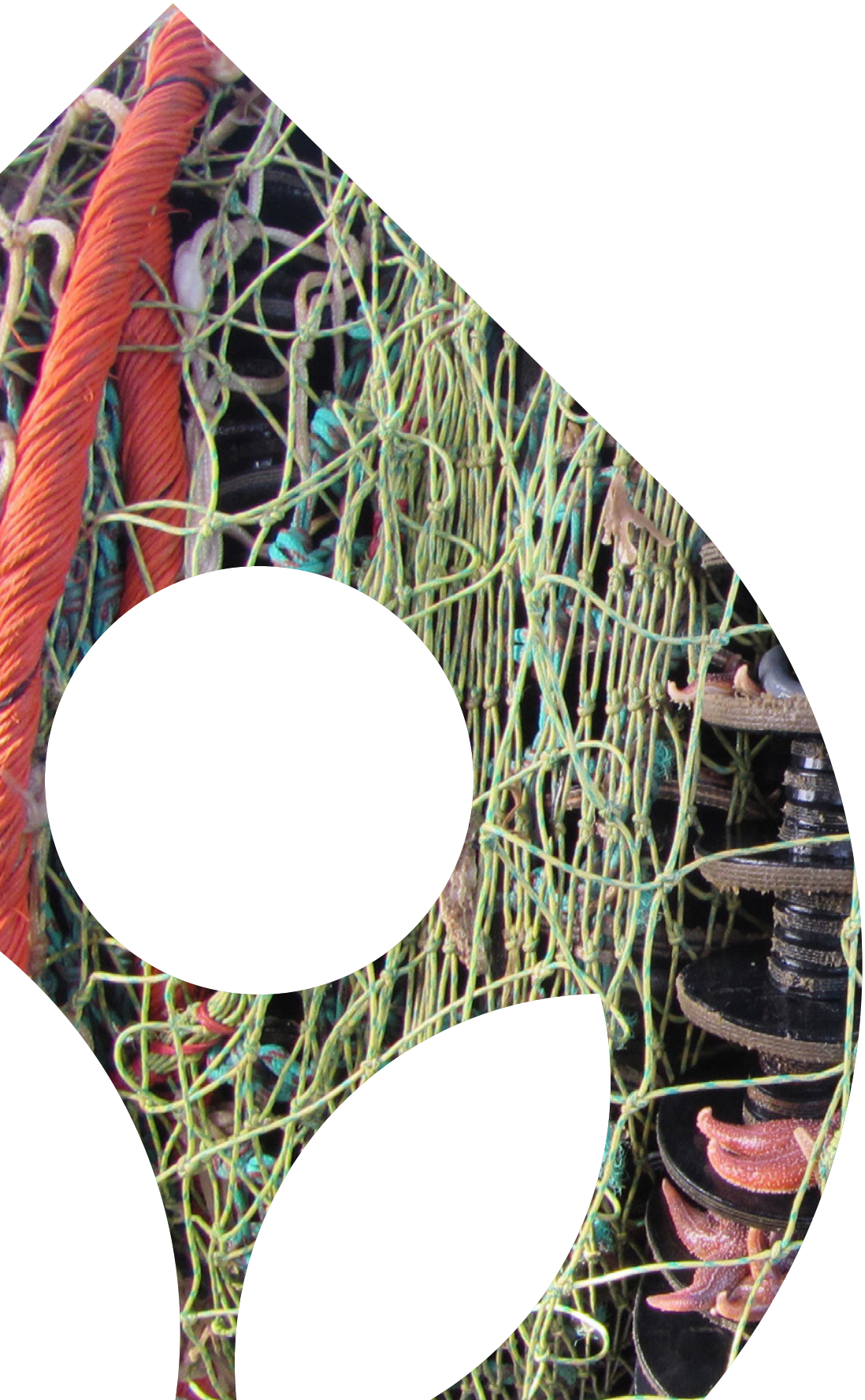
Notat

Anvendelse af bundslæbende fiskeredskaber i beskyttede havområder - effekten på den marine biodiversitet

Udgivet d. 23. oktober 2024



Biodiversitetsrådet

Titel
Notat: Anvendelse af bundslæbende fiskeredskaber i beskyttede havområder - effekten på den marine biodiversitet.

Udgivet
D. 23. oktober 2024

Biodiversitetsrådets medlemmer
Signe Normand, Theis Kragh, Niels Madsen, Birgitte Egelund Olsen, Berit Charlotte Kaae, Jens-Christian Svenning, Karen Timmermann, Carsten Rahbek og Niels Strange.

Biodiversitetsrådets sekretariat har understøttet udarbejdelsen af notatet.

Citering
Dette notat bedes citeret som følger:

Biodiversitetsrådet. 2024. Notat: Anvendelse af bundslæbende fiskeredskaber i beskyttede havområder - effekten på den marine biodiversitet.

ISBN: 978-87-974319-55

Taksigelser
Biodiversitetsrådet vil gerne takke følgende for hjælp med adgang til baggrundsinformation eller data: Karin J. van der Reijden (Danmarks Tekniske Universitet) og Ole Ritzau Eigaard (Danmarks Tekniske Universitet).

Billeder
For kreditering se side 14.

Fagfællebedømmelse
Henrik Gislason (Danmarks Tekniske Universitet), Jørgen L. S. Hansen (Aarhus Universitet) og Peter Grønkjær (Aarhus Universitet).

Om Biodiversitetsrådet
Biodiversitetsrådet er et forskningsbaseret ekspertorgan, som arbejder uafhængigt af personlige, myndigheds-, organisations-, erhvervs- og politiske interesser. Rådet har til opgave at rådgive regeringen og Folketinget om indsatser, der kan medvirke til at vende tabet af biodiversitet til fremgang både på land, i vores ferske vande og i havet. Biodiversitetsrådet består af ni medlemmer, der alle er eksperter med relevant ekspertise i forhold til at forbedre biodiversiteten i Danmark.

Indhold

1| FORORD OG FORMÅL 04

2| HOVEDBUDSKABER 05

3| OMFANGET AF DANSK FISKERI MED BUNDSLÆBENDE FISKEREDSKABER I DANSKE FARVANDE 06

4| EFFEKTER PÅ HAVBUNDENS BIODIVERSITET 08

5| ANDRE EFFEKTER AF BUNDSLÆBENDE REDSKABER 10

6| BESKYTTEDE OMRÅDER SOM REDSKAB TIL AT FORBEDRE DEN MARINE BIODIVERSITET 11

7| REFERENCER 12

Forord og formål

Biodiversitetsrådet vurderede i 2022, at fiskeri med bundslæbende redskaber ikke er foreneligt med beskyttede havområder, hvis disse områder effektivt skal bidrage til en forbedring af den marine biodiversitet og tælle med i 30%- målet fra EU's Biodiversitetsstrategi. I dag er 31,7 % af det danske havareal omfattet af naturbeskyttelsesordninger, heraf er 1,9 procentpoint vurderet beskyttede mod bundslæbende fiskeredskaber (Biodiversitetsrådet 2023).

Formålet med dette notat er at begrunde, hvorfor fiskeri med bundslæbende redskaber ikke er foreneligt med beskyttede havområder, hvis disse områder effektivt skal bidrage til forbedring af den marine biodiversitet. Med udgangspunkt i den nuværende videnskabelige viden, redegør notatet for effekterne af fiskeri med bundslæbende redskaber på havnaturen og biodiversiteten.

God læselyst!

SIGNE NORMAND, Forperson
Professor
Aarhus Universitet
Biodiversitet på land

JENS-CHRISTIAN SVENNING
Professor
Aarhus Universitet
Biodiversitet på land

CARSTEN RAHBEK
Professor
Københavns Universitet
Biodiversitet på land

KAREN TIMMERMANN
Professor
Danmarks Tekniske Universitet
Biodiversitet i indre farvande
og åbent hav

NIELS MADSEN
Professor
Aalborg Universitet
Biodiversitet i indre
farvande og åbent hav

THEIS KRAGH
Lektor
Syddansk Universitet
Biodiversitet i ferskvand

BIRGITTE EGELUND OLSEN
Professor
Aarhus Universitet
Juridiske aspekter af biodiversitet

BERIT CHARLOTTE KAAE
Seniorforsker
Københavns Universitet
Adfærdsmæssige aspekter af
biodiversitet, herunder friluftsliv

NIELS STRANGE
Professor
Københavns Universitet
Samfunds- og miljøøkonomi-
ske aspekter af biodiversitet

Hovedbudskaber

- Omkring 42 % af det danske havareal og cirka en tredjedel af det beskyttede areal bliver fisket aktivt med bundslæbende redskaber. Den internationale videnskabelige litteratur dokumenterer, at fiskeri med bundslæbende redskaber skaber en fysisk forstyrrelse af havbunden, som har en negativ påvirkning på havmiljø og havbundens biodiversitet. Biodiversitetsrådet anbefaler, at fiskeri med bundslæbende redskaber ikke bør finde sted i beskyttede havområder.

- I Biodiversitetsrådets årsrapport fra 2023 blev det estimeret, at 31,7 % af det danske havareal er omfattet af eksisterende eller planlagte naturbeskyttelsesordninger. Områderne under beskyttelsesordninger er imidlertid ikke alle udpeget ud fra overordnede systematiske principper med fokus på repræsentativ dækning af den brede marine biodiversitet og biodiversitetspotentialer. Biodiversitetsrådet har ikke vurderet, om de nuværende beskyttede områder samlet set er de bedst egnede til at beskytte biodiversiteten.

- Det er Biodiversitetsrådets vurdering, at beskyttede områder er et nødvendigt og effektivt redskab til at forbedre den marine biodiversitet i danske farvande, men det kræver, at områderne reelt beskyttes mod de væsentligste presfaktorer, herunder næringsstofforurening og fysisk forstyrrelse af havbunden.

Omfanget af dansk fiskeri med bundslæbende fiskeredskaber i danske farvande

Biodiversitetsrådet vurderer at fiskeri med bundslæbende redskaber og anden fysisk forstyrrelse, såsom klapning, ikke er foreneligt med beskyttede havområder, hvis disse effektivt skal kunne bidrage til at forbedre den marine biodiversitet (Biodiversitetsrådet 2022, 2023). Baggrunden er, at en meget stor andel af marine organismer lever på eller i havbunden, og fysiske forstyrrelser vil derfor påvirke biodiversiteten og de marine økosystemer negativt. 31,7 % af Danmarks havareal er i dag omfattet af naturbeskyttelsesordninger. Biodiversitetsrådet vurderede i 2023, at 1,9 % af Danmarks havareal er underlagt både en naturbeskyttelsesordning og er retligt beskyttet mod fiskeri med bundslæbende redskaber. Biodiversitetsrådet mener derfor, at langt størstedelen af havarealet under en nuværende beskyttelsesordning ikke kan medregnes som reelt beskyttet jf. 30 %-målet fra EU's biodiversitetsstrategi (Biodiversitetsrådet 2023).

Den igangværende debat vedrørende effekter af bundtrawl på havbundens biodiversitet ændrer ikke på Biodiversitetsrådets tidligere vurdering. Biodiversitetsrådets vurdering er begrundet i den omfattende nationale og internationale videnskabelige litteratur, som overordnet dokumenterer, at fiskeri med bundslæbende redskaber har en negativ påvirkning på havmiljø og havbundens biodiversitet.

Mellem 2017-2022 blev ca. 42 % af de danske farvande fisket med bundslæbende redskaber af danske fiskefartøjer (van der Reijden og Eigaard 2023) (Figur 1). Områder såsom Kattegat og Skagerrak er blandt de havområder i verden, hvor der fiskes mest intensivt med bundslæbende redskaber (Eigaard m.fl. 2017, Amoroso m.fl. 2018). I de danske havområder er der lokale forskelle i intensiteten, fx er der brugt bundslæbende redskaber på 97 % af den dybe mudderbund i Kattegat mellem 2017-2022, mens der stort set ikke er fisket med bundslæbende redskaber på stenrevene i dette område (van der Reijden og Eigaard 2023). Biodiversitetsrådet estimerede i 2023, at cirka en tredjedel af det beskyttede areal bliver fisket aktivt med bundslæbende redskaber (Biodiversitetsrådet 2023). Selv for de beskyttede områder, der er udpeget af hensyn til levestederne på havbunden (habitatområder), foregår fiskeri med bundslæbende redskaber (Figur 1, nederst).

Figur 1. Omfanget af fiskeri udført af danske fiskefartøjer med bundslæbende redskaber i danske farvande i 2017-2022 (øverst), herunder også i havområder i habitatområderne (nederst), baseret på data fra van der Reijden og Eigaard (2023). Grå og sorte spor markerer fiskeri med bundslæbende redskaber udenfor beskyttelsesordninger og røde spor markerer fiskeri med bundslæbende redskaber i havområder under beskyttelsesordninger. Jo mørkere farve, desto mere fiskeri har fundet sted i området.

Effekter på havbundens biodiversitet

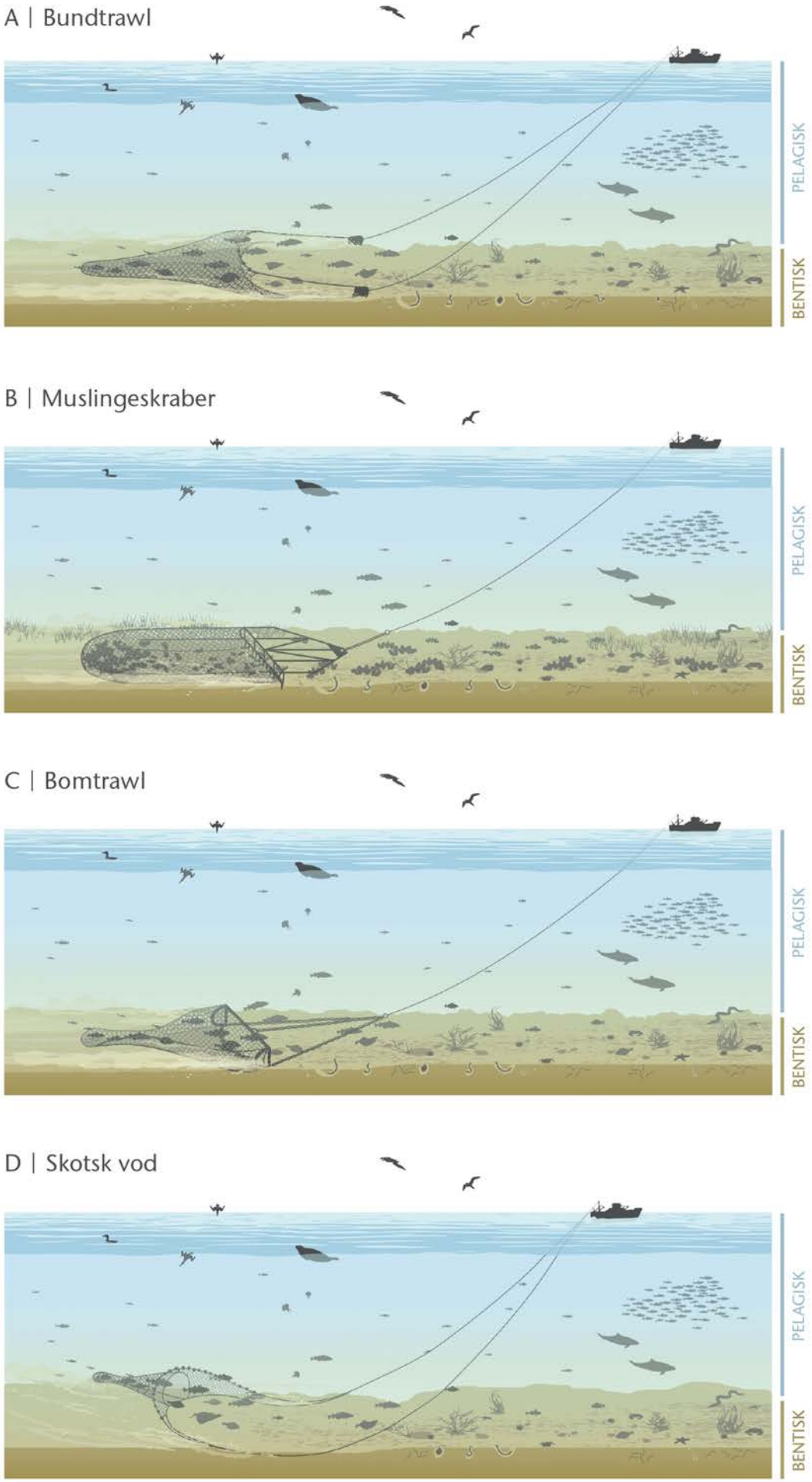
Graden af negativ påvirkning fra bundslæbende redskaber er variabel og afhænger bl.a. af redskabstypen, påvirkningsfrekvens, bundfauna- og florasamfundet og havbundstypen (Macdonald m.fl. 1996, Bremner m.fl. 2006, Tillin m.fl. 2006, Hall m.fl. 2008, Hinz m.fl. 2009, Sciberras m.fl. 2018).

Havbundens dyr, planter og makroalger lever primært på sedimentoverfladen eller nedgravet i havbunden. Disse organismer skaber i mange tilfælde levesteder og en vigtig fødekilde for bl.a. fisk, havpattedyr og havfugle. De arter, som lever på og i havbunden, kan blive direkte påvirket af bundslæbende redskaber. Internationale litteraturstudier har vist, at bundfaunadødeligheden varierer mellem 6-41 % per redskabspassage afhængigt af bundhabitat og redskabstype (Hiddink m.fl. 2017, Sciberras m.fl. 2018). Der er en tydelig sammenhæng mellem, hvor dybt fiskeredskabet penetrerer havbunden og tabet af bunddyr (Hiddink m.fl. 2017, Sciberras m.fl. 2018).

I danske farvande anvendes primært fire overordnede kategorier af bundslæbende redskaber: bundtrawl, bomtrawl, vod og skrabere, som illustreret i figur 2. Der er en variation i redskaberne, der anvendes indenfor de enkelte kategorier, og påvirkningsgraden kan derfor variere en del, men generelt vil der altid være en havbundspåvirkning, når fiskeredskaberne har kontakt med havbunden. Hvor dybt havbunden påvirkes, afhænger af typen af fiskeredskab, hvilke dele af fiskeredskabet, der er i berøring med havbunden, samt typen af sediment. De fire kategorier af bundslæbende redskaber påvirker typisk de øverste 0 cm til 15 cm af sedimentet. For bundtrawl trænger skovlene op til 10 cm ned i sandet- og grovere sediment og dybere ned i mudderbund, mens wire og bundgear ikke trænger nær så dybt ned, men til gengæld dækker et meget større areal (Eigaard m.fl. 2016). Aftryk fra bomtrawl er mere homogent, hvor redskabet trænger op til 10 cm ned i sedimentet (Eigaard m.fl. 2016). I dansk fiskeri anvendes der primært bomtrawl i hesterejefiskeriet. Dette bomtrawl er mindre end det bomtrawl, som andre lande anvender til fangst af konsumfisk, og trænger ikke lige så dybt ned i sedimentet (Eigaard et m.fl. 2016, Tulp m.fl. 2020). Skrabere, som primært anvendes til fangst af muslinger og østers, har også et homogent aftryk, som trænger op til 15 cm ned i sedimentet (Eigaard m.fl. 2016), men udviklingen af lettere skrabere har reduceret penetreringsdybden (Bromhall m.fl. 2022). Til forskel fra trawl og skrabere, påvirker snurrevod og skotsk vod primært de øverste lag af sedimentet (ned til ca. 2 cm) (Eigaard m.fl. 2016, Noack m.fl. 2019). Udviklingen af nye og lettere bundslæbende redskaber vil mindske påvirkningen, men vil ikke fjerne presset på bundhabitatet fuldstændigt.

Bundfauna- og florasamfund har forskellig følsomhed overfor den fysiske forstyrrelse fra bundslæbende redskaber. Arter, som lever i områder med stor naturlig forstyrrelse fra fx bølger, er generelt mindre følsomme, end arter, som fx lever på dybere vand, hvor bølger ikke mærkes. Generelt er arter, der har lange generationstider og/eller danner biogene habitater, såsom ålegræs, nogle muslingearter og rørboende tanglopper, mest følsomme. Derimod er arter, som har kortere generationstider, som fx nogle fritlevende børsteorme og krebsdyr, mindre følsomme overfor den fysiske forstyrrelse (Kaiser m.fl. 2006, Kaiser og Hiddink 2007, Sciberras m.fl. 2018). Det skyldes både høj dødelighed (59-90 %) efter en trawlpassage og lange generationstider (> 10 år) hos de arter, som danner biogene rev (Kaiser m.fl. 2006, Kaiser og Hiddink 2007, Cook m.fl. 2013, Dinesen og Morton 2014). Særlig når det gælder biogene habitater, tyder flere undersøgelser på, at de største forandringer af havbundens struktur og bundfauna sker under de første 1-3 trawlpassager (Cook m.fl. 2013).

Samlet set viser de internationale studier, at fysisk forstyrrelse af havbunden fra fiskeri med bundslæbende redskaber har en stor negativ effekt på havbundens biodiversitet. Flere studier, som har undersøgt de direkte effekter af bundslæbende redskaber for tabet af bundfauna i danske farvande, understøtter de internationale studier (Dolmer 2002, McLaverty m.fl. 2020, McLaverty m.fl. 2021, Bromhall m.fl. 2022, McLaverty m.fl. 2023, Nielsen m.fl. 2023).



Figur 2: Fire almindeligt anvendte bundslæbende fiskeredskabstyper i Danmark

Andre effekter af bundslæbende redskaber

Fiskeri med bundslæbende redskaber har desuden potentiale til at ændre, fjerne eller ødelægge den komplekse fysiske struktur af bentiske habitater (Figur 2). Dette sker gennem direkte fjernelse af fx havsvampe, muslingebanker og ålegræs og/eller topografiske elementer, fx sanddepressioner og kampesten (Turner m.fl. 1999, Kaiser m.fl. 2002), hvorved skjulesteder, føderessourcer og mange andre økosystemfunktioner går tabt (Kaiser m.fl. 2006). Et studie i Østersøen på ca. 50 m vanddybde har fundet trawlspor der stadigt kan ses efter 8 år (Jakobsson m.fl. 2024) mens et andet studie på 30-40 m vanddybde i Nordsøen kunne observere spor efter bomtrawl i op til 5 måneder (Bruns m.fl. 2020).

Ligesom anden fysisk forstyrrelse af havbunden, vil bundslæbende redskaber medføre en ophvirvling af sediment i vandsøjlen (Jones 1992). Det vil øge vandets iltforbrug, idet sedimenter indeholder iltforbrugende organisk materiale, der bruger ilt når det nedbrydes. Sedimenter indeholder ofte høje koncentrationer af næringsstoffer og let nedbrydeligt organisk stof, som frigives til vandfasen og dermed bidrager til en øget planteplanktonproduktion i vandsøjlen (Breimann m.fl. 2022). Det kan medføre forringede lysforhold i vandet (Neckles m.fl. 2005) og dermed mindre lys til makroalger og ålegræs samt være med til at forstærke iltsvindet, når algerne dør. Derudover kan det ophvirvlede sediment binde sig til pelagiske fiskeæg, som fx torskens, og få æggene til at synke ned i vandsøjlen til zoner, hvor forholdene for æggene er mindre favorable, og dermed mindske reproduktionssuccesraten (Corell m.fl. 2023).

Udover den direkte fysiske påvirkning af bundfauna- og florasamfundet på havbunden, vil der være en forhøjet dødelighed for de bunddyr og fisk, der ender i selve fangstredskabet og derefter enten undslipper gennem netmaskerne, genudsættes (udsmid) fra fiskefartøjet eller landes (Broadhurst m.fl. 2006). Derved påvirkes arts- og størrelsessammensætning, bl.a. for fisk hvor mange arter opholder sig i vandfasen tæt på havbunden. Dette gælder specielt i fiskerier, hvor der anvendes relativt små netmasker, fx fiskerier målrettet krebsdyr såsom jomfruhummer og hesterejer, hvor der er en relativt stor bifangst, hvilket medfører en øget dødelighed, selvom bifangsten genudsættes fra fiskefartøjet (Broadhurst m.fl. 2006). Bunddyr og fisk, der dør eller beskadiges af fiskeredskaber, vil være føderessource for andre fisk og bunddyr og tiltrækker mobile og ådselædende arter, og påvirker derved fødenetstrukturen (Tillin m.fl. 2006).

En ændring i populationsstørrelserne kan skabe en trofisk kaskadeeffekt, som ses gennem hele økosystemet, mens den direkte fysiske forstyrrelse på havbunden gør, at økosystemet mister dets struktur og funktioner, og samtidig bliver mere sårbart overfor andre presfaktorer (Turner m.fl. 1999, Thrush og Dayton 2002, Salomon m.fl. 2010). Når økosystemet først har mistet dets struktur og funktioner, kan det tage lang tid at genoprette naturligt. Afhængigt af hvilke arter der er mistet, deres spredningsmekanisme, afstanden til og tilstanden af donorområder m.m., kan det tage årtier før arterne er genindvandret, og økosystemfunktionerne er tilbage på samme niveau som før den fysiske forstyrrelse. I nogle tilfælde vil ændringerne være irreversible (Lotze m.fl. 2011).

Beskyttede områder som redskab til at forbedre den marine biodiversitet

Beskyttede områder, hvor der er forbud mod brug af bundslæbende redskaber, bliver i stigende omfang betragtet og anvendt som et forvaltningsredskab, der kan beskytte den marine biodiversitet. Udpegning af beskyttede havområder indgår som et væsentligt element i Danmarks Havstrategi og i EU's Biodiversitetsstrategi. Det er Biodiversitetsrådets vurdering, at tilstrækkelig store og funktionel sammenhængende områder, der repræsentativt og komplimentært dækker den brede marine biodiversitet, er et nødvendigt og effektivt redskab til at forbedre den marine biodiversitet i danske farvande, men det kræver, at områderne reelt beskyttes mod de væsentligste presfaktorer, herunder næringsstofforurening og fysisk forstyrrelse af havbunden.

I dag er 31,7 % af Danmarks havareal omfattet af naturbeskyttelsesordninger. Imidlertid er disse havområder ikke tilstrækkeligt beskyttet mod de væsentligste presfaktorer, hvorfor Biodiversitetsrådet vurderer, at områderne ikke bidrager effektivt til beskyttelse og forbedring af den brede marine biodiversitet (Biodiversitetsrådet 2022, 2023).

Biodiversitetsrådet har ikke lavet en vurdering af, om det nuværende netværk af beskyttede havområder er det mest optimale ift. beskyttelse af havnatur og biodiversiteten i danske farvande. Biodiversitetsrådet anbefaler derfor en analyse af, om det eksisterende netværk lever op til kriterier for repræsentativitet, komplementaritet, funktionel sammenhæng og størrelse, som bør opfyldes før netværket effektivt kan bidrage til forbedring af biodiversiteten og realisere det biodiversitetspotentiale, som er i de danske kystvande og åbne farvande.

Referencer

Amoroso, R. O., Pitcher, C. R., Rijnsdorp, A. D., McConnaughey, R. A., Parma, A. M., Suuronen, P., Eigaard, O. R., Bastardie, F., Hintzen, N. T., Althaus, F., Baird, S. J., Black, J., Buhl-Mortensen, L., Campbell, A. B., Catarino, R., Collie, J., Cowan, J. H., Durholtz, D., Engstrom, N., Fairweather, T. P., Fock, H. O., Ford, R., Gálvez, P. A., Gerritsen, H., Góngora, M. E., González, J. A., Hiddink, J. G., Hughes, K. M., Intelmann, S. S., Jenkins, C., Jonsson, P., Kainge, P., Kangas, M., Kathena, J. N., Kavadas, S., Leslie, R. W., Lewis, S. G., Lundy, M., Makin, D., Martin, J., Mazor, T., Gonzalez-Mirelis, G., Newman, S. J., Papadopoulou, N., Posen, P. E., Rochester, W., Russo, T., Sala, A., Semmens, J. M., Silva, C., Tsolos, A., Vanelslander, B., Wakefield, C. B., Wood, B. A., Hilborn, R., Kaiser, M. J. & Jennings, S. 2018. Bottom trawl fishing footprints on the world's continental shelves. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115, s. E10275-E10282.

Biodiversitetsrådet 2022. Fra tab til fremgang - Beskyttet natur i Danmark i et internationalt perspektiv.

Biodiversitetsrådet 2023. Mod robuste økosystemer - anbefalinger til en dansk biodiversitetslov.

Breimann, S. A., O'Neill, F. G., Summerbell, K. & Mayor, D. J. 2022. Quantifying the resuspension of nutrients and sediment by demersal trawling. Continental Shelf Research, 233, s. 104628.

Bremner, J., Rogers, S. I. & Frid, C. L. J. 2006. Methods for describing ecological functioning of marine benthic assemblages using biological traits analysis (BTA). Ecological Indicators, 6, s. 609-622.

Broadhurst, M. K., Suuronen, P. & Hulme, A. 2006. Estimating collateral mortality from towed fishing gear. Fish and Fisheries, 7, s. 180-218.

Bromhall, K., Dinesen, G. E., McLaverty, C., Eigaard, O. R., Petersen, J. K. & Saurel, C. 2022. Experimental Effects of a Lightweight Mussel Dredge on Benthic Fauna in a Eutrophic MPA. Journal of Shellfish Research, 40, s. 519-531.

Bruns, I., Holler, P., Capperucci, R. M., Papenmeier, S. & Bartholomä, A. 2020. Identifying Trawl Marks in North Sea Sediments. Geosciences [Online], 10.

Cook, R., Fariñas-Franco, J. M., Gell, F. R., Holt, R. H. F., Holt, T., Lindenbaum, C., Porter, J. S., Seed, R., Skates, L. R. & Stringell, T. B. 2013. The substantial first impact of bottom fishing on rare biodiversity hotspots: a dilemma for evidence-based conservation. PloS one, 8, s. e69904.

Corell, H., Bradshaw, C. & Sköld, M. 2023. Sediment suspended by bottom trawling can reduce reproductive success in a broadcast spawning fish. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 282, s. 108232.

Dinesen, G. E. & Morton, B. 2014. Review of the functional morphology, biology and perturbation impacts on the boreal, habitat-forming horse mussel Modiolus modiolus (Bivalvia: Mytilidae: Modiolinae). Marine Biology Research, 10, s. 845-870.

Dolmer, P. 2002. Mussel dredging: impact on epifauna in Limfjorden, Denmark. Journal of Shellfish Research, 21, s. 529-538.

Eigaard, O. R., Bastardie, F., Breen, M., Dinesen, G. E., Hintzen, N. T., Laffargue, P., Mortensen, L. O., Nielsen, J. R., Nilsson, H. C., O'Neill, F. G., Polet, H., Reid, D. G., Sala, A., Sköld, M., Smith, C., Sørensen, T. K., Tully, O., Zengin, M. & 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, s. i27-i43.

Eigaard, O. R., Bastardie, F., Hintzen, N. T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., Dinesen, G. E., Egekvist, J., Fock, H. O., Geitner, K., Gerritsen, H. D., González, M. M., Jonsson, P., Kavadas, S., Laffargue, P., Lundy, M., Gonzalez-Mirelis, G., Nielsen, J. R., Papadopoulou, N., Posen, P. E., Pulcinella, J., Russo, T., Sala, A., Silva, C., Smith, C. J., Vanelslander, B. & Rijnsdorp, A. D. 2017. The footprint of bottom trawling in European waters: distribution, intensity, and seabed integrity. ICES Journal of Marine Science, 74, s. 847-865.

Hall, K., Paramour, O. A. L., Robinson, L. A., Winrow-Giffin, A., Frid, C. L. J., Eno, N. C., Dernie, K. M., Sharp, R. A. M., Vvyn, G. C. & Ramsay, K. 2008. Mapping the sensitivity of benthic habitats to fishing in Welsh waters-development of a protocol. CCW (Policy Research) Report, s. 85.

Hiddink, J. G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C. L., Hughes, K. M., Ellis, N., Rijnsdorp, A. D., McConnaughey, R. A., Mazor, T., Hilborn, R., Collie, J. S., Pitcher, C. R., Amoroso, R. O., Parma, A. M., Suuronen, P. & Kaiser, M. J. 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114, s. 8301-8306.

Hinz, H., Prieto, V. & Kaiser, M. J. 2009. Trawl disturbance on benthic communities: chronic effects and experimental predictions. Ecological Applications, 19, s. 761-773.

Jakobsson, M., O'Regan, M., Sköld, M., Jonsson, P. & Bradshaw, C. 2024. The influence of seabed geology on the nature and preservation of bottom trawl marks in the Bornholm Basin, southern Baltic Sea. Continental Shelf Research, 279, s. 105297.

Jones, J. B. 1992. Environmental impact of trawling on the seabed: A review. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 26, s. 59-67.

Kaiser, M. J., Clarke, K. R., Hinz, H., Austen, M. C. V., Somerfield, P. J. & Karakassis, I. 2006. Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. Marine Ecology Progress Series, 311, s. 1-14.

Kaiser, M. J., Collie, J. S., Hall, S. J., Jennings, S. & Poiner, I. R. 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. Fish and Fisheries, 3, s. 114-136.

Kaiser, M. J. & Hiddink, J. G. 2007. Food subsidies from fisheries to continental shelf benthic scavengers. Marine Ecology Progress Series, 350, s. 267-276.

Lotze, H. K., Coll, M., Magera, A. M., Ward-Paige, C. & Airoldi, L. 2011. Recovery of marine animal populations and ecosystems. Trends in Ecology & Evolution, 26, s. 595-605.

Macdonald, D. S., Little, M., Eno, N. C. & Hiscock, K. 1996. Disturbance of benthic species by fishing activities: a sensitivity index. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 6, s. 257-268.

McLaverty, C., Dinesen, G. E., Gislason, H., Brooks, M. E. & Eigaard, O. R. 2021. Biological traits of benthic macrofauna show size-based differences in response to bottom trawling intensity. Marine Ecology Progress Series, 671, s. 1-19.

McLaverty, C., Eigaard, O. R., Gislason, H., Bastardie, F., Brooks, M. E., Jonsson, P., Lehmann, A. & Dinesen, G. E. 2020. Using large benthic macrofauna to refine and improve ecological indicators of bottom trawling disturbance. Ecological Indicators, 110, s. 105811.

McLaverty, C., Eigaard, O. R., Olsen, J., Brooks, M. E., Petersen, J. K., Erichsen, A. C., van der Reijden, K. & Dinesen, G. E. 2023. European coastal monitoring programmes may fail to identify impacts on benthic macrofauna caused by bottom trawling. Journal of Environmental Management, 334, s. 117510.

Neckles, H. A., Short, F. T., Barker, S. & S. Kopp, B. 2005. Disturbance of eelgrass Zostera marina by commercial mussel Mytilus edulis harvesting in Maine: dragging impacts and habitat recovery. Marine Ecology Progress Series, 285, s. 57-73.

Nielsen, J. R., Vastenhoud, B. M. J., Bossier, S., Møhlenberg, F., Christensen, A., Diekman, R., Dinesen, G. E., Eigaard, O. R., Gogina, M., Zettler, M. L., Darr, A. & Bastardie, F. 2023. Impacts of habitat-specific benthic fishing compared to those of short-term induced variability by environmental drivers in a turbulent Baltic Sea environment. Fisheries Research, 257, s. 106514.

Noack, T., Stepputtis, D., Madsen, N., Wieland, K., Haase, S. & Krag, L. A. 2019. Gear performance and catch process of a commercial Danish anchor seine. Fisheries Research, 211, s. 204-211.

Salomon, A. K., Gaichas, S. K., Shears, N. T., Smith, J. E., Madin, E. M. P. & Gaines, S. D. 2010. Key Features and Context-Dependence of Fishery-Induced Trophic Cascades. Conservation Biology, 24, s. 382-394.

Sciberras, M., Hiddink, J. G., Jennings, S., Szostek, C. L., Hughes, K. M., Kneafsey, B., Clarke, L. J., Ellis, N., Rijnsdorp, A. D. & McConnaughey, R. A. 2018. Response of benthic fauna to experimental bottom fishing: A global meta-analysis. Fish and Fisheries, 19, s. 698-715.

Thrush, S. F. & Dayton, P. K. 2002. Disturbance to Marine Benthic Habitats by Trawling and Dredging: Implications for Marine Biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 33, s. 449-473.

Tillin, H. M., Hiddink, J. G., Jennings, S. & Kaiser, M. J. 2006. Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale. Marine Ecology Progress Series, 318, s. 31-45.

Tulp, I., Glorius, S., Rippen, A., Looije, D. & Craeymeersch, J. 2020. Dose-response relationship between shrimp trawl fishery and the macrobenthic fauna community in the coastal zone and Wadden Sea. Journal of Sea Research, 156, s. 101829.

Turner, S. J., Thrush, S. F., Hewitt, J. E., Cummings, V. J. & Funnell, G. 1999. Fishing impacts and the degradation or loss of habitat structure. Fisheries Management and Ecology, 6, s. 401-420.

van der Reijden, K. J. & Eigaard, O. R. 2023. The seafloor footprint of Danish fishing [Online]. Technical University of Denmark. Tilgængelig her: https://ono.dtuaqua.dk/DDFAM/ [Tilgået 23-09-2024].

Liste over billeder

Billeder
Side 5: NatureEyes/ Kim Aaen
Side 6: Niels Madsen
Slide 10: Freepik.com/ Mateus Andre
Side 11: Unsplash/ Phil Botha

ISBN: 978-87-974319-55