

# Zeevisserij en bodemberoering

## Het Benthis project visualiseert en kwantificeert de bodemberoering van bodemsleepnetten

Hans Polet

De discussie rond bodemberoering van gesleept vistuig is lang een zwart-witdiscussie geweest tussen de visserijsector, die bodemberoering noodzakelijk vond voor de productiviteit, en NGOs, die bodemberoering zagen als een onaanvaardbare aantasting van de integriteit van het mariene ecosysteem. Ook de wetenschap kon lange tijd geen afdoende antwoord geven over de ware toedracht. Recent werd het EU Benthis-project afgesloten, waarin een brede waaier aan expertise werd samengebracht samen met alle betrokken partijen. Dit project heeft eindelijk een vrij goed inzicht kunnen geven in deze problematiek en heeft ook instrumenten aangereikt om de bodemberoering in cijfers uit te drukken. Dit artikel geeft je alvast inzicht in deze boeiende materie.

Wilde zeevis wordt gevangen met een grote variatie aan visserijmethodes (Gabriel et al. 2005). Vis die in de waterkolom zwemt, meestal in scholen, wordt doorgaans gevangen met pelagische sleepnetten, ringzegens, beuglijnen, hengels en drijfnetten. Vissen, schelpdieren, garnalen en kreeften die zich eerder in of nabij de zeebodem ophouden worden gevangen met bodemsleepnetten, dreggen, staande netten, haken en allerhande visvallen. Al deze visserijmethodes hebben hun voordelen, maar zonder uitzondering hebben ze allemaal wel ongewenste effecten op het mariene habitat en ecosysteem, de ene al intenser dan de andere (Kaiser & de Groot 2000). Visserij met bodemsleepnetten, zoals bordennetten, boomkorren en dreggen, voeren bijna een kwart van de globale visvangst aan maar zijn wereldwijd de voornaamste bron van fysische verstoring van de zeebodem door de mens (Halpern et al. 2008, FAO 2016).

De discussie over de effecten van bodemsleepnetten in onze contreien gaat al lang mee en barstte in al z'n hevigheid los ergens begin de jaren '90. Enerzijds werd beweerd dat vistuigen zoals de boomkor alle leven in het sleeppad vernietigen en wel tot 20 cm diep in het sediment dringen. Anderzijds werd gesteld dat de bodemverstoring noodzakelijk is om de visserij productief te houden en net zorgt voor meer leven in het sediment. Beide stellingnames zijn nogal overtrokken en eigenlijk ver van correct. Het probleem in de jaren '90 was dat er erg weinig wetenschappelijke kennis ter beschikking was om de discussie te voeden, waardoor de partijen op hun standpunt bleven staan. De discussie in en rond de Noordzee focuste zich ook op één type vistuig, namelijk de boomkor. Andere types vistuigen die ook hun effecten hebben, kregen nauwelijks aandacht.

### Het Benthis-project

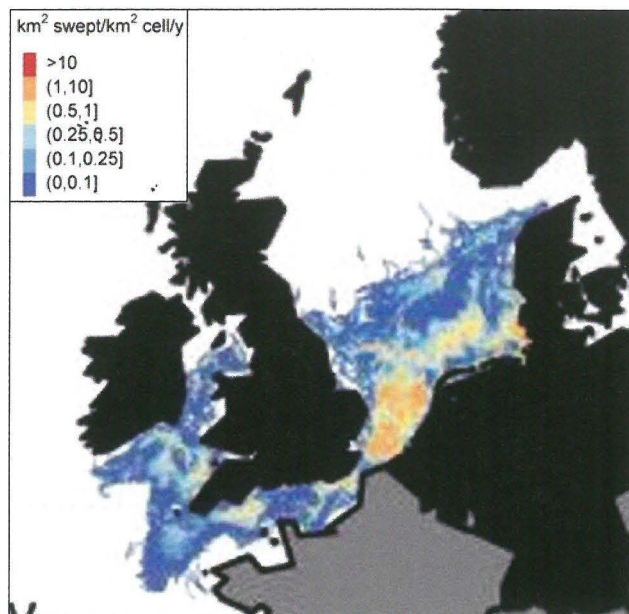
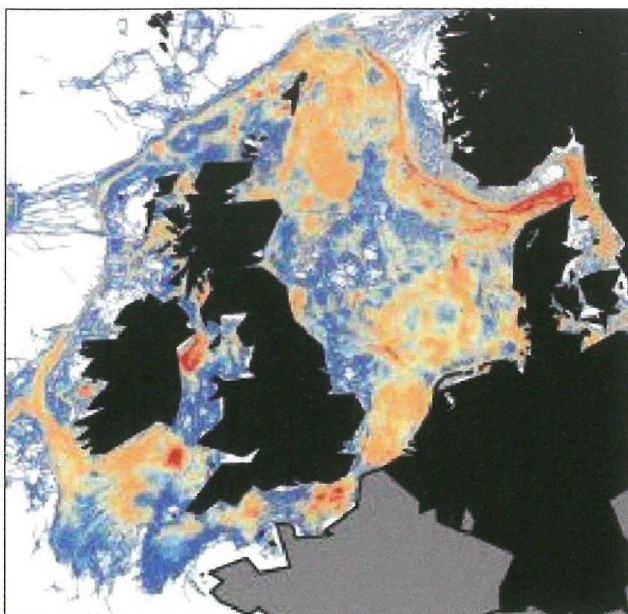
Een onderzoeksproject dat veel heeft bijgedragen aan de verduidelijking over de effecten van bodemsleepnetten is het Benthis-project. Het project (Benthic Ecosystem Fisheries Impact Studies) werd gefinancierd door de Europese Unie in het 7de Kaderprogramma en liep van 2012 tot 2017. Het was een samenwerking die instituten en vissers van alle Europese kusten samenbracht. Aan het project namen 33 partners deel uit 12 landen. De doelstellingen waren:

- beoordelen van de status van de verschillende benthische ecosystemen in Europese wateren en produceren van indicatoren voor een goede milieutoestand
- instrumenten ontwikkelen om de effecten van bodemsleepnetvisserij op de structuur en het functioneren van benthische ecosystemen te beoordelen
- uittesten en beoordelen van alternatieve visserijtechnieken
- ontwikkelen van beheerplannen die de impact van de visserij verminderen.

Dit artikel focust op de eerste twee doelstellingen.

De resultaten van het Benthis-project zijn gebaseerd op een gigantische hoeveelheid cijfermateriaal verzameld in vele experimenten op zee en in de algemene datacollectie van de visserijactiviteiten. Deze werden gecombineerd met wiskundige modellen en samen geven ze een inzicht in de ongeziene complexiteit van de interactie tussen het mariene ecosysteem





Figuur 1. De ruimtelijke verdeling en intensiteit van de bodemberoering in de Noordzee met links de resultaten voor alle vistuigen samen en rechts enkel voor de boomkor (Eigaard et al. 2017). De schaal geeft aan hoeveel keer per jaar een gebied bevist wordt en gaat van meer dan tien keer per jaar tot minder dan één keer in tien jaar.

en de visserij. De verdienste van het Benthis-project is dat het de brede waaier aan disciplines in het onderzoek heeft samengebracht en erin geslaagd is de wetenschappelijke neuzen in dezelfde richting te draaien. De wetenschappers zijn het er ondertussen over eens dat bodemsleepnetten een aantal duidelijke effecten hebben. Ze hebben de neiging het sediment te effenen, de complexiteit van het reliëf te verminderen en een deel van het sediment naar de waterkolom op te warrelen. Ze verlagen de biomassa, de aantallen en de diversiteit van het bodemleven en bevoordelen kleine dieren die zich snel voortplanten. Op die manier wijzigt de bodemsleepnetvisserij de samenstelling van het mariene ecosysteem en de onderlinge relaties in de voedselketen.

### De intensiteit en ruimtelijke verspreiding van de bodemberoering

Een van de eerste stappen in het project was het bepalen van de penetratiediepte in het sediment van de verschillende types sleepnetten (Eigaard et al. 2016). Daartoe werd een grondige inventaris gemaakt van alle sleepnetten die gebruikt worden in de Noordzee en van hun onderdelen die in contact komen met de zeebodem. Van elk onderdeel werd aan de hand van experimenten op zee bepaald hoe diep ze penetreren in het sediment. Op die manier kon voor elk vistuig een gemiddelde penetratie bepaald worden en ook welk deel van het net eerder oppervlakkig of eerder diep beroert. Vervolgens werd voor elk vissersvaartuig actief in de Noordzee in detail bepaald waar het gedurende een heel jaar gevist had. Dit gebeurde met het VMS systeem (vessel monitoring system) dat de vaartuigposities bijhoudt. De combinatie van al deze informatie liet toe om kaarten op te stellen met de ruimtelijke verdeling van de intensiteit van de bodemberoering (Figuur 1).

De resultaten tonen dat de bodemberoering heterogeen verdeeld is, met zeer intens beviste zones en zones waar bijna

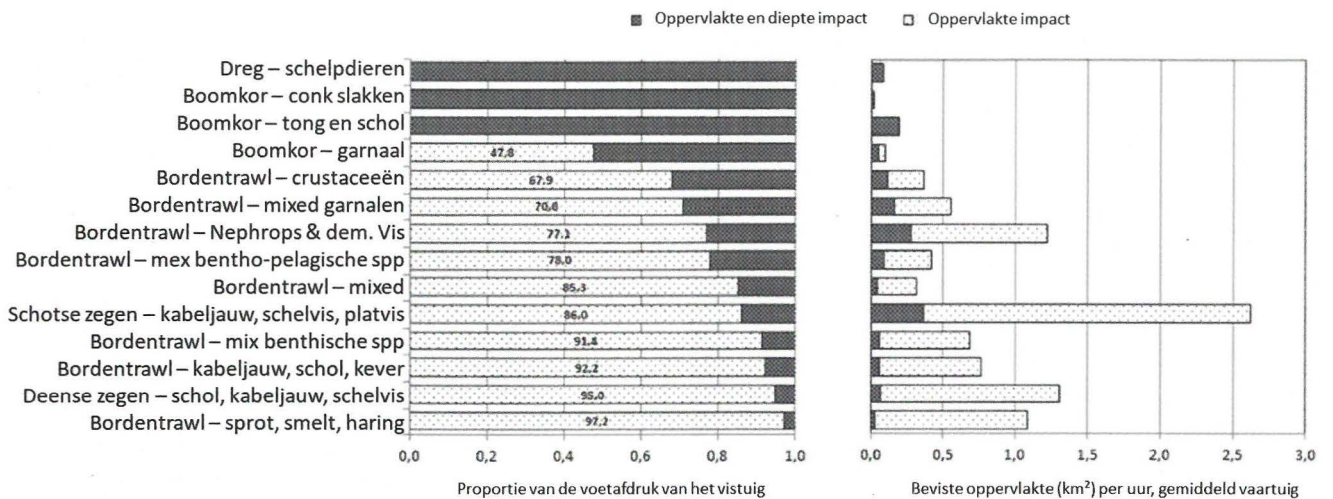
of helemaal niet gevist wordt. Verder blijkt duidelijk dat de boomkor maar een beperkt onderdeel uitmaakt van alle bodemberoering door gesleept vistuig. Ze wordt alleen in de zuidelijke Noordzee gebruikt, maar is daar wel verantwoordelijk voor het gros van de verstoring. Verder kan met deze informatie gekwantificeerd worden hoeveel procent van een vistuig oppervlakkig en diep verstoort en hoeveel oppervlakte een standaard vissersvaartuig in één uur bevist (Figuur 2). Voor de boomkor maakt dit alvast duidelijk dat die over de ganse breedte vrij diep in de bodem dringt, maar het geeft ook aan dat een boomkorvaartuig maar een relatief kleine oppervlakte hoeft te bevissen om rendabel te zijn in vergelijking met andere sleepnetten. Al deze informatie werd gebruikt in de discussie over bodemberoering en bracht alvast heel wat nuance.

### De gevoeligheid van het zeebodemhabitat voor sleepnetvisserij

Informatie over de intensiteit van bevinging is belangrijk, maar zegt eigenlijk weinig over de schade dat dit toebrengt. Hiertoe moeten we weten hoe gevoelig de verschillende habitats en hun bewoners in de Noordzee zijn. De zeebodem varieert sterk in type sediment en type levensgemeenschap, elk met hun eigen gevoeligheid. Bijgevolg werden voor een ganse reeks bodemdieren de biologische eigenschappen in kaart gebracht, zoals levensverwachting, snelheid van voortplanten, diepte in het sediment, grootte, mobiliteit, hard of zacht lichaam enz. Van deze dieren werd bepaald waar ze voorkomen in functie van het type sediment en de intensiteit van de natuurlijke verstoring.

In een volgende stap werd de verspreiding van bodemdieren gedetailleerd in kaart gebracht en samengelegd met de kaarten van de visserij-intensiteit. In een statistische studie werd vervolgens gezocht naar mogelijke verbanden tussen intensiteit van vissen en het aan- of afwezig zijn van soorten met bepaalde





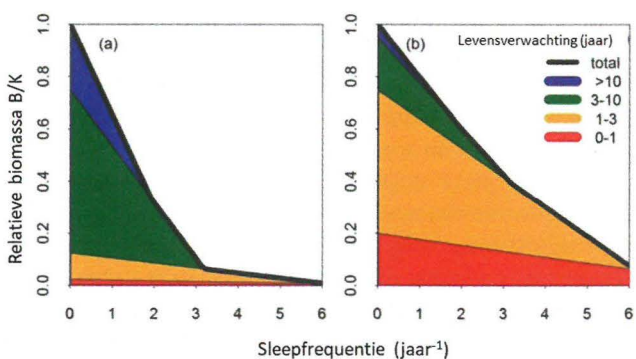
Figuur 2. (A) Het procentueel aandeel oppervlakkige en diepe beroering in het sleeppad van de belangrijkste vistuigen en (B) de relatieve beviste oppervlakte als het aantal km<sup>2</sup> dat een gemiddeld vaartuig bevist in een uur per type vistuig (Eigaard et al. 2017).

biologische kenmerken. Uit de studie bleek dat de maximale leeftijd en de lichaamsgrootte belangrijke kenmerken zijn in relatie tot verstoring. In intens beviste gebieden verdwijnen grote dieren die zich traag voortplanten. Dit zijn dus ook interessante indicatoren in een risicoanalyse voor bodemberoering. Gevoelige dieren planten zich traag voort en groeien traag en zijn bij uitstek gevoelig voor visserijverstoring. De studie wees ook uit dat grof sediment in diep water veel gevoeliger is aan verstoring dan fijn sediment in ondiep water. Dit komt omdat in ondiep water de natuurlijke verstoring door stromingen en stormen veel groter is. Bijgevolg leeft daar van nature een levensgemeenschap die minder gevoelig is aan verstoring en dus ook aan bodemberoering door vistuig (van Denderen et al. 2015). Hieruit leren we welke gebieden gevoelig zijn en waar beter niet of weinig gevist wordt en dat er andere gebieden zijn waar visserij weinig of niet verstoort.

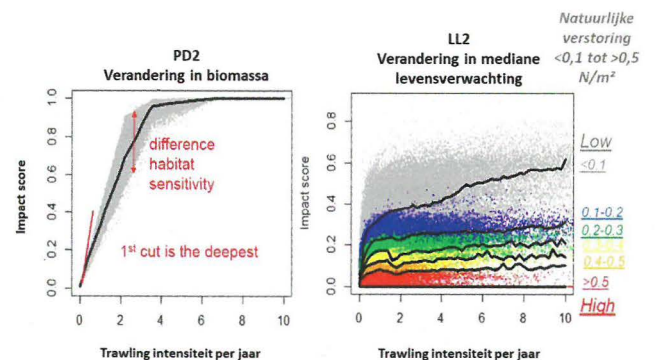
Deze kennis kan nu gecombineerd worden tot concrete voorbeelden, waarin de effecten van bevissingsfrequentie of 'trawling frequency' (zie **Box 1**) op dieren met verschillende

levensverwachting bekeken worden voor verschillende types habitats (**Figuur 3**). Het is alvast duidelijk uit de figuren dat in een gevoelig habitat veel meer dieren voorkomen die van nature oud worden. We zien voor beide types habitat dat wanneer er niet gevist wordt (trawling frequency = 0 op de x-as), de gezamenlijke relatieve biomassa gelijk is aan 1. Van zodra er één keer gevist wordt, neemt de biomassa af. In het gevoelige habitat is bijna driekwart van de biomassa verdwenen wanneer er twee keer per jaar gevist wordt en bij drie keer schiet er vrijwel niets meer over. In het minder gevoelige habitat neemt de biomassa veel minder snel af en is de soortensamenstelling minder onderhevig aan verandering.

Voor de evaluatie van bodemimpact werden in het Benthis-project een hele reeks indicatoren opgesteld die iets vertellen over de gevolgen van bodemsleepnetvisserij. We illustreren dit aan de hand van twee voorbeelden van dergelijke indicatoren (**Figuur 4**), met name de verandering in biomassa van die gemeenschap (PD2) en de verandering in de mediane levensverwachting van de levensgemeenschap (LL2). Uit beide indicatoren



Figuur 3. Veralgemeende weergave van de relatieve biomassa van dieren volgens maximale leeftijd in twee habitattypes, in functie van het aantal keer dat er bevist wordt per jaar. De linkse figuur staat voor een habitat dat gevoelig is aan verstoring, de rechtse figuur voor een habitat dat van nature sterk verstoord is en waar de dieren tegen een stootje kunnen. Op de x-as staat de 'trawling frequency', het aantal keer dat een visgrond bevist wordt per jaar. Op de y-as zien we de relatieve biomassa van dieren die 0-1 jaar, 1-3 jaar, 3-10 jaar en meer dan 10 jaar oud worden.



Figuur 4. De impactscore gebaseerd op twee indicatoren (PD2 en LL2) en hoe ze variëren met de intensiteit van bevissing. Op de x-as staat het aantal keer dat een vistuig passeert per jaar en op de y-as de impactscore van 0 tot 1 met 1 de maximale impact ten gevolge van visserij. De verandering in mediane levensverwachting is weergegeven voor vijf gradaties van natuurlijke verstoring. De lijn '<0,1' staat voor het meest gevoelige habitat en de lijn '>0,5' een gebied dat van nature sterk verstoord is door stormen en stromingen.



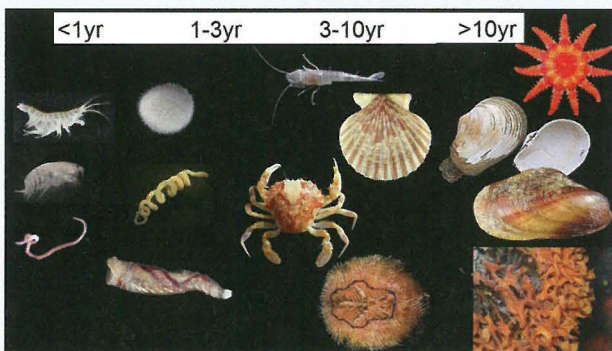
## Box 1: Een methode ter evaluatie van bodemberoering aan de hand van indicatoren

De Europese Unie heeft de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRMS) aangenomen om een effectievere bescherming van het mariene milieu te bevorderen en streeft naar een goede milieutoestand (GES) tegen 2020 (EC 2008). De status van het mariene milieu en de menselijke druk daarop worden hierin beschreven door elf kwalitatieve descriptoren. De descriptor voor de integriteit van de zeebodem (D6) stelt dat 'de structuur en functies van de ecosystemen worden beschermd en de benthische ecosystemen niet nadelig worden beïnvloed'.

Aangezien vissen de belangrijkste menselijke activiteit op de zeebodem is (Eastwood et al. 2007, Foden et al. 2011), moet de bodemberoering die er mee gepaard gaat kunnen ingeschat worden om descriptor D6 te kunnen opvolgen. Hiertoe heeft het Benthis-project een evaluatiekader opgesteld dat de bodemberoering in cijfers uitdrukt met de bedoeling beheerders te helpen in het beheer van visserij en mariene ecosystemen.

De methode beschrijft in detail de interactie tussen de verschillende onderdelen van het vistuig enerzijds en het habitat en de benthische organismen anderzijds. Als resultaat worden een reeks indicatoren berekend die de visserij-impact in cijfers uitdrukken.

Een van de indicatoren is de trawlfrequentie of het percentage van de oppervlakte dat per jaar bevestigd wordt. De trawlfrequentie geeft de waarschijnlijkheid dat een organisme gedurende



Figuur 5. De levensverwachting (longevity) van enkele typerende organismen voor habitats in de noordzee

blijkt dat de eerste passages van een vistuig in een gebied dat nog nooit bevestigd werd de grootste schade aanbrengt. LL2 geeft aan dat de visserij weinig invloed heeft in gebieden die van nature sterk verstoord zijn.

Tot besluit kunnen we stellen dat de gevolgen van bodemberoering door de visserij bepaald worden door het type vistuig, de intensiteit van de visserij en de kenmerken van het habitat en de dieren die er leven. We kunnen dit meten aan de hand van indicatoren die iets vertellen over de levensduur van de dieren, hun grootte en hun totale biomassa per eenheid van oppervlakte.

een jaar door een bodemtrawl wordt getroffen. We kunnen dus het gemiddelde tijdsinterval berekenen tussen twee passages van een vistuig, waarmee de tijd wordt aangegeven voor het herstel van benthische dieren. Of een diersoort volledig zal herstellen wordt bepaald door de hersteltijd.

Voor de hersteltijd wordt als proxy de levensverwachting gebruikt. Het is een intuïtief eenvoudige meeteenheid en wordt ondersteund door veldstudies die aantonen dat kortlevende soorten hogere trawlintensiteiten tolereren dan langlevende soorten. Dieren zoals de Zonnester, de Zeeklit en vele schelpdieren (Figuur 3) komen weinig voor in intens bevestigde gebieden, in tegenstelling tot bijvoorbeeld wormen en kleine schaaldieren.

Als de hersteltijd minder of gelijk is aan het tijdsinterval tussen twee passages, kan de soort herstellen. Voor elke diersoort kan een maximale trawlfrequentie worden gedefinieerd. Als de trawlfrequentie onder de drempel ligt, wordt de populatie tijdelijk beperkt door bodemtrawls. Als de trawlfrequentie boven de drempelwaarde ligt, wordt de populatie permanent onderdrukt omdat de dieren te sterk gehinderd worden in hun voortplanting door de frequente passage van vistuig.

Op basis van bovenstaande parameters kan de trawl-impactindicator berekend worden. Die schat de status van de benthische gemeenschap als het oppervlak van een bepaald habitat waarin de dieren zich kunnen herstellen. Dit kan berekend worden voor de hele benthische gemeenschap of voor een onderdeel ervan, bijvoorbeeld een functionele groep.

Deze trawl-impactindicator kan rechtstreeks gebruikt worden voor descriptor D6. Het handige aan deze indicator is dat er geen nulmeting nodig is. Het is namelijk een oud zeer dat voor het inschatten van bodemberoering een vergelijking nodig is met onverstoorde gebieden, die er vrijwel niet meer zijn. Omdat de voorgestelde methode zich enkel baseert op fysische eigenschappen van vistuig en habitat en de biologische kenmerken van de dieren, en de interactie ertussen, is geen nulmeting nodig.

(bron: Rijnsdorp et al. 2016)

### Voorbeelden uit de praktijk

De resultaten uit het Benthis-project zijn soms verrassend en onverwacht en daarom is het nodig dat dit alles getoetst wordt aan de praktijk. We geven enkele voorbeelden die de bevindingen uit Benthis bevestigen.

In een recente studie in de Keltische Zee (Johnson et al. 2015) werd de lengte van de Pladijs onderzocht in relatie tot groot-schalige visserij-intensiteit. Men vond dat Pladijs op grindbodem trager ging groeien naarmate de visserij toenam, terwijl



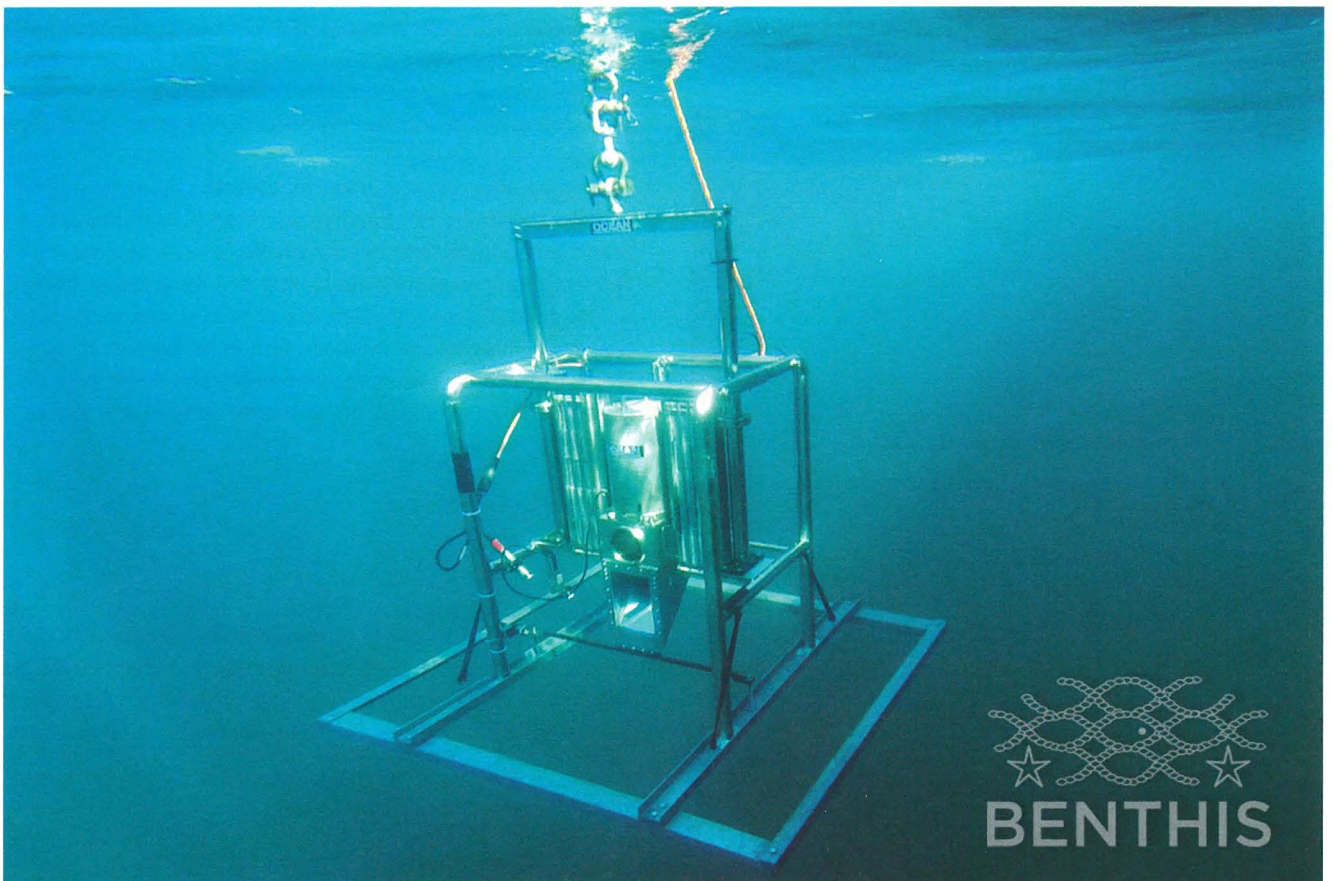
Pladijs op zandbodem sneller ging groeien met de toename van de visserij. De onderzoekers stelden dat dit tegengestelde effect een verschil in dieet weerspiegelde tussen de twee bodemtypes. Het dieet van Pladijs op zandbodem bestond voornamelijk uit polychaeten, borstelwormen die goed bestand zijn tegen sleepnetvisserij en zelfs toenemen bij matige visserij. De visserij zorgde dus voor een groter voedselaanbod voor de vis. Op de grindbodem daarentegen bestond het dieet van Pladijs eerder uit fragiele organismen zoals echinodermen en tweekleppigen, waardoor het voedselaanbod en dus de groei van de vis afnam. Het effect van de visserij kan dus sterk verschillen naargelang de soortensamenstelling in het ecosysteem.

Een studie in de Ierse Zee (Hiddink et al. 2011) op een visgrond met een duidelijke gradiënt in visserij-intensiteit toonde aan dat toenemende bevissing een duidelijk negatief effect had op de gezondheidstoestand van Pladijs, als gewicht in functie van de lengte, maar helemaal geen effect had op die van Schar. Men ging ervan uit dat de visserij het voedselaanbod van Pladijs verminderde. Pladijs is vrij kieskeurig in z'n dieet en wanneer de prooi-soorten onder druk staan heeft Pladijs weinig alternatieven. Schar daarentegen is veel opportunistischer en is deels ook een aaseter. Wanneer de prooi-soorten waar Schar de voorkeur aan geeft verminderen in aantal, dan heeft Schar wel nog alternatieven en blijft gezond. Dit is een fenomeen dat we ook gezien hebben in de Noordzee in de jaren '90 toen platvis werd overbevist. Het pladijsbestand ging zienderogen achteruit terwijl Schar het zeer goed bleef doen.

Hoe dan ook, toen men in de studie in de Ierse Zee ging kijken naar de maaginhoud van de vis, zag men volle magen bij Schar, zoals verwacht. Het vreemde was dat Pladijs ook stelselmatig een volle maag had maar wel veel magerder werd. Het dieet van Pladijs in dit gebied bestaat vooral uit twee soorten, nl. *Nephtys* spp. en *Abra alba*. Nu blijkt *Nephtys* wel last te hebben van sleepnetvisserij maar *A. alba* veel minder. Pladijs ging dus noodgedwongen meer *A. alba* eten om een volle maag te hebben bij toename van de visserijdruk. Maar dit schelpdiertje is veel minder voedzaam dan de *Nephtys* worm waardoor uiteindelijk de gezondheid van de Pladijs achteruitging.

### Besluit

De resultaten van het Benthis-project wijzen op de complexiteit van de problematiek van bodemberoering en geven alvast aan dat een goede kennis van het mariene ecosysteem en de interactie met de visserij noodzakelijk is om de gevolgen van visserij in te schatten en de visserij degelijk te beheren. Deze kennis is er lange tijd niet geweest, waardoor het beheer van de zeevisserij en het mariene ecosysteem wat bodemberoering betreft weinig doortastend was. Ook bij het vastleggen van de Natura 2000 gebieden in zee is het effect van bodemberoering niet altijd even grondig in rekening gebracht. Het gevolg is dat het niet altijd gemakkelijk was en is om beleidsmaatregelen voor deze zones te formuleren.



De SPI of 'sediment profile imagery' in actie bij het nemen van foto's van een verticale doorsnede van het sediment in de waterkolom. (© Benthis-project)



Het evaluatiekader opgesteld in het Benthis-project biedt nu een tool om op een objectieve en kwantitatieve manier bodemberoering op te nemen in het beheer van de zee. Deze tool werd ondertussen goedgekeurd en aanvaard binnen ICES (International Council for the Exploration of the Sea), het voornaamste adviesorgaan van de Europese Commissie. De tool kan ook op een gestandaardiseerde manier bijdragen tot descriptor D6 van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (zie **Box 1**). Het grote voordeel van deze methode is dat ze kan toegepast worden voor elk type vistuig en elk type habitat. De voorwaarde is wel dat de nodige inputgegevens voorhanden zijn over visserijdruk,

karacteristieken van het vistuig, het habitat en de samenstelling en het functioneren van het ecosysteem. Dankzij de degelijke datacollectie in de EU is deze informatie voor de meeste wateren in onze regio voorhanden.

Het Benthis-project wees ook op het feit dat er geen eenvoudige oplossing is om het probleem van bodemberoering aan te pakken. De effecten zijn zo sterk afhankelijk van de karakteristieken van vistuig, habitat en ecosysteem dat een beheer en beleid op maat noodzakelijk is.

## ENGLISH SUMMARY

**Polet H. 2017. The BENTHIS project: visualising and quantifying the seafloor disturbance by towed fishing gear, *Natuur.focus* 16(4): 158-163. [in Dutch]**

The issue of the disturbance of towed fishing gear on the seafloor and the marine ecosystem has been a long standing discussion. This discussion was not supported by science because the knowledge of this phenomenon was insufficient. The EU Benthis project brought together a wide range of expertise and stakeholders and finally came up with a thorough understanding of the mechanisms behind seafloor disturbance. The project collected and processed a wide range of data and produced detailed information on the penetration into the seabed of towed fishing gear and the associated mortality of benthic organisms. This led to easy to interpret maps of the footprint of the different fishing gears used. Based on biological traits, the sensitivity of benthic organisms and habitats was assessed and the relative sensitivity of the ecosystem for the different fishing gears was assessed. The project also produced quantitative indicators on seafloor disturbance that can be used to manage fisheries in relation to the integrity of the seafloor and the associated ecosystem.

## AUTEUR

Hans Polet is wetenschappelijk directeur bij het Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek (ILVO).

## CONTACT

Hans Polet, ILVO, Ankerstraat 1, 8400 Oostende  
E-mail: [hans.polet@ilvo.vlaanderen.be](mailto:hans.polet@ilvo.vlaanderen.be)

## REFERENTIES

- Eastwood P. D., Mills C. M., Aldridge J. N., Houghton C. A. & Rogers S. I. 2007. Human activities in UK offshore waters. An assessment of direct, physical pressure on the seabed. *ICES Journal of Marine Science* 64: 453 - 463.
- EC. 2008. Establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). 2008/56/EC: 40. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32008L0056>.

- Eigaard O.R., Bastardie F., Breen M., Dinesen G.E., Hintzen N.T., Laffargue P. et al. 2016. Estimating seafloor pressure from demersal trawls, seines and dredges based on gear design and dimensions. *ICES Journal of Marine Science*. 73(suppl 1): i27-i43.
- Eigaard O.R., Bastardie F., Hintzen N., Buhl-Mortensen L., Buhl-Mortensen P., Catarino R. et al. 2017. The footprint of bottom trawling in European waters. Distribution, intensity and seabed integrity. *ICES J. Mar. Sci.* doi:10.1093/icesjms/fsw194.
- FAO. 2016. The state of world fisheries and aquaculture 2016. FAO, Rome.
- Foden J., Rogers S. I. & Jones A. P. 2011. Human pressures on UK seabed habitats. A cumulative impact assessment. *Marine Ecology Progress Series* 428: 33-47.
- Gabriel O., Lange K., Dahm E. & Wendt T. 2005. Fishing catching methods of the world. 4th ed. Blackwell Publishing, Oxford.
- Halpern B.S., Walbridge S., Selkoe K.A., Kappel C.V., Micheli F., D'Agrosa C. et al. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319: 948-952.
- Hiddink J.G., Johnson A.F., Kingham R. & Hinz H. 2011. Could our fisheries be more productive? Indirect negative effects of bottom trawl fisheries on fish condition. *Journal of Applied Ecology* 48: 1441-1449.
- ICES. 2017. Report of the 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.
- Johnson A.F., Gorelli G., Jenkins S.R., Hiddink J.G. & Hinz H. 2015. Effects of bottom trawling on fish foraging and feeding. *Proc. R. Soc. B* 282: 20142336.
- Kaiser M.J. & de Groot S.J. 2000. The effects of fishing on non-target species and habitats. Biological, conservation and socio-economic issues. *Fishing News Books*.
- Polet H. & Depestele J. 2010. Impact assessment of the effects of a selected range of fishing gears in the North Sea. ILVO-report. Oostende.
- Rijnsdorp A.D., Bastardie F., Bolam S. G., Buhl-Mortensen L., Eigaard O. R., Hamon K. et al. 2016. Towards a framework for the quantitative assessment of trawling impact on the seabed and benthic ecosystem. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 73: i127-i138.
- Van Denderen P.D., van Kooten T. & Rijnsdorp A.D. 2013. When does fishing lead to more fish? Community consequences of bottom trawl fisheries in demersal food webs. *Proceedings of the Royal Society. Series B*. 280, 20131883.
- van Denderen P.D., Bolam S.G., Hiddink J.G., Jennings S., Kenny A., Rijnsdorp A.D. & van Kooten T. 2015. Similar effects of bottom trawling and natural disturbance on composition and function of benthic communities across habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 541:31-43.

## Meer informatie

Alle details over methodes en resultaten zijn terug te vinden in het lijvige rapport van de 'Workshop to evaluate regional benthic pressure and impact indicator(s) from bottom fishing' op [www.ices.dk/community/groups/Pages/WKBENTH.aspx](http://www.ices.dk/community/groups/Pages/WKBENTH.aspx). De nieuwsbrieven van het Benthis-project en een hele reeks rapporten en wetenschappelijke publicaties zijn terug te vinden op [www.benthis.eu/en/benthis.htm](http://www.benthis.eu/en/benthis.htm). Wie een idee wil krijgen van de complexiteit van de interactie tussen visserij en ecosysteem kan zich verdiepen in Van Denderen et al. (2013, **Figuur 2**).