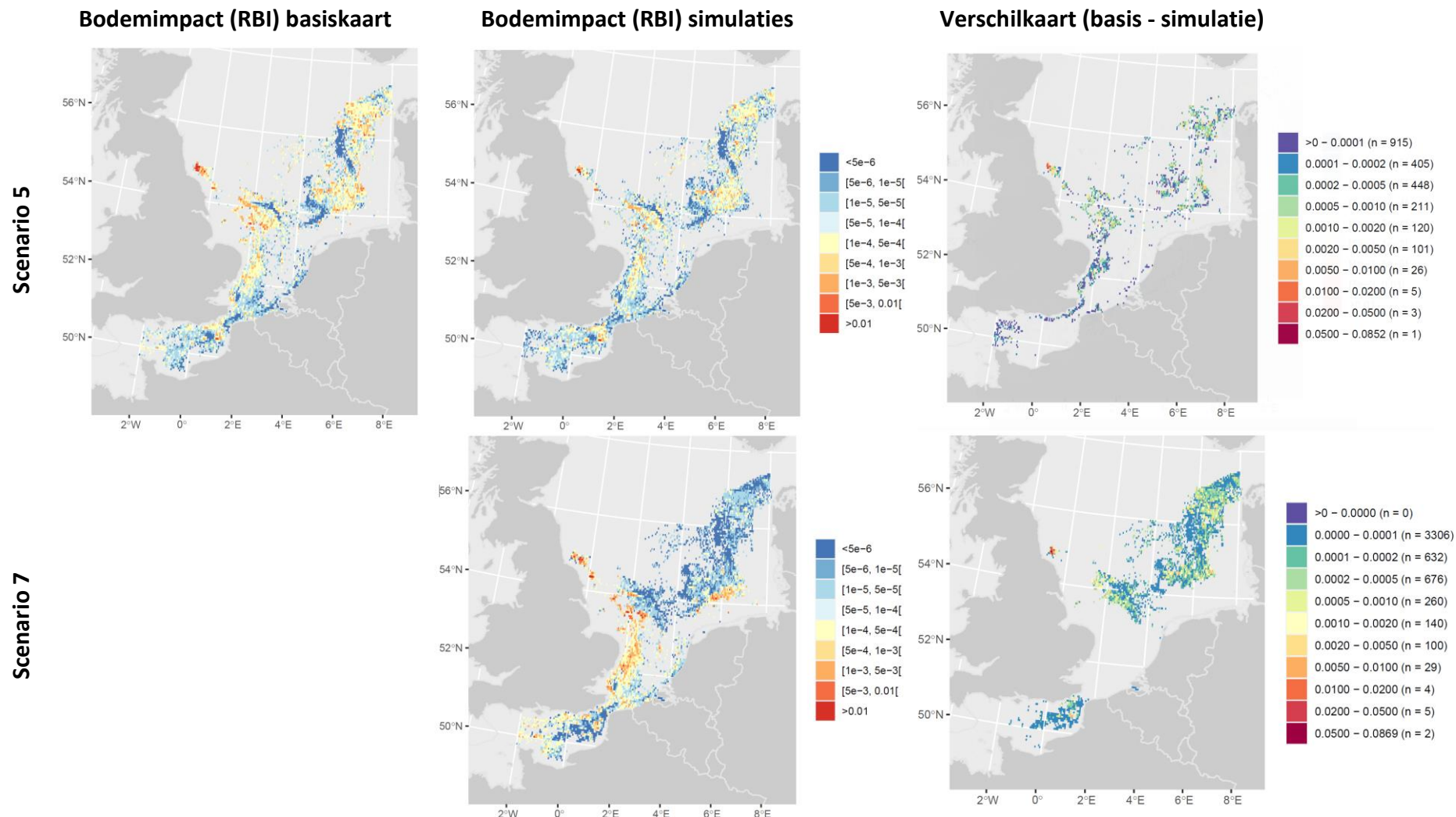
In scenario's 4 en 5 worden gebieden met een heel lage historische bevissing vermeden. De bodemimpact kan dan met 1/3^e verminderd worden en opnieuw is het opvallend dat dezelfde vermindering van bodemimpact gerealiseerd kan worden met 75% verplaatsing van de visserij inspanning als met een volledige verplaatsing. De verplaatsing resulteert vooral in meer bevissing in perifere visgronden, eerder dan de centrale visgronden waar de Europese visserijdruk hoger is (Figuur 46).

Scenario's 6 en 7 gaan ervan uit dat visserij vermeden wordt in gebieden met een traag herstel zonder dat er rekening gehouden wordt met de historische bevissing. Deze analyse toont aan dat het volledig vermijden van die traag herstellende gebieden vraagt om een verplaatsing van de helft van de visserij en dat dit, contra-intuïtief, leidt tot een verhoging van de impact met 16%. Wanneer echter 3/4^e van de visserij verplaatst wordt naar gebieden met een sneller herstel leidt dit tot 4% minder bodemimpact. Het verschil in bodemimpact wordt vooral gerealiseerd in de visgronden van de Centrale en de Noordelijke Noordzee (Figuur 46).

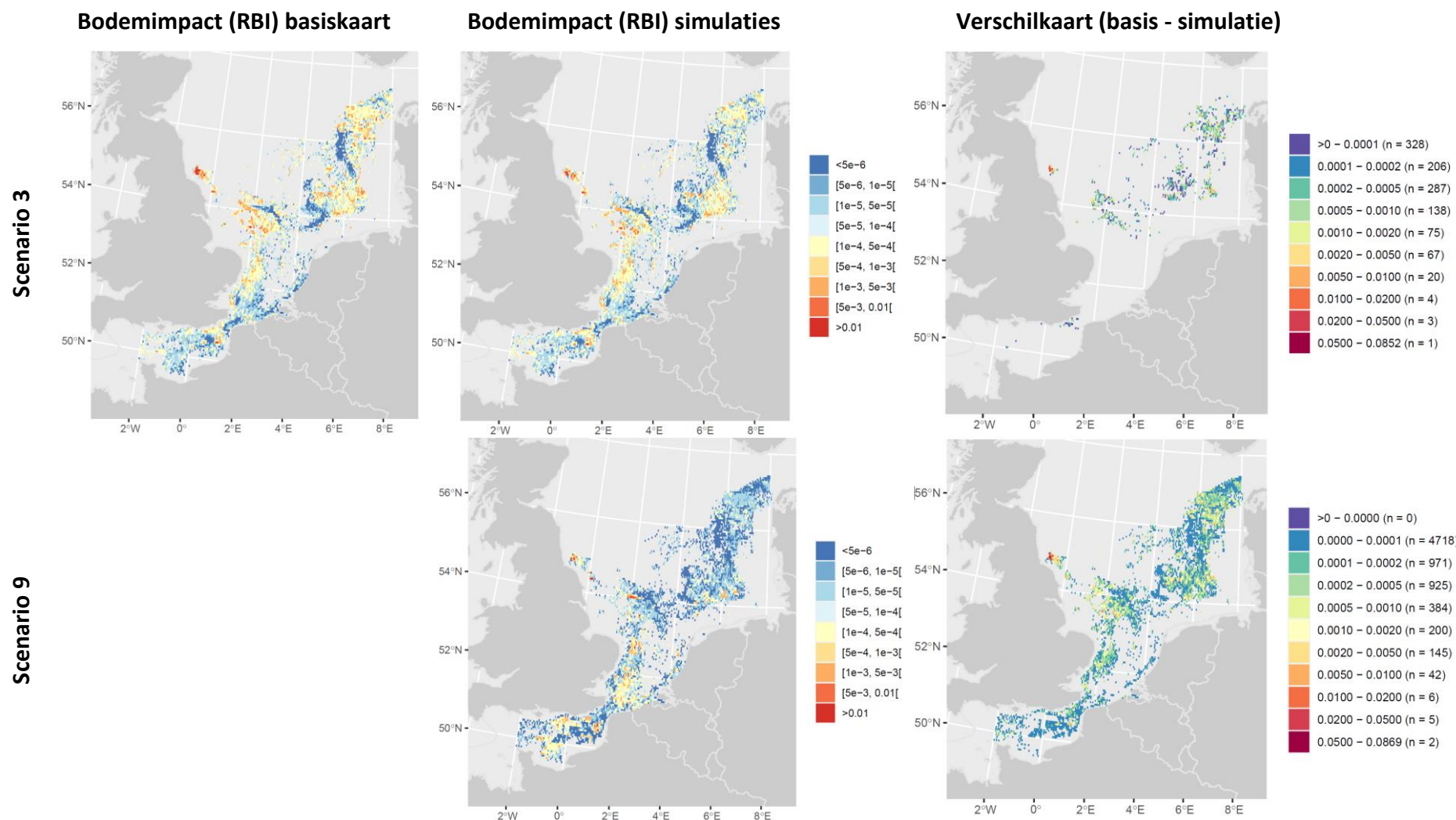
In scenario 8 en 9 worden gebieden vermeden waar de historische bevissing laag is of als ze traag herstellen. Als die gebieden volledig vermeden worden, dan moet 68% van de visserij-inspanning verplaatst worden voor 50% minder totale bodemimpact. Dezelfde vermindering aan bodemimpact kan echter bekomen worden door een verschuiving van 75% van de visserij-inspanning naar gebieden met sneller herstel en hogere historische visserijdruk (Figuur 47, Figuur 46).

Deze preliminaire resultaten van mogelijke scenario's om bodemimpact te verminderen wijzen erop dat verplaatsing van visserij naar andere visgronden niet noodzakelijk leidt tot een vermindering van de bodemimpact. Zo is het opmerkelijk dat visserij volledig verplaatsen in een gebied niet noodzakelijk tot lagere bodemimpact leidt dan een vermindering van 75% van de visserij-inspanning. Deze bevindingen bevestigen resultaten waar simulaties van gesloten gebieden en concentratie van visserij in kerngebieden de bodemimpact niet verbeterden in de Centrale Baltische Zee maar wel in het Kattegat (Bastardie et al 2020). De Centrale Baltische Zee wordt gedomineerd door kortlevende soorten, terwijl er ook langlevende soorten voorkomen in het Kattegat.

De scenario's tonen ook aan dat de interactie tussen de twee ruimtelijke parameters belangrijk is, namelijk de gevoeligheid van visgronden en de historische bevissing. Zo leidde het vermijden van traag herstellende gebieden tot een toename van de impact omdat er geen rekening gehouden werd met de historische bevissing. Bodembescherming ruimtelijk toepassen betekent vooral het vermijden van gevoelige gebieden door minder in de Centrale en Noordelijke Noordzee te vissen en houdt ook in dat visgronden met een hoge RBS worden vermeden, waardoor visserij naar de perifere visgronden gestuurd wordt. De drempelwaarden voor herstel en relatieve benthische status werden volledig arbitrair gekozen.



Figuur 46 Gesimuleerde kaarten van de bodemimpact (RBI) gebaseerd op de mediane SAR tussen 2012-2017. 75% van de visserij-inspanning wordt verplaatst uit gebieden met een lage historische bevissing (scenario 5) of gebieden met een traag herstel (scenario 7). Details van de scenario's staan in Tabel 11). Het verschil in bodemimpact (RBI) na verplaatsing van de visserij wordt in de rechterkolom weergegeven, die het verschil is tussen de basiskaart (linkerkolom) en de gesimuleerde bodemimpact na verplaatste visserij inspanning (middelste kolom).



Figuur 47 Gesimuleerde kaarten van de bodemimpact (RBI) gebaseerd op de mediane SAR tussen 2012-2017. 75% van de visserij-inspanning wordt verplaatst uit gebieden met een heel lage historische bevissing en een traag herstel (scenario 3) of gebieden met een traag herstel OF een lage historische bevissing (scenario 9). Details van de scenario's staan in Tabel 11). Het verschil in bodemimpact (RBI) na verplaatsing van de visserij wordt in de rechterkolom weergegeven, die het verschil is tussen de basiskaart (linkerkolom) en de gesimuleerde bodemimpact na verplaatste visserij inspanning (middelste kolom).

5.4 Conclusies en aanbevelingen bodemimpact

Aanpassingen aan het vistuig

Simulaties tonen aan dat aanpassingen aan de boomkor de potentie hebben om de bodemimpact tot een kwart (SumWing) te verminderen als ze wijdverspreid toegepast worden en we er van uit gaan dat de visserij niet beïnvloed wordt door het gebruik van die vistuigaanpassingen. De realiteit leert dat het gebruik van de SumWing beperkt is tot enkele grote vaartuigen die met wekkers vissen. Voor die vaartuigen wordt een vermindering van de bodemimpact verwacht op basis van de simulaties als hun visserij grotendeels gelijk blijft. De theoretische boomkor die half zo diep in de bodem dringt kan de bodemimpact tot 75% verminderen als de visserij ongewijzigd toegepast wordt. De pulskor is een voorbeeld van een boomkor waarbij de penetratiediepte halveert, maar haar toepassing in praktijk toont dat de bodemimpact ook afhankelijk is van haar vangstefficiëntie. Die gewijzigde vangstefficiëntie heeft ervoor gezorgd dat de pulskorvisserij andere locaties ging bevissen wat haar relatie ten opzichte van de historische visserij en de kwetsbare locaties veranderde. Dit praktijkvoorbeeld toont dat het onvoldoende is om de potentie van vistuigaanpassingen te simuleren. Daarom wordt hier aanbevolen om in een volgende stap rekening te houden met de effectieve toepassing van aanpassingen aan het vistuig. **Data over het effectief gebruik van de SumWing in de vloot kan op basis van logboekgegevens een volledig beeld geven van haar gebruik.** Welk aandeel vaartuigen gebruikt de SumWing? Waar wordt met de SumWing gevestigd? Is dat in historisch sterk bevestigde gebieden of niet? Is dat op gevoelige visgronden of niet?

Omdat gekend is dat de SumWing niet in alle vlootsegmenten toegepast wordt en omdat ook andere technische vistuigkarakteristieken aanleiding kunnen geven tot een verschillende penetratiediepte, **wordt aanbevolen om ook die andere technische karakteristieken (rolslaffen, gebruik van kettingmat of wekkers) mee op te nemen in het logboek.** Daarnaast is het voor die vistuigaanpassingen wenselijk om in te kunnen schatten wat hun penetratiediepte is en waar er mee gevestigd wordt (andere sedimenten?). **Om te kunnen inschatten wat de penetratiediepte van rolslaffen en wekkers ten opzichte van kettingmat werkelijk is, is experimenteel onderzoek noodzakelijk.** Experimenteel onderzoek moet ook een validatie geven voor de schatting van de penetratiediepte van de SumWing.

Keuze van visgrond

Bodemimpact verminderen door de keuze van visgrond is geen evidente oplossing om bodembescherming te realiseren, maar heeft wel een aanzienlijk effect. Met de vooropgestelde scenario's kon de bodemimpact tot een kwart of zelfs de helft verminderd worden als er rekening gehouden wordt met zowel de historische bevestiging als de herstelcapaciteit van de bodem. Het is opmerkelijk dat het volledig vermijden van visgronden niet noodzakelijk tot een hogere vermindering van de bodemimpact leidt, maar dat dit effect afhankelijk is van de toegenomen bodemimpact in andere gebieden. Bij de keuze van visgrond spreekt het nog meer voor zich dan bij vistuigaanpassingen dat de vangsten zullen wijzigen. De simulaties houden hier geen rekening mee maar kijken enkel naar de potentie tot bodemvermindering door het wijzigen van de visgronden. De voorgestelde scenario's zijn onrealistisch. Een realistische schatting van de mogelijkheden om visgronden te wijzigen vraagt echter om een uitgebreide analyse van de vlootdynamiek, zodat ofwel een vlootdynamisch simulatiemodel kan ontwikkeld worden, ofwel dat realistische scenario's kunnen worden ingeschat. **Het evalueren van ruimtelijke dynamiek van de Belgische vloot is noodzakelijk om de effecten van gewijzigde visgronden op de bodemimpact te kunnen schatten.**

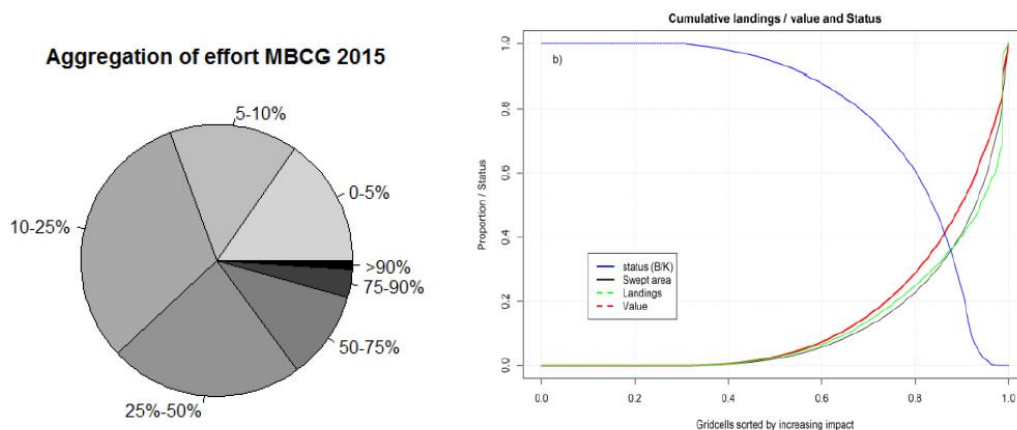
6 Economische gevolgen

6.1 Internationale vooruitgang tijdens de WKTRADE workshops

De evaluatie van de bodemimpact gaat samen met het evalueren van maatregelen om die impact te verminderen. Om maatregelen te evalueren wordt de balans opgemaakt met de socio-economische gevolgen voor de visserij. In dit project is aansluiting gezocht bij de internationale aanpak die gebaseerd is op workshops die ICES gecoördineerd heeft, de WKTRADE-workshops:

6.1.1 WKTRADE 1 (ICES 2017c):

Deze workshop werd opgesteld samen met twee andere ICES-workshops (WKBENTH en WKSTAKE) maar werd niet bijgewoond door Belgische vertegenwoordigers. De eerste workshop *WKTRADE1* kwam tot besluit dat de voetafdruk van visserij jaarlijks varieert zonder duidelijke trend, maar dat de visserij-inspanning toch voornamelijk geconcentreerd ligt op een relatief kleine oppervlakte. De efficiëntie van visserij werd gedefinieerd als de verhouding van de aanvoer of de besomming tot de bodemimpact. Hierbij werden kernvisgronden gedefinieerd waar het merendeel van de visserij-inspanning plaatsvindt en waar de Relatieve Bentische Status het laagst is, in tegenstelling tot de randgebieden (Figuur 48). Het belang van visserij werd gemeten op basis van aanvoer en besomming.



Figuur 48 Visserij-inspanning van bodemvisserijen in 2015 in de Noordzee. De proporties van de gridcellen met een voetafdruk met een verschillend aandeel in de totale visserij-inspanning (links). Gridcellen met >75% van de visserij-inspanning hebben het kleinste aantal gridcellen nodig. Dezelfde informatie wordt voorgesteld in de rechterfiguur waarbij de cumulatieve visserij-inspanning (SAR) over de gridcellen is gerangschikt volgens toenemende impact, samen met de cumulatieve aanvoer en besomming. (Overgenomen van ICES 2017c).

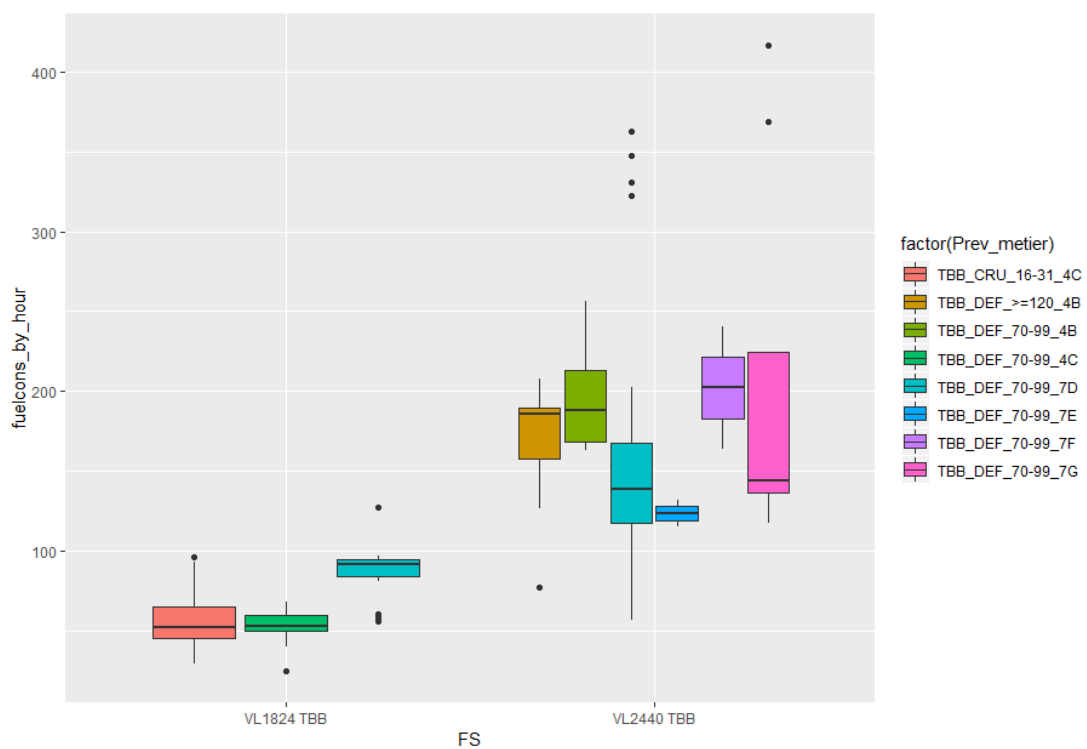
6.1.2 WKTRADE 2 (ICES 2019b)

Deze workshop volgde na de oprichting van WGFBIT en werd dankzij het Benthis Nationaal project opgevolgd onder co-voorzitterschap van ILVO. De tweede workshop was opgezet om de kritiek over het belang van visserij tegen te gaan. Waar WKTRADE1 het belang van visserij enkel in kaart bracht op basis van de waarde van de aanvoer of besomming, is tijdens WKTRADE2 gezocht naar andere parameters die noodzakelijk zijn om het belang van visserij in kaart te brengen. Er is een eerste aanzet gegeven om **(1) sociale indicatoren** in rekening te brengen, zoals het belang van visgronden voor vissers uit eenzelfde streek. Een tweede aandachtspunt was **(2) het evalueren van scenario's om visserij-inspanning te verplaatsen**. Een derde aspect richtte zich op **(3) een betere inschatting van de effectieve, economische meerwaarde van een visgrond voor de visserij**. Hiervoor werd een nieuwe parameter voorgesteld, de dekkingsbijdrage of de contributiemarge. Dit is de totale besomming van een visgrond zonder de variabelen kosten die in die locatie gemaakt worden. WKTRADE2 heeft een

belangrijke deel van de tijd gespendeerd aan het goed inschatten van deze contributemarge. Van de twee benaderingen werd er één toegepast op de Belgische visserij als één case.

De contributiemarge bestaat uit twee parameters: de besomming en de variabele kosten. In de ruimtelijke benadering van bodemimpact is het belangrijk om beide parameters ruimtelijk te kunnen inschatten. Voor de besomming is een standaardprocedure gangbaar, maar voor de variabele kosten is dat niet het geval, omdat kosten niet per zeereis gerapporteerd worden. De data van de kosten, waarvan brandstofkosten wellicht de meest cruciale is, worden jaarlijks gerapporteerd per vloot. Om deze kosten per gridcel te kunnen inschatten, kunnen de kosten ofwel opgeschaald worden via modelleren (mechanistische benadering), ofwel kunnen de kosten ruimtelijk opgesplitst worden (opsplitsingsbenadering).

De methodologische toepassing van de mechanistische benadering werd besproken, maar vereist verdere ontwikkeling en validatie vooraleer ze kan toegepast worden. De opsplitsingsbenadering werd ontwikkeld in het SECFISH-project (PGECON, 2019) en werd tijdens WKTRADE2 toegepast op de Belgische boomkorvloot van 18-24m en van 24-40m. De SECFISH-analyse bekeek de invloed van ICES-divisie op de kostenstructuur. De variabele kosten kunnen opgedeeld worden in arbeidskosten en brandstofkosten die een duidelijke ruimtelijke structuur kunnen hebben. Er is geen significant verschil gevonden voor de gemiddelde verschillen in brandstofverbruik per uur tussen ICES-divisies voor beide vloten, behalve voor de kleinere boomkorvaartuigen, waar het brandstofverbruik in het Engels Kanaal gemiddeld hoger ligt dan voor de Zuidelijke Noordzee. De afstand tot de visgronden kan hier een verklaring voor zijn.



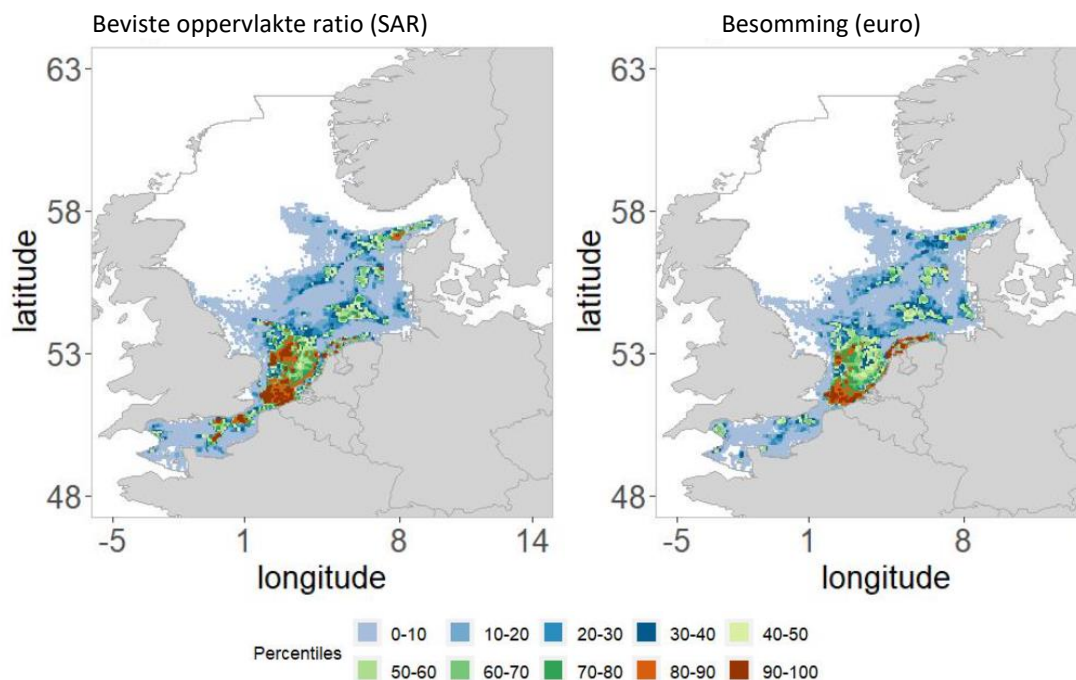
Figuur 49 Gemiddeld brandstofverbruik per uur voor Belgische boomkorvaartuigen in het klein en groot vlootsegment in de relevante ICES divisies (ICES, 2019b).

Het opsplitsen van de variabele kosten op basis van de SECFISH-benadering kan slechts in beperkte mate werken, maar zoals ook tijdens de WKTRADE2 workshop aangehaald werd, is het met de SECFISH-benadering en de beschikbare, economische data niet mogelijk om variabele kosten ruimtelijk te berekenen in de resolutie die nodig is om bodemimpact te bepalen. Een aanbeveling voor de Belgische visserij zou daarom zijn om deze benadering niet te volgen en variabele kosten vooral te beperken tot kosten die ruimtelijk van belang zijn, zoals brandstofkosten eerder dan arbeidskosten.

6.1.3 WKTRADE 3 (ICES 2021)

Deze workshop werd dankzij het Benthis Nationaal project opgevolgd door zowel de Rederscentrale als ILVO. De workshop bestond dan ook uit twee delen: met belanghebbenden (partim 1) en methodologisch, met wetenschappers (partim 2).

Tijdens Partim 1 hebben de stakeholders vragen gesteld over de output die zij wensten te zien van WKTRADE3. Dit betekende dat onder andere bevraagd is welke beheersmaatregelen om bodemimpact te verminderen hun voorkeur wegdragen. Hier kwam duidelijk uit naar voren dat het aanpassen van vistuig meer aandacht verdient, net als het bevriezen van de bestaande voetafdruk. Tijdens WKTRADE3 werden beide opties onderzocht. Er werd ook gevraagd naar interactieve kaarten om de bodemimpact te evalueren. Deze informatie is beschikbaar gesteld via de html-files op deze github pagina: https://github.com/ices-eg/WKTRADE3/tree/master/5%20-%20Output/Markdown_html. Er werden ook verschillende methoden getest om de kerngronden van visserij met hun jaarlijkse variatie te definiëren (Figuur 50). Een nieuwe methode, de 'optimalisatie analyse', werd getest, maar zowel deze methode als de ruimtelijke clustermethodes verdienen nog verdere uitwerking. Bovendien is het effect van verplaatsing van visserij-inspanning na het nemen van ruimtelijke maatregelen niet uitgewerkt, wat de positieve gevolgen van de ruimtelijke beheersmaatregelen potentieel kan overschatten.



Figuur 50 Oppervlakte voor de Europese boomkorvisserij in de Noordzee (gemiddelde tussen 2013-2018) waar elk percentiel (0-10%, 10-20%, etc) van de beviste oppervlakte ratio (SAR, links) en de besomming (euro, rechts) gerealiseerd wordt. De licht blauwe oppervlakte toont waar minder dan 10% van de beviste oppervlakte ratio en besomming gerealiseerd wordt, terwijl de oranje en bruine oppervlaktes tonen waar >80% van de SAR en de besomming vandaag komt op Europees niveau. (op basis van de Github pagina: https://github.com/ices-eg/WKTRADE3/tree/master/5%20-%20Output/Markdown_html in ICES, 2021)

Tijdens de workshop werd ook aanzienlijk veel energie gestoken in het toepassen van de opsplitsingsbenadering van WKTRADE2. Hiervoor is gekeken of beschikbare economische data geharmoniseerd kunnen worden. Deze economische data kwamen van drie bronnen: (a) AER-data (Annual Economic Report), (b) FDI-data (Fisheries Dependent Information) en (c) VMS en logboek data. De AER en FDI-data werd samen gevoegd op basis van jaartal, land, visserijtechniek, lengte van het vlootsegment en sub-regio. De AER-data beschikken over variabele kosten voor energie, personeel, herstel en onderhoud en andere variabele kosten. Deze kosten worden verzameld per vlootsegment

(vistechniek en lengte van de vaartuigen). De FDI-data beschikken over details van het métier zoals vistuig, maaswijdte en doelsoorten. VMS en logboekdata waren beschikbaar in andere lengte-categorieën dan die van de FDI en AER-data. De drie databronnen werden aan elkaar gekoppeld om de disaggregatie te kunnen testen, maar het harmoniseren van deze lengte-categorieën over de verschillende databronnen is noodzakelijk om accurate cijfers te verkrijgen. Naast dit probleem was er ook het nadeel dat de AER-data op een heel grote ruimtelijke schaal gerapporteerd worden. Het opsplitsen van de variabele kosten op basis van visserij-inspanning is dan ook problematisch omdat het opsplitsen van de kosten dan geen rekening houdt met effectieve ruimtelijke variatie in de kosten, maar enkel het gemiddelde neemt op basis van visserij-inspanning. Dit betekent dat de conclusie uit WKTRADE2 voor de Belgische vloot ook opgaat voor meerdere Europese vloten. De opsplitsingsbenadering moet nog verder onderzocht worden.

6.1.4 Conclusies en aanbevelingen economische gevolgen

De generische benadering van het SECFISH-project om op basis van jaarlijkse kosten voor de vloot een inschatting te maken van de variabele kosten per visgrond was ontoereikend voor de Belgische visserij. In WKTRADE3 bleek dat het opsplitsen van variabele kosten om ze toe te schrijven aan lokale visgronden bovendien de kosten kan uitmiddelen waardoor een weinig accuraat beeld van die kosten geschetst worden. Om de variabele kosten van visserij wel goed te kunnen inschatten en een contributiemarge te kunnen berekenen in plaats van enkel rekening te houden met de besomming, wordt aanbevolen om in de toekomst de tweede mogelijke benadering van WKTRADE2 uit te testen, *i.e.* de mechanistische benadering waarbij het opschalen van gedetailleerde metingen van brandstofverbruik en -kosten van individuele zeereizen tot op vlootniveau wordt uitgevoerd.

Er zijn tijdens WKTRADE3 verschillende beheersmaatregelen voorgesteld en getest. De definitie van de kerngronden voor visserij werd methodologisch beproefd, geëvalueerd maar niet eenduidig beslist. De dynamiek van de visserij, vooral na het nemen van ruimtelijke beheersmaatregelen, verdient verdere aandacht om scenario's van ruimtelijke beheersmaatregelen te kunnen evalueren die het bentisch habitat beschermen tegen een zo laag mogelijke kost voor visserij. Inschatten van veranderingen in sterftegraad na technische aanpassingen vormde ook een belangrijk aandachtspunt.

Tijdens de WKTRADE-workshops zijn heel wat methodologische vraagstukken aan bod gekomen, maar eenduidige conclusies blijven veelal nog uit. Concreet betekent dit voor de toepassing van het FBIT-proces in de Belgische visserij dat:

- (1) Het inschatten van de variabelen kosten om de effectieve contributiemarge (besomming minus variabelen kosten) te kunnen uitrekenen nog moeten worden ontwikkeld.
- (2) Het evalueren van ruimtelijke maatregelen vraagt om een vlootdynamica model om de ruimtelijke dynamiek van de Belgische vloot beter te kunnen begrijpen. De dynamiek begrijpen zal toelaten om de (nog te ontwikkelen) definities van kernvisgronden toe te passen en om scenario's te ontwikkelen waarbij de Belgische visserij zich verplaatst van bestaande naar nieuwe visgronden, zoals na Brexit of na competitie met de Nederlandse pulskorvisserij, of na ruimtelijke stimuli om minder te vissen in gebieden die bodembescherming behoeven.

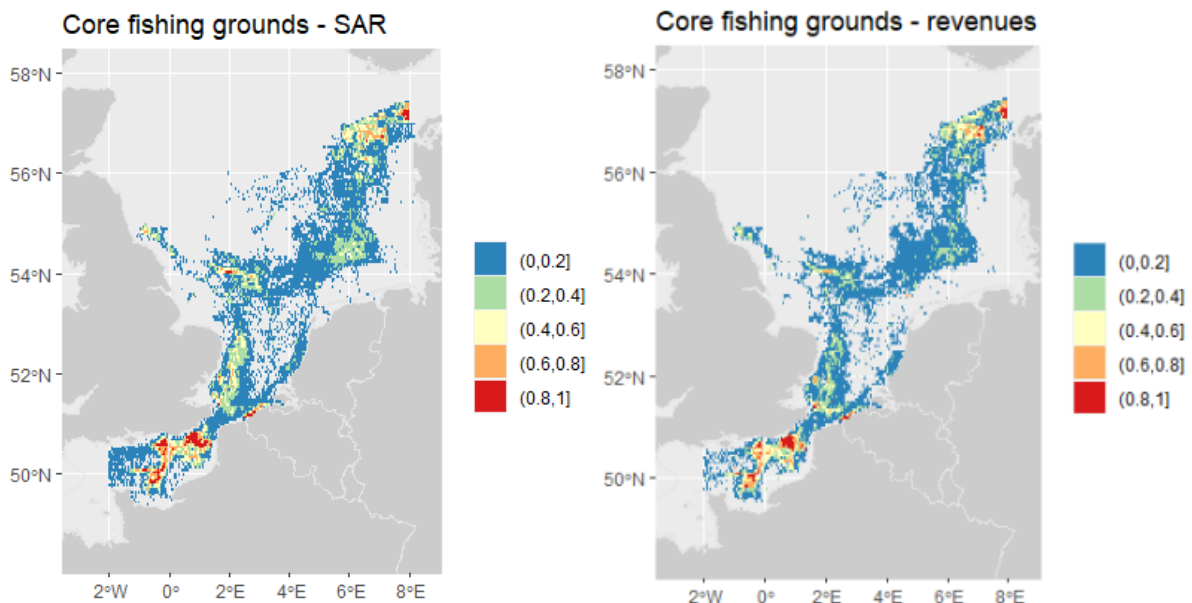
6.2 Ruimtelijke maatregelen: kernvisgronden

Een analyse van de ruimtelijke variatie in visserij-intensiteit kan de voetafdruk helpen beoordelen van vistuigen. De 'kernvisgronden' kunnen inzicht geven in de ruimtelijke variatie van de visserij (ICES 2021).

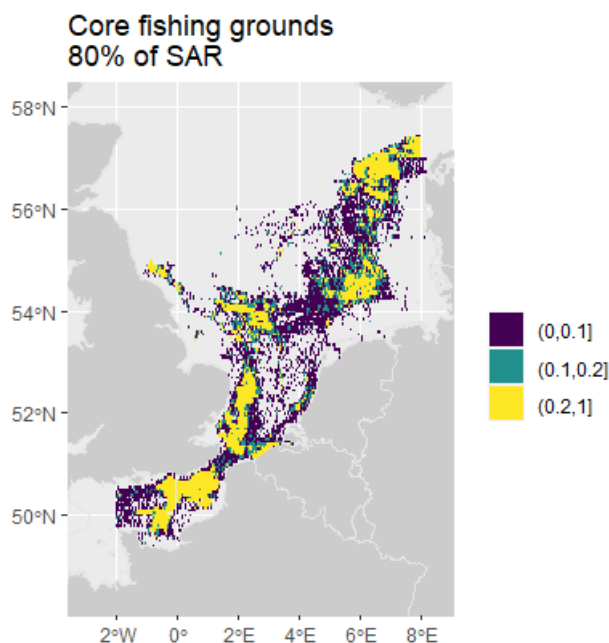
De Belgische visserij is geconcentreerd in verschillende gebieden verschillend per metier (zie 5.2.3, Figuur 40). De boomkorvisserij is zeer verspreid in de noordwestelijke wateren, echter is de visserij-intensiteit hoger in bepaalde gebieden van de Noordzee (Figuur 51).

Figuur 52 toont de kerngronden van de Belgische boomkorvisserij, gedefinieerd als de gebieden waar de 80% hoogste visserij-intensiteit van de boomkor zich bevindt. Een groot gebied in de Noordzee wordt dus door de Belgische boomkor niet of aan zeer lage intensiteit bevestigd. De boomkorvisserij vertoont wel een hoge spatiale variatie van waar het meest wordt gevestigd of van waar de hoogste inkomsten komen (Figuur 51).

De kernvisgronden kunnen gedefinieerd worden als de oppervlakte waar de 80% hoogste visserij-intensiteit, opbrengst of vangsthoeveelheid voorkomt. Ook werd in dit geval een grens van 80% gekozen maar is meer inzicht nodig om te beoordelen wat het meest geschikte percentage is om kerngebieden te bepalen of indien een continue schaal de voorkeur heeft (ICES 2021). Dit aspect rond kernvisgronden dient dus verder onderzocht te worden en in overleg met sector en beleid.



Figuur 51: Oppervlakte voor de Belgische boomkorvisserij in de Noordzee waar elk 20^{ste} percentiel (0-20%, 20-40%, etc) van de beviste oppervlakte ratio (SAR, links) en de besomming (euro, rechts) gerealiseerd wordt (gemiddelde tussen 2012-2018). De blauwe oppervlakte toont waar de laagste 20% van de beviste oppervlakte ratio en besomming gerealiseerd wordt, terwijl de rode oppervlaktes tonen waar de 20% hoogste visserij-inspanning voorkomt en waar de 20% hoogste besomming vandaan komt.



Figuur 52: De gemiddelde visserij-intensiteit tussen 2012 en 2018. De oppervlakte in het geel geeft weer waar 80% van de Belgische boomkorvisserij plaats vindt. Dit zijn de kernvisgronden voor de Belgische boomkor visserij.

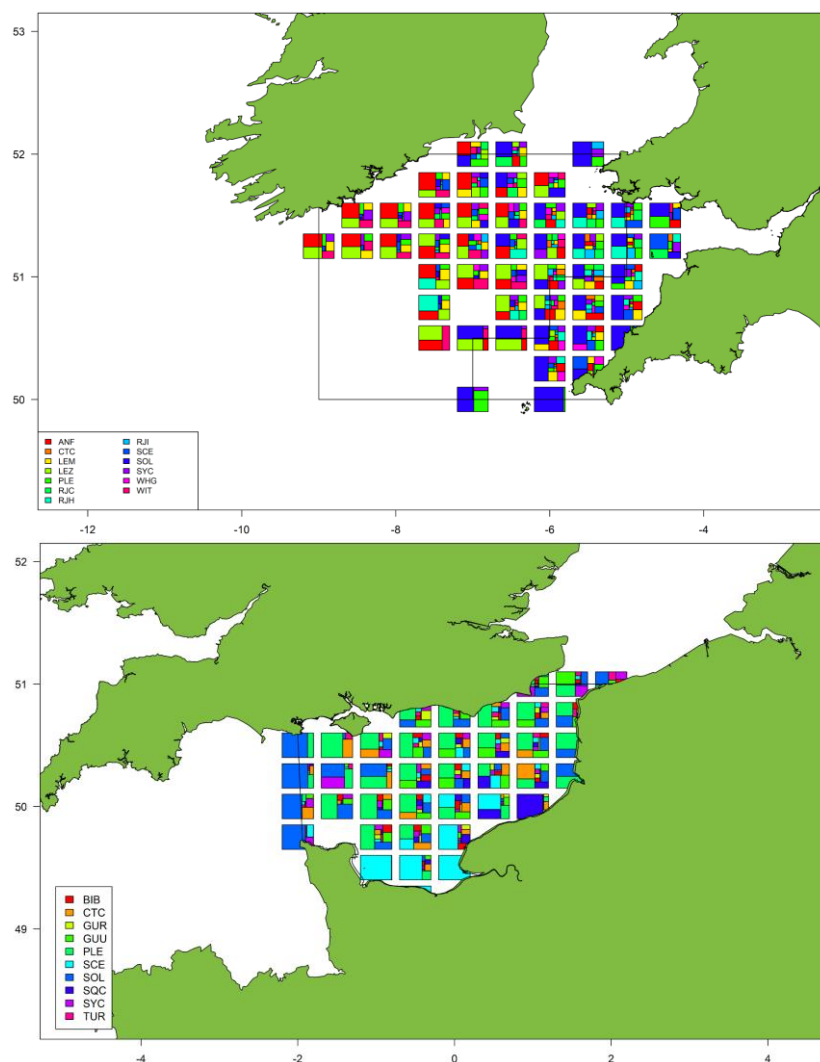
6.3 Vangstsamenstelling en de economische realiteit

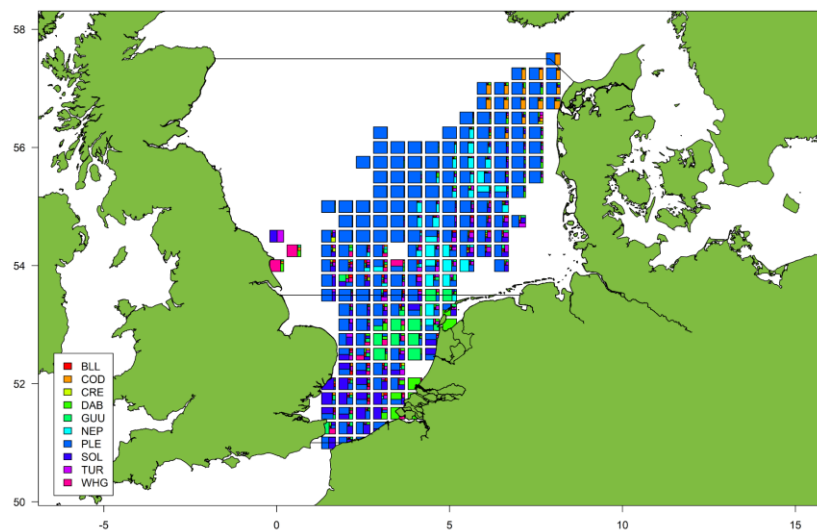
Tijdens de WKTRADE-workshops en bij de toepassing van de FBIT-methodologie wordt uitsluitend rekening gehouden met de totale aanvoer of de totale besomming om het economisch belang van visserij te duiden. Verdere ontwikkelingen om de kostenstructuur ook in rekening te brengen zijn er, maar er wordt niet gekeken naar de economische realiteit van de quota. De beschikbaarheid van quota zou de keuze van visgronden binnen de beheerde stocks ook kunnen beïnvloeden, bijv. kabeljauw in de Noordzee. Om hiermee rekening te houden is een analyse gemaakt van de vangstsamenstelling van de voornaamste soorten om te kunnen achterhalen waarom bepaalde visgronden belangrijk zijn voor vissers.

De samenstelling van de aanvoer van de Belgische vloot verschilt naargelang de ICES-divisies waarin de vloot actief is, maar ook binnen elke ICES-divisie zijn er duidelijke clusters van aangevoerde soorten te herkennen (Figuur 53). De aanvoer wordt in belangrijke mate bepaald door het vistuig. Het spreekt voor zich dat de aanvoer van bordennetten gericht op langoustines voor een belangrijk aandeel uit langoustines bestaan. Bij de garnalenboomkor bestaat >90% van de aangevoerde soorten uit grijze garnaal (*Crangon crangon*). Voor de platvisboomkor is de aanvoer in de Noordzee meer variabel. In het Engels Kanaal zal de aanvoer bijvoorbeeld meer soorten bevatten. Zeekat, Sint-Jakobschelpen, steenbolk en ponen zijn daar typisch aangevoerde soorten. In het Westelijke deel van de Zuidelijke Noordzee, zoals de monding van de Theems, bepaalt tong de aanvoer naast roggensoorten en hondshaai. In de Duitse bocht zijn tarbot en griet dan weer de kenmerkende soorten naast tong en schol. Verder in het noordoostelijke deel van de Noordzee zijn tongschar en kabeljauw de kenmerkende soorten. Hier wordt geen tong gevangen en wordt met een maaswijdte van >120mm gevist. In andere gebieden van de Noordzee blijven tong en schol wel voornaamste soorten. Een clusteranalyse op basis van de methodologie van Deporte et al (2012) deelde de samenstelling van de aanvoer in tien groepen (Figuur 55, Tabel 12).

Tabel 12 Aanvoer van de Belgische visserijen in de Noordzee voor vier vistuigen: boomkor, boomkor met SumWing, bordennetten en garnalenboomkor.

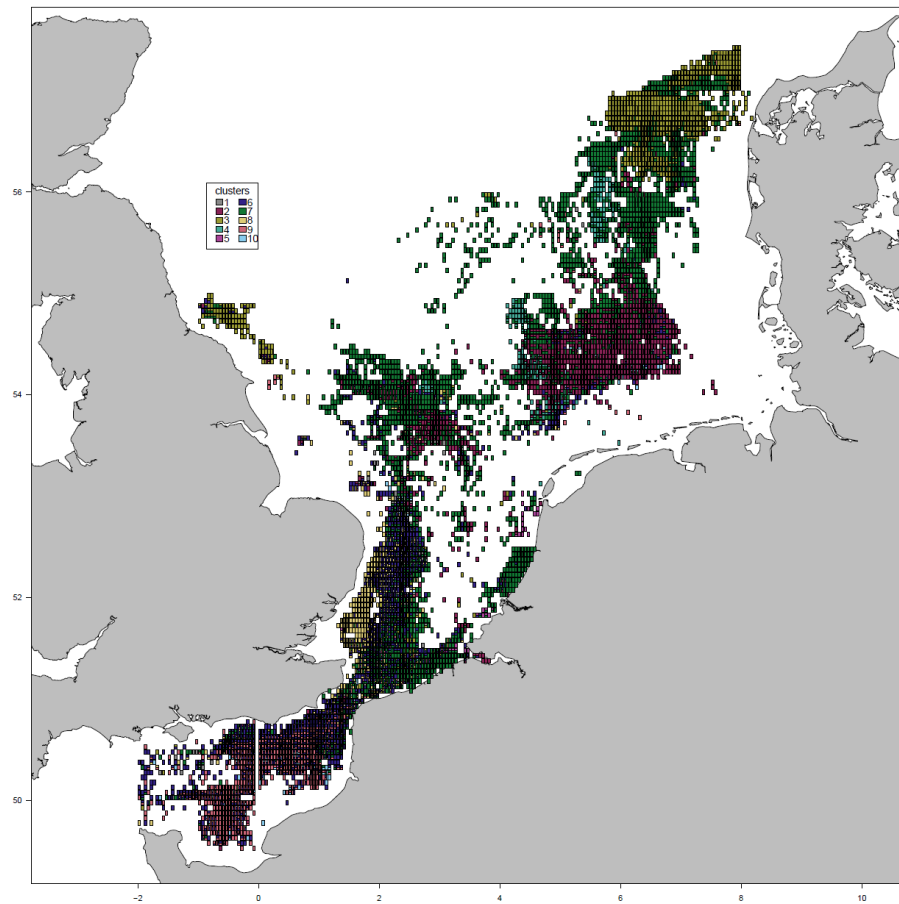
CLUSTER	AANVOER (TON)	AANVOER (%)	INDICATORSOORTEN
7	15.2	19	Schol (PLE)
6	12.2	15	Geen kenmerkende soorten
9	12.1	15	Zeekat (CTC), Sint-Jakobschelpen (SCE), steenbolk (BIB), rode poon (GUU)
3	10.6	13	Kabeljauw (COD) en tongschar (LEM)
4	87.5	11	Langoustines (NEP)
5	72.0	9	Grijze garnaal (CSH)
2	66.3	8	Griet (BLL), tarbot (TUR)
8	36.6	5	Hondshaaien (SCL), Tong (SOL) en stekelrog (RJC)
10	16.4	2	Engelse poon (GUR)
1	12.8	2	Blonde rog (RJH)



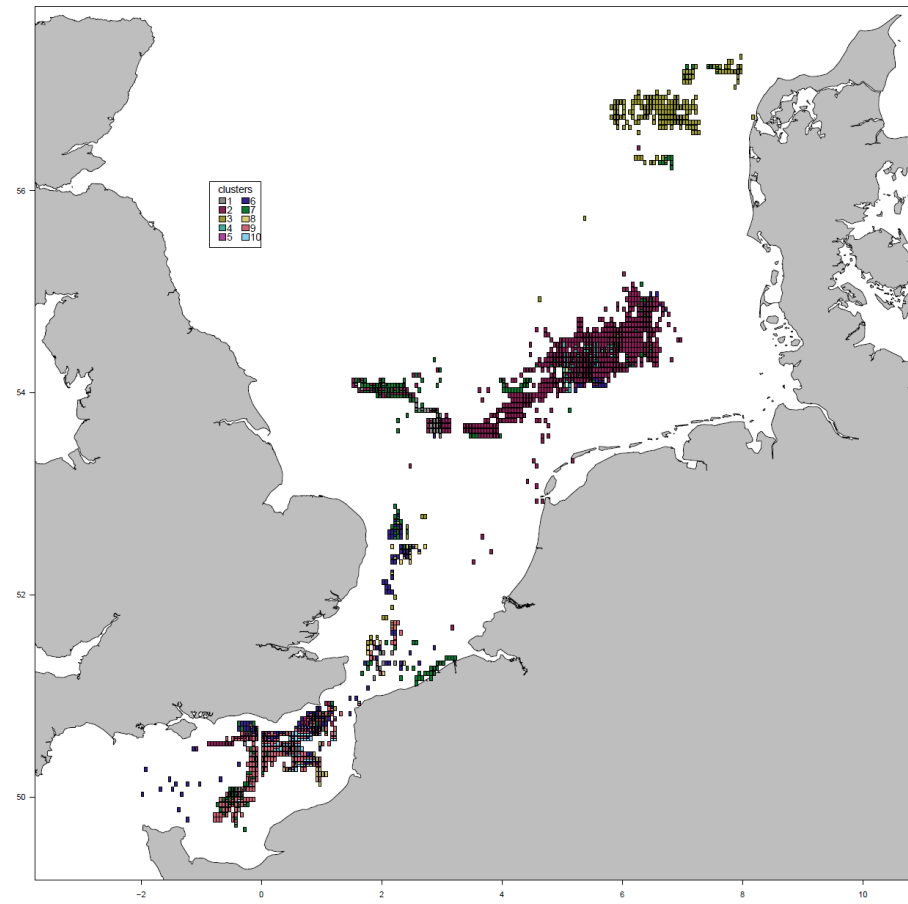


Figuur 53 Vangstsamenstelling van de top 10 aangevoerde soorten voor de Keltische Zee (ICES Divisie 7fg), het Oostelijke Engels Kanaal (ICES Divisie 7d) en de Noordzee (ICES Divisie 4bc) in gridcellen van 0.5 bij 0.25 graden in 2017. De kleuren moeten per kaart bekeken worden. De afkortingen van de soorten volgens de FAO 3-alpha species codes (asfis).

Platvisboomkor

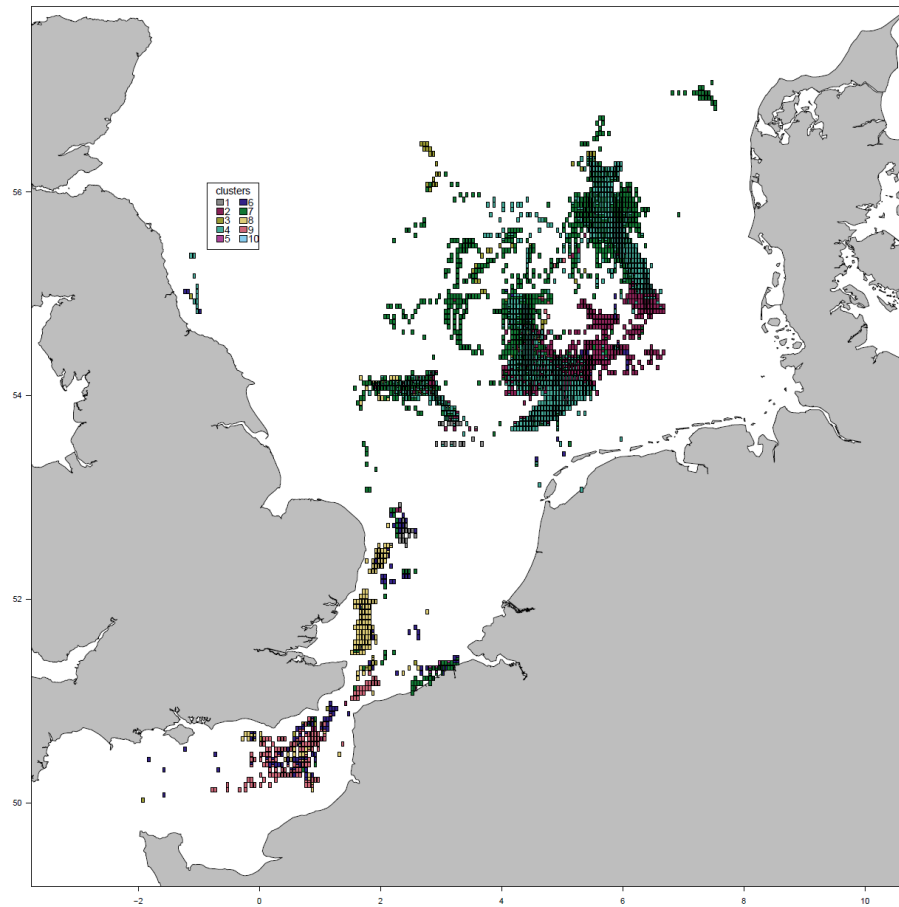


SumWing

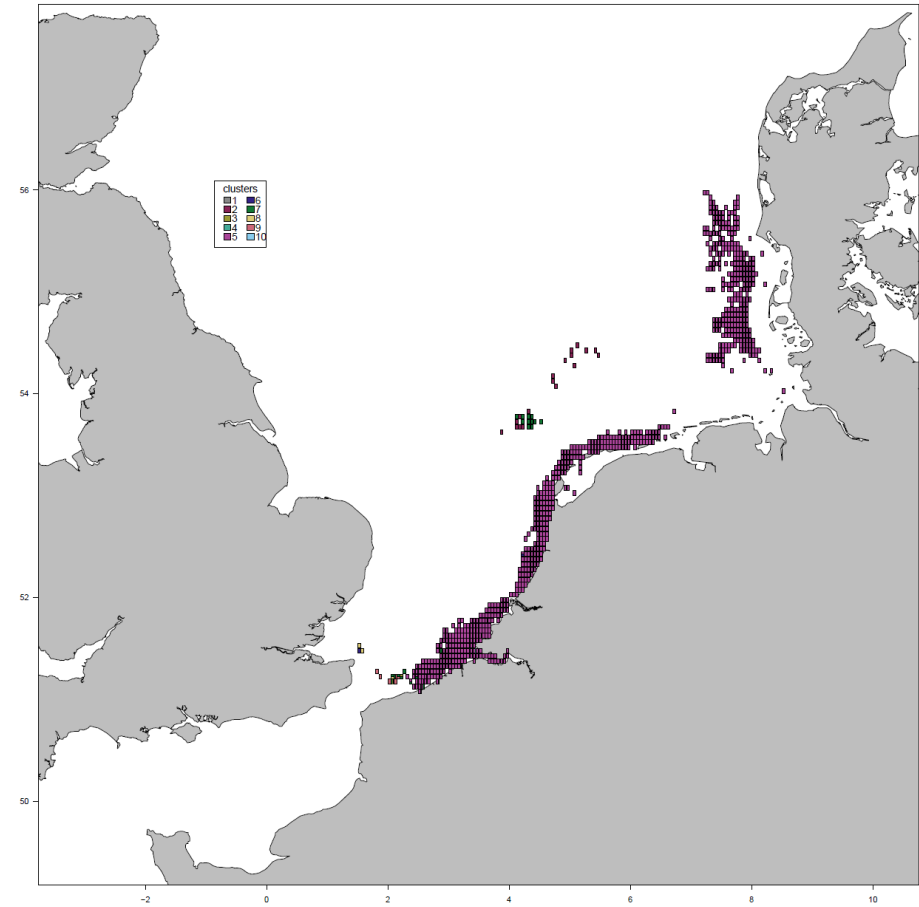


Figuur 54 de samenstelling van de aanvoer voor de boomkorvisserij met en zonder SumWing op basis van een cluster-analyse.

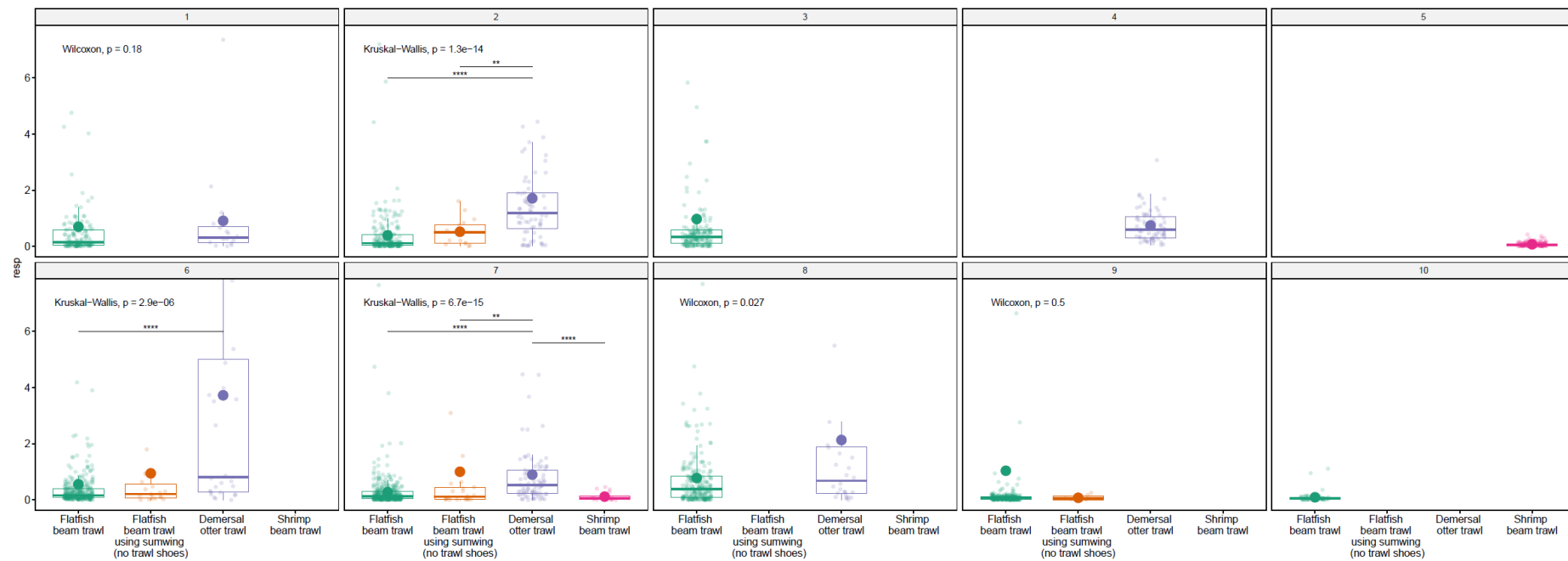
Bordennet



Garnalenboomkor



Figuur 55 de samenstelling van de aanvoer voor de visserij met bordennet (links) of met de garnalenboomkor (rechts) op basis van een cluster-analyse.



Figuur 56 boxplots van de bodemimpact (RBI) per kg aangevoerd vis voor vier vistuig per cluster uit Figuur 55 en Tabel 12. Significante verschillen zijn met ster (*) aangeduid. De boxplots geven de mediaan en het interkwartiel bereik weer, terwijl de grote stip het gemiddelde aangeeft. Het gemiddelde wordt sterk beïnvloed door uitbijters.

Kaartjes van de 10 clusters tonen dat de clusters in sterke mate ruimtelijk bepaald zijn over de métiers heen. De boomkorvisserij op garnaal (onderaan rechts in Figuur 55) is een duidelijke aparte groep, maar de platvisboomkor en SumWing hebben gelijkaardige clusters van aangevoerde soorten (bovenste twee kaarten in Figuur 55). De bordenvissen deelt enerzijds ook enkele specifieke clusters met de boomkorvisserij zoals de aanvoer van tong en rog in de monding van de Theems en de aanvoer van schol, tarbot, griet in de Duitse bocht, maar kent anderzijds ook de specifieke cluster met langoustines als voornaamste doelsoort.

Om de bodemimpact te vergelijken tussen vistuigen werd er binnen elke cluster een vergelijking gemaakt. De bodemimpact werd berekend op basis van de RBI-indicator per totaal aangevoerde hoeveelheid vis binnen een cluster. Op basis van deze indicator blijkt dat weinig verschil is tussen de bodemimpact per kg aangevoerde vis van een bordennet en een boomkor in clusters 1 en tussen een boomkor met en zonder SumWing in cluster 8. In cluster 2, 6 en 7 is de bodemimpact per kg aangevoerd vis echter significant hoger bij een bordennet dan bij een boomkor met of zonder SumWing. Er kon geen significant verschil vastgesteld worden tussen boomkorvisserij met of zonder de SumWing. De vergelijking tussen boomkor met en zonder SumWing is gebaseerd op de beschikbare data. Data voor de SumWing zijn beperkt tot vissers die het gebruik van de SumWing in het 'Visserij verduurzaamt' project gedocumenteerd hebben. De impact van de garnalenboomkor is steeds laag en in cluster 7 significant lager dan van de andere vistuigen. De mediane impact van de garnalenboomkorvisserij ligt op 0.06, terwijl de bodemimpact per kg aangevoerde vis voor de platvisboomkor zonder SumWing op 0.13 ligt en met SumWing op 0.15. De boomkorvisserij met SumWing vist in clusters 2, 6, 7 en 9, terwijl er zonder SumWing ook gevestigd wordt in clusters 1, 2, 3, 8 en 10. De median bodemimpact van een bordennet ligt op 0.72 met de hoogste impact per kg vis in cluster 2. Voor boomkorvisserij ligt de hoogste bodemimpact per kg aangevoerd vis in cluster 3 en 8, terwijl de laagste bodemimpact per kg aangevoerde vis in het Engels Kanaal (clusters 9 en 10) wordt gerealiseerd.

6.3.1 Conclusies en aanbevelingen kernvisgronden

Internationaal wordt de bodemimpact per kg aangevoerde vis vergeleken op regionale schaal, terwijl de samenstelling van de aanvoer voor alle vistuigen binnen de grotere Noordzee duidelijke verschillen kent. Als er rekening gehouden wordt met de verschillende clusters dan is de bodemimpact per kg aangevoerde vis niet significant verschillend voor aanvoer met weinig kenmerkende soorten, zoals clusters 6 en 7. Schol bepaalt dan in belangrijke mate de aanvoer. In clusters waar de bodemgevoeligheid hoog is zoals aan de Deense kust (Figuur 30) is de bodemimpact per kg aangevoerde vis significant hoger. In deze cluster zijn kabeljauw en tongschar de voornaamste soorten. De bodemimpact verminderen door minder in deze gebieden te vissen heeft tot gevolg dat de aanvoer van deze soorten achteruit gaat. Hier is een balans tussen visserij en bodembescherming op zijn plaats. De bodemimpact per kg vis in cluster 3 toont duidelijk aan dat het belangrijk is om rekening te houden met de samenstelling van de aanvoer en niet alleen met de totale hoeveelheid aangevoerde vis. De visserij in het Engels Kanaal heeft ook een duidelijk lagere bodemimpact per kg aangevoerde vis dan in de Noordzee. Het verschil tussen vistuigen is weinig uitgesproken als de vistuigen weinig substantiële verschillen in bodemimpact veroorzaken en een gelijkaardige aanvoer hebben zoals bij de boomkorvisserij met en zonder SumWing. Een betere dataset over het gebruik van SumWing op basis van logboekgegevens in plaats van onvolledige data op projectbasis zijn noodzakelijk om eventuele verschillen tussen beide vistuigtypes te kunnen achterhalen.

7 Stakeholder participatie

Dit project zorgde voor een verder versterking van de kennisopbouw en netwerk uitbreiding voor ILVO in relatie tot onderzoek en het beleid voor de evaluatie van bodemimpact door visserij op Europees niveau. We hebben dan ook getracht om een deel van deze kennis, principes en discussiepunten uit te dragen naar de visserij sector en het beleid door communicatie via bredere informatie-kanalen zoals het infoblad van 'de Rederscentrale', de Facebook-pagina 'ILVO-innoverend vissen', stuurgroep meeting en samenwerking met gerelateerde projecten, zoals weergegeven in Tabel 13. En dit naast tal van informeel overleg over Benthis Nationaal met de sector (Redercentrale) en beleid op andere momenten. De internationale participatie in functie van Benthis Nationaal is weergegeven in hoofdstuk 8.

Tabel 13. Overzicht van de informatie kanalen/momenten waarbij de vergaarde Benthis Nationaal kennis is gecommuniceerd.

	Datum	Informatie
Vulgariserende publicaties		
Infoblad 'Redercentrale'	01/2021	Bijdrage aan tijdschrift 'de Rederscentrale', titel: "Bodemleven beschermen? Alsof Brexit niet genoeg is..."
	01/2019	Bijdrage aan tijdschrift 'de Rederscentrale', titel: "Project: Benthis Nationaal"
Natuurfocus	14/05/2020	Bijdrage aan tijdschrift natuurland, met onderdeelje bodemberoering
VIRA rapport	05/06/2020	Bijdrage onderdeelje bodemberoering
Social media		
Facebook-pagina 'ILVO-innoverend vissen'	26/11/2021	Deelname aan FBIT
	14/07/2021	Oproep deelname aan feedback op instandhoudingsdoelstellingen van Dienst Marien Milieu
	9/04/2021	WKTRADE3
	8/04/2021	Sediment resuspensie
	19/03/2021	WKTRADE3
	8/02/2021	2 ^e oproep WKTRADE3
	14/01/2021	1 ^e oproep WKTRADE3
	29/05/2020	Waardevolle bodemgebieden in BDNZ
	4/05/2020	Publicatie bodemimpact van EU vloten
	25/11/2019	Bodemsensitiviteit
	11/10/2019	WGFBIT
	9/10/2019	Presentatie Benthis Nationaal op WGFBIT
	16/11/2018	FBIT
Twitter	28/06/2019	WKTRADE2
Meetings		
Stuurgroep	13/02/2019	Project voorstelling
	27/01/2021	Tussentijdse resultaten
	02/2022	Voorstelling eindresultaten
Ander	20/09/2021	Meeting bodemsensitiviteit Redercentrale

Workshop Lyngby (DK)	4-6 juli 2018	Internationale workshop 1: kwantificeren van sediment-resuspensie, penetratiediepte en voetafdruk
Workshop Lyngby (DK)	23-24 oktober 2018	Internationale workshop 2: kwantificeren van sediment-resuspensie, penetratiediepte en voetafdruk
Workshop Brussel	4-5 juni 2019	Internationale workshop 3: kwantificeren van sediment-resuspensie, penetratiediepte en voetafdruk
Workshop IJmuiden (NL)	28-29 nov 2019	Internationale workshop 4: kwantificeren van sediment-resuspensie, penetratiediepte en voetafdruk
Link met andere projecten		
Project	Financiering	Informatie
Visserij verduurzaamt	EFMZV	Ontwikkeling van bodemindicator (zie hoofdstuk 4)
Geovis	EFMZV	Toevoeging kaarten rond bodem (habitats, gevoeligheid) en bodem visserijmaatregelen (gesloten gebieden)
Visserij maatregelen 'Vlaamse banken'	FOD Leefmilieu, dienst marien milieu	De afbakening van bodembeschermingszones, rekening houdend met visserij activiteit, gevoeligheid van de bodem types en de biologische waarde.
SEAWISE	Horizon EU	FBIT methodologie verder uitbouwen voor EU wateren (focus op Westelijke wateren en Noordzee)
'Sandbanks and fishing pressure in relation to EU's fisheries and environmental policy'	Deens EFMZV project	Samenwerking ivm kwantificeren van sediment resuspensie, penetratiediepte en voetafdruk van visserij.
IAPF	Impact Assessment of Pulstrawl Fishery (NL)	Experimenteel vaststellen van bodemimpact door pulskor en boomkor in de Vlake van de Raan.

8 Internationale fora

In het Benthis Nationaal project was er ook de doelstelling om de Europese evoluties inzake bodemimpact onderzoek, advies en beheer in de periode 2018-2021 op te volgen en actief bij te dragen. Het kader hiervoor is gebaseerd op ICES, OSPAR en EU-werkgroepen. Aangezien het internationale kader waarin de problematiek rond bodemimpact door visserij momenteel wordt behandeld via diverse fora, is het essentieel om de Vlaamse visserij sector, het Vlaamse visserij beleid en het marien milieu beleid (FOD Leefmilieu) hierin wetenschappelijk te ondersteunen en hen te vertegenwoordigen in de verschillende internationale fora (Tabel 14). Door de COVID pandemie zijn er in het begin heel wat meetings uitgesteld, maar daarnaast door de online vergadering mogelijkheden heel wat extra meetings bijgekomen.

Tabel 14. Overzichtstabel met alle meetings in functie van de beoordeling van 'Sea floor integrity' (gefaciliteerd door Benthis Nationaal)

	Meeting	Datum	Plaats	Bijdrage
ICES	WGFBIT 1	12-16/11/18	Kopenhagen	Co-voorzitter meeting (+ tal van voorbereidende meetings en rapportage)
	WGFBIT 2	07-11/10/19	Ancona	
	WGFBIT 3	14-18/09/20	Online	
	WGFBIT 4	22-26/11/21	Palermo (Hybrid)	
	ICES Annual Science conference	9-13/09/19	Kopenhagen	Voorzitter sessie rond bodemimpact
	WGCHAIR	27-27/01/21	online	Deelname
	WKTRADE 1	2017	Kopenhagen	Deelname
	WKTRADE 2	2019		Co-voorzitter meeting
	WKTRADE 3	2021	Online	Deelname ILVO, Redercentrale
EU	TG Seabed 1	12-13/06/19	Brussel	Deelname, uitwerking 'Seafloor integrity' guidance
	TG Seabed 2	27-28/11/19	Brussel	
	TG Seabed 3	16-17/06/20	Brussel	
	TG Seabed 4	9-10/12/20	Online	
	TG Seabed 5	22-23/02/21	Online	
	TG Seabed 6	26-27/05/21	Online	
	TG Seabed 7	20-21/09/21	Online	
	TG Seabed 8	01-02/12/21	Online	
	TG Seabed 9	31/01/22	Online	
Regional Sea	OSPAR OBHEG 2019	17 & 21/06/19	Parijs	Deelname, OBHEG progress meeting
	OSPAR OBHEG 2020	10/02/20	Online	Deelname, OBHEG progress meeting
		02/04/20	Online	Deelname, OBHEG progress meeting
		18/05/20	Online	Deelname OBHEG progress meeting; data call
		09/07/20	Online	Deelname OBHEG progress meeting; data call
	OSPAR OBHEG 2021	11/02/21	Online	Deelname OBHEG progress meeting
		03/03/21	Online	Deelname werkgroep rond drempelwaarden
		08/06/21	Online	Deelname OBHEG progress meeting
		10/11/21	Online	Deelname werkgroep BH3 drempelwaarde
	OSPAR SuperCOBAM 2019	17-21/06/19	Parijs	Deelname
	OSPAR SuperCOBAM 2021	19-22/10/21	Online	Deelname

Een korte samenvatting van de organisatie en het werk dat daarbinnen gebeurt:

ICES (International Council for the Exploration of the Sea)

ICES neemt een centrale rol in als facilitator voor het bepalen van de methodologische standaards voor de evaluatie van de impact van bodem beroerende visserijactiviteiten (MSFD D1/D6), alsook de nodige raad naar de lidstaten voor het bepalen van drempelwaarden voor deze impact. Dit komt voor uit recent ICES advies naar Europa toe, welke gebaseerd is op de output van verschillende workshops in 2016 (WKFB1, 2016) en 2017 (WKBENTH, WKSTAKE en WKTRADE). Om dit proces verder te zetten werd er een nieuwe ICES-werkgroep, WGFBIT ('Working group on fisheries benthic impact and trade-offs') opgericht in 2018. WGFBIT heeft als doel om een kader op te maken voor een gestandaardiseerde evaluatie van de impact van bodemberoerende visserij op regionale en sub-regionale schaal (FBIT [visserij benthische impact tool]) en dit toe te passen in de Balthische, Noordzee, Keltische, Bay of Biscay, Iberian Coast, Middelandse zee en Arctische wateren. Aangezien het belang van de Noordzee (inclusief het Engels Kanaal), Keltische zee en Bay of Biscay voor de Vlaamse visserij is het noodzakelijk om deze evoluties op te volgen en een Vlaamse bijdrage te leveren. Dit om de specificiteit van de Vlaamse vloot op een correcte manier te implementeren in dit internationaal kader. Hiervoor heeft voor ILVO, Gert Van Hoey (als co-voorzitter) en Jochen Depestele, aan de jaarlijkse WGFBIT-meetings en de WKTRADE meetings deelgenomen.

OSPAR COBAM (Intersessional Correspondence Group on the Coordination of Biodiversity Assessment and Monitoring)

OSPAR is het mechanisme waarmee 15 landen en de EU samenwerken om het marien milieu te beschermen in de Noordoostelijk Atlantische oceaan. OSPAR vervult ook een sleutelrol in het faciliteren van samenwerking voor internationale verplichtingen, zoals de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRMS). De coördinatie van het luik rond biodiversiteit wordt behandeld in de ICG-COBAM groep, welke in 2017 een 1ste analyses maakte rond benthische habitats en bodemberoerende visserij (OSPAR intermediate assessment 2017). Binnen ICG-COBAM is er de werkgroep OBHEG (OSPAR Benthic Habitat Expert Group) die dit benthos werk op zicht neemt. In het werkplan van ICG-COBAM is dan ook voorzien om deze evaluatie Europees meer te harmoniseren en te focussen op het bepalen van drempelwaarden voor de impact. Dit alles om met een upgedate beoordeling te komen voor zeebodem in het OSPAR Quality status report 2023. Hiervoor zal Gert Van Hoey, de OBHEG meetings bijwonen voor België, die soms parallel met de ICG-COBAM worden georganiseerd.

EU TG-Seabed

De Europese technische werkgroep 'seabed' (TG-Seabed) werd opgericht in 2019, met als doel om de richtlijn rond de evaluatie van de zeebodem onder de KRMS meer uit te werken (Artikel 8 guidance). Dit document moet de lidstaten meer richting geven over alle aspecten die komen kijken bij de evaluatie van bodemintegriteit (zoals habitats, indicatoren, integratie van beoordelingen, beoordelingsniveaus, drempelwaarden, visualisatie van de beoordeling, ...). Hiervoor werden 2 experts per EU lidstaat gevraagd om deel te nemen en de richtlijn mee uit te werken. Voor België werd Gert Van Hoey en Vera Van Lancker (KBIN) aangeduid als vertegenwoordigers.

9 Referenties

- Amoroso, R. O., Pitcher, C. R., Rijnsdorp, A. D., McConnaughey, R. A., Parma, A. M., Suuronen, P., ... Althaus, F. et al (2018). Bottom trawl fishing footprints on the world's continental shelves. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, E10275–E10282. <https://doi.org/10.1073/pnas.1802379115>
- Bastardie, F., Nielsen, J. R., Ulrich, C., Egekvist, J., and Degel, H. 2010. Detailed mapping of fishing effort and landings by coupling fishing logbooks with satellite-recorded vessel geo-location. *Fisheries Research*, 106: 41–53.
- Bastardie F, Danto J, Rufener M-C, van Denderen D, Eigaard O E, Dinesen G E, Nielsen J R. 2020. Reducing fisheries impacts on the seafloor: A bio-economic evaluation of policy strategies for improving sustainability in the Baltic Sea. *Fisheries Research* 230. 105681. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105681>
- Beauchard, O., Brind'Amour, A., Schratzberger, M., Laffargue, P. Hintzen, N.T., Somerfield, P.J., Piet, G., 2021. A generic approach to develop a trait-based indicator of trawling-induced disturbance. *Marine Ecology Progress Series*, 675: 35–52
- Condé, S., Royo Gelabert, E., Parry, M., Lillis, H., Evans, D., Mo, G., & Agnesi, S., 2018. Updated crosswalks between European marine habitat typologies - A contribution to the MAES marine assessment. ETC/BD report for the EEA.
- De Borger et al., 2020 E. De Borger, J. Tiano, U. Braeckman, A.D. Rijnsdorp, K. Soetaert Impact of bottom trawling on sediment biogeochemistry: a modelling approach *Biogeosci. Discuss.* (2020), pp. 1-32.
- de Juan S, Demestre M (2012) A Trawl Disturbance Indicator to quantify large scale fishing impact on benthic ecosystems. *Ecol Indic* 18:183–190
- Deporte N, Ulrich C, Mahévas S, Demanèche S, Bastardie F. 2012. Regional métier definition: a comparative investigation of statistical methods using a workflow applied to international otter trawl fisheries in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 69: 331-342.
- Eigaard, O. R., Bastardie, F., Breen, M., Dinesen, G. E., Hintzen, N. T., Laffargue, P., Mortensen, L. O., Nielsen, J. R., Nilsson, Hans C., O'Neill, F. G., Polet, H., Reid, David G., Sala, A., Skold, M., Smith, C., Sørensen, T. K., Tully, O., Zengin, M., and Rijnsdorp, A. D. 2016. Estimating seabed pressure from demersal trawls, seines, and dredges based on gear design and dimensions. – *ICES Journal of Marine Science*, 73: i27–i43.
- Eigaard, O. R., Bastardie, F., Hintzen, N. T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., Dinesen, G. E., et al. The footprint of bottom trawling in European waters: distribution, intensity, and seabed integrity. – *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fsw194.
- Ellis, N., Pantus, F.J. & Pitcher, C.R. (2014) Scaling up experimental trawl impact results to fishery management scales – a modeling approach for a 'hot time'. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Science*, 71, 1–14.
- González Irusta, J.M., DelaTorriente, A., Punzón, A., Blanco, M., & Serrano, A. (2018). Determining and mapping species sensitivity to trawling impacts: the Benthos Sensitivity Index to Trawling Operations (BESITO). *ICES Journal of Marine Science*, 75(5), 1710-1721.
- Haasnoot, T., Kraan, M., and Bush, S. R. Fishing gear transitions: lessons from the Dutch flatfish pulse trawl. – *ICES Journal of Marine Science*, 73: 1235–1243.
- Hiddink and Van Kooten (2015) Report on empirical and modelled small and large scale interactions between benthos, fish and trawl fisheries, focusing on the effect of trawling on fish condition. *Benthis Deliverable 4.7*. 64p.
- Hiddink, J. G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C. L., Hughes, K. M., Ellis, N., Rijnsdorp, A. D. et al. 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114: 8301–8306.

- Hiddink, J. G., Jennings, S., Sciberras, M., Bolam, S. G., Cambie, G., McConnaughey, R. A., Mazor, T. et al. 2018. Assessing bottom-trawling impacts based on the longevity of benthic invertebrates. *Journal of Applied Ecology*, 56: 1075–1084.
- Hintzen, N. T., Bastardie, F., Beare, D., Piet, G. J., Ulrich, C., Deporte, N., Egekvist, J. et al. 2012. VMStools: Open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. *Fisheries Research*, 115–116: 31–43.
- ICES. 2017a. EU request on indicators of the pressure and impact of bottom-contacting fishing gear on the seabed, and of trade-offs in the catch and the value of landings. ICES Special Request Advice sr. 2017.13. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen, Denmark.
- ICES. 2017b. Report of the Benchmark Workshop to evaluate regional benthic pressure and impact indicator(s) from bottom fishing (WKBENTH), 28 February–3 March 2017, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2017/ACOM:40. 224 pp.
- ICES. 2017c. Report of the Workshop to evaluate trade-offs between the impact on sea-floor habitats and provisions of catch/value (WKTRADE), 28–31 March 2017, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2017/ACOM:42. 109 pp
- ICES. 2019a. Interim Report of the Working Group on Fisheries Benthic Impact and Trade-offs (WGFBIT), 12–16 November 2018, ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2018/HAPISG:21. 74 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8258>.
- ICES. 2019b. Workshop on Tradeoffs Scenarios between the Impact on Seafloor Habitats and Provisions of catch/value (WKTRADE2). ICES Scientific Reports. 1:63. 67 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5598>
- ICES. 2021. A series of two Workshops to develop a suite of management options to reduce the impacts of bottom fishing on seabed habitats and undertake analysis of the trade-offs between overall benefit to seabed habitats and loss of fisheries revenue/contribution margin for these options (WKTRADE3). ICES Scientific Reports. 3:61. 100 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.8206>
- Jac C, Desroy N, Certain G, Foveau A, Labrune C, Vaz S (2020a). Detecting adverse effect on seabed integrity. Part 1: Generic sensitivity indices to measure effect of trawling on benthic mega-epifauna. *Ecol Ind.* 117.
- Jac C, Desroy N, Certain G, Foveau A, Labrune C, Vaz S (2020b). Detecting adverse effect on seabed integrity. Part 2: How much of seabed habitats are left in good environmental status by fisheries? *Ecol Ind.* 117.
- Lenoir H, Depestele J, Pecceu E, Polet H, Vanderperren E, Van Hoey G, 2021. Belgian fisheries: Background information of the sustainability pathway in the last decade. ILVO in prep
- Moran, M. J., and Stephenson, P. C. 2000. Effects of otter trawling on macrobenthos and management of demersal scalefish fisheries on the continental shelf of northwestern Australia. – *ICES Journal of Marine Science*, 57: 510–516
- O'Neill, F. G., and Ivanović, A. 2016. The physical impact of towed demersal fishing gears on soft sediments. *ICES Journal of Marine Science*, 73: i5–i14.
- PGECON 2019. PGECON (DCF Planning Group on Economics Issues) 2019 Report. Slovenia, 6-10 may 2019. 219 p.
- Pecceu Ellen & Paoletti Silvia, Van Hoey Gert, Vanelslander Bart, Verlé Katrien, Degraer Steven, Van Lancker Vera, Hostens Kris, Polet Hans, 2021. Scientific background report in preparation of fisheries measures to protect the bottom integrity and the different habitats within the Belgian part of the North Sea. ILVO-Mededeling 277
- Perché, Sarah, 2018. The assessment of benthic habitat status by indicators approaches under fishery pressure in the Belgium part of the North Sea. EMBC+ Master thesis
- Pitcher, C. R., Ellis, N., Jennings, S., Hiddink, J. G., Mazor, T., Kaiser, M. J., Kangas, M. I. et al. 2017. Estimating the sustainability of towed fishing-gear impacts on seabed habitats: a simple quantitative risk assessment method applicable to data-limited fisheries. *Methods in Ecology and Evolution*, 8: 472–480.

- Pitcher, C. R., Hiddink, J. G., Jennings, S., Collie, J., Parma, A. M., Amoroso, R., Mazor, T., et al. 2022. Trawl impacts on the relative status of biotic communities of seabed sedimentary habitats in 24 regions worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119: e2109449119.
- Poiner, I., Glaister, J., Pitcher, R., Burridge, C., Wassenberg, T., Gribble, N., Hill, B., Blaber, S., Milton, D., Brewer, D., and Ellis, N. 1998. Environmental effects of prawn trawling in the far northern section of the Great Barrier Reef: 1991–1996. Final Report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority and Fisheries Research and Development Corporation.
- Poos, J.-J., Hintzen, N. T., van Rijssel, J. C., and Rijnsdorp, A. D. Efficiency changes in bottom trawling for flatfish species as a result of the replacement of mechanical stimulation by electric stimulation. – *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fsaa126.
- Rijnsdorp, A. D., Bastardie, F., Bolam, S. G., Buhl-Mortensen, L., Eigaard, O. R., Hamon, K. G., Hiddink, J. G., Hintzen, N. T., Ivanović, A., Kenny, A., Laffargue, P., Nielsen, J. R., O'Neill, F. G., Piet, G. J., Polet, H., Sala, A., Smith, C., van Denderen, P. D., van Kooten, T., and Zengin, M. 2106 Towards a framework for the quantitative assessment of trawling impact on the seabed and benthic ecosystem. – *ICES Journal of Marine Science*, doi: 10.1093/icesjms/fsv207.
- Rijnsdorp, A. D., Bolam, S. G., Garcia, C., Hiddink, J. G., Hintzen, N. T., van Denderen, D. P., and Van Kooten, T. 2018. Estimating sensitivity of seabed habitats to disturbance by bottom trawling based on the longevity of benthic fauna. *Ecological Applications*, 28: 1302–1312.
- Rijnsdorp, A. D., Depestele, J., Eigaard, O. R., Hintzen, N. T., Ivanovic, A., Molenaar, P., O'Neill, F. G. et al. 2020a. Mitigating seafloor disturbance of bottom trawl fisheries for North Sea sole *Solea solea* by replacing mechanical with electrical stimulation. *PLoS One*, 8: e61357.
- Rijnsdorp, A. D., Hiddink, J. G., van Denderen, P. D., Hintzen, N. T., Eigaard, O. R., Valanko, S., Bastardie, F., Bolam, S. G., Boulcott, P., Egekvist, J., Garcia, C., Van Hoey, G., Jonsson, P., Laffargue, P., Nielsen, J. R., Piet, G. J., Sköld, M., and van Kooten, T., 2020b. Different bottom trawl fisheries have a differential impact on the status of the North Sea seafloor habitats. – *ICES Journal of Marine Science*, 77(5), 1772-1786.
- Rijnsdorp, A. D., Depestele, J., Molenaar, P., Eigaard, O. R., Ivanović, A., and O'Neill, F.G. 2021. Sediment mobilization by bottom trawls: a model approach applied to the Dutch North Sea beam trawl fishery. – *ICES Journal of Marine Science*, 78: 1574–1586.
- Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., Auber, A., Cheung, W., et al. 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bull. Int.-Am. Trop. Tuna Comm.* 1: 27–56. doi:10.1007/BF02464432.
- Schröder A., Gutow L., Guský M. 2008. Fishpact. Auswirkungen von Grundschieppnetz-fischereien sowie von Sand- und Kiesabbauvorhaben auf die Meeresbodenstruktur und das Benthos in den Schutzgebieten der deutschen AWZ der Nordsee. *BfN*. 124p
- Sprouffs K, Wagner A. Growthcurver: An R package for obtaining interpretable metrics from microbial growth curves. *BMC Bioinformatics*. 2016; 17: 172. <https://doi.org/10.1186/s12859-016-1016-7> PMID: 27094401
- Sprouffs K, Aguilar-Rodríguez J, Sniegowski P, Wagner A. High mutation rates limit evolutionary adaptation in *Escherichia coli*. *PLoS Genet*. 2018;14: e1007324. pmid:29702649
- Sys, K., Poos, J. J., Van Meensel, J., Polet, H., and Buysse, J. Competitive interactions between two fishing fleets in the North Sea. – *ICES Journal of Marine Science*, doi: 10.1093/icesjms/fsw008.
- Van Hoey, G., Bonne, W., Salas Herrero, F., 2015. Intercalibration report for benthic invertebrate fauna of the North East Atlantic Geographical intercalibration group for Coastal Waters (NEA 1/26). *ILVO mededeling* 191, 79p.
- Van Steenbrugge L, Sys K, Nimmegeers S, Vandecasteele L, Vanelislander B, Vandemaele S, Vanderperren E, Polet H, Torreele E. 2020. *Pulsvisserij Vlaamse kust – Deel 1*. (Acronym: PULSVK1). *ILVO Mededeling* 258. 108p.
- Wilson, R. J., Speirs, D. C., Sabatino, A., and Heath, M. R. 2018. A synthetic map of the north west European Shelf sedimentary environment for applications in marine science. *Earth System Science Data*, 10: 109–130.

Willem M.G.M. van Loon, Dennis J.J. Walvoort, Gert van Hoey, Christina Vina-Herbon, Abigayil Blandon, Roland Pesch, Petra Schmitt, Jörg Scholle, Karin Heyer, Marc Lavaleye, Graham Phillips, Gerard C.A. Duineveld, Mats Blomqvist, 2018. A regional benthic fauna assessment method for the Southern North Sea using Margalef diversity and reference value modelling. *Ecological Indicators* 89C, 667-679.

10 Annex 1: Voorstel logboek update

Hieronder in tabelstructuur hoe het invulmenu van het logboek er ideaal zou kunnen uitzien om alle technische aanpassingen aan bepaalde gear classes volledig te documenteren.

Gear classes	Vistuig EU / Fishing gear EU	Vistuig Belgisch / Fishing gear Belgium	Stimulation	Code	Target species / doelsoort	Klein of groot vlootsegment (≤ of > 221 kW)	Breedte korrestok / beam of wing (m)	Adaptation / aanpassing *
Beam trawls / boomkor or	boomkor / Beam trawl	Traditionele boomkor met sloffen / traditional beamtrawl	kettingmat / chainmat (R-net) OR ticklers (V-net) OR pulse trawl	TBB	crustacea / demersal flatfish / mollusc	Klein of groot vloot segment		
		Traditionele boomkor met rolsloffen / Beamtrawl with roller shoes						
		Ecoroll beam						
		sumwing						
		Aqua planning gear						
		Shrimp seewing						
Otter trawls / borden net	single			OTB	Crustacea / demersal species / pelagic species / mollusc			
	twinrig / bottom pair trawl			PTB				
	drielingnet / multi-rig otter trawl							
	quadrig / multi-rig otter trawl							
	outrigger							
	midwater otter trawl			OTM				
	midwater pair trawl			PTM				
	otter twin trawl			OTT				
Seines	Danish seine			SDN	demersal species / pelagic species			
	Scottish seine / flyshoot			SSC				

	Beach seine			SB				
	Pair seine			SPR				
surrounding nets and lift nets	purse seines			PS	demersal species / pelagic species			
	Lampara nets			LA				
	boat operated lift nets			LNB				
	Shore operated stationary lift nets			LNS				
Gillnets and entangling nets	Kieunet (gillnet)			GNS	demersal species / pelagic species			
	driftnet			GND				
	Warrelnet (trammelnet)			GTR				
	encircling gillnets			GNC				
	combined trammel and gillnets			GTN				
dredge	Hydraulische dredge			DRB	Mollusc			
	Mechanische dredge including suction dredges			HMD				
	Hand dredges used on board			DRH				
Hooks and lines	Hand lines and pole lines (hand operated)			LHP	demersal species / pelagic species			
	Hand lines and pole lines (mechanised)			LHM				
	Set longlines			LLS				
	Longlines (drifting)			LLD				
	Troll lines			LTL				
Pots and traps	Pots and traps			FPO	demersal species / pelagic species / mollusc / crustacea			
	Fyke nets			FYK				
	Stationary uncovered pound nets			FPN				

Aanpassingen / adaptations *		Maaswijdte / mesh size
Ontsnappingspanelen	benthos ontsnappingspaneel BRP ontsnappingspaneel in de rug DRP vlaams paneel / large mesh extension panel rooster	
Kuil	ruitvormige mazen vierkante mazen T90 mazen	
Andere	flip-up puls licht waterjets zeeflap turtle excluder device TED pingers	/ / / / / / /
kettingmat	lichter materiaal wirl spoilers	

Extra bedenkingen die dienen overwogen te worden in deze context zijn:

- Lichter-sterker-slijtvaster-anders geknoopt netmateriaal (rug, zijkant, kuil,...)
- ecologische spekking of andere milieu-overwegingen?
- Roosters of andere scheidingspanelen voor wat precies als doelstelling/welke soorten?
- Eventueel een link met bodemtype/metiérstype die van daaruit de vistuigaanpassing beter kan verantwoorden? (ook link met VV of analyses rond bodemimpact)
- Eventuele extra sensoren in de toekomst?
- Code al of niet besproken of verfijnd tijdens Visserij Verduurzaamt? Of elders?
- Initiatief per zeebekken, MPA of anders?
- Een open beschrijving van de gear toevoegen zodat daarin extra uitleg gegeven kan worden?

Contact

Gert Van Hoey, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Dier
Ankerstraat 1
8400 Oostende
T +32 59 56 98 47
gert.vanhoey@ilvo.vlaanderen.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
www.ilvo.vlaanderen.be ⇒ nieuws ⇒ type ⇒ mededeling

Vermenigvuldiging of overname van gegevens is toegestaan mits duidelijke bronvermelding.
Depestele, J & Van Hoey G., Lenoir, H., Hiddinck, J.G., Vanderperren, E., Polet, H., 2022.
Benthis nationaal: Nationale implementatie van de evaluatie van visserij-impact op het bodemecosysteem en welke invloed dit heeft op de visserij praktijk. ILVO-mededeling D/2022/02



Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.



Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be