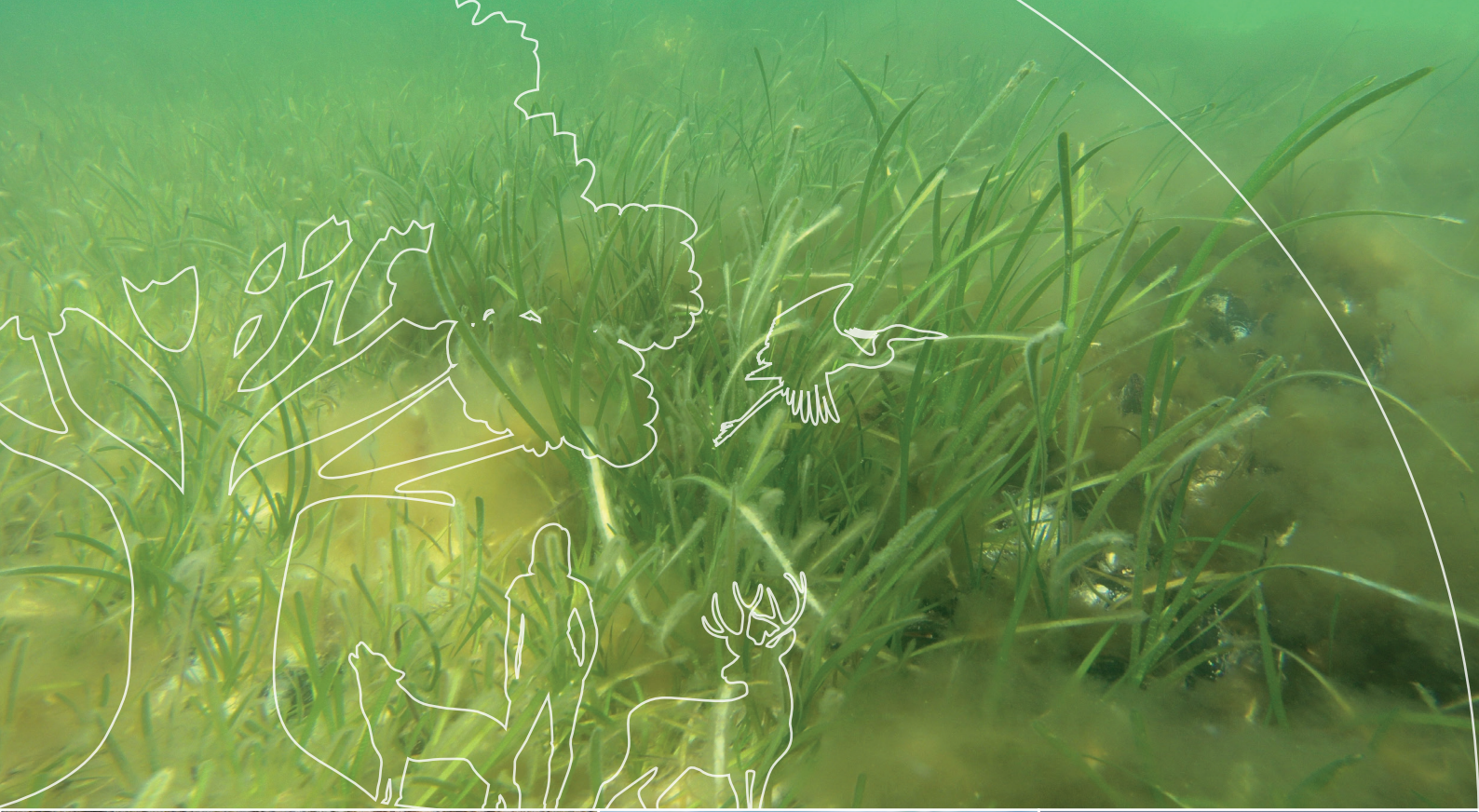


GENOPRETNING AF MARIN BIODIVERSITET OG BÆREDYGTIG ANVENDELSE AF HAVETS RESURSER

EKSPERTUDTALELSE

IPBES I DANMARK
PLATFORMEN FOR BIODIVERSITET, NATUR OG ØKOSYSTEMTJENESTER

GENOPRETNING AF MARIN BIODIVERSITET OG BÆREDYGTIG ANVENDELSE AF HAVETS RESURSER

Ekspertudtalelse

Forfattere
Jørgen Bendtsen, Paula Canal-Vergés, Lars Dinesen, Jørgen L. S. Hansen, Marianne Holmer, Brooks Kaiser, Dennis Lisbjerg, Brian R. MacKenzie, Stiig Markager, Therese Nissen, Ib Krag Petersen, Jens Kjerulf Petersen, Katherine Richardson, Eva Roth, Josianne Gatt Støttrup, Peter A.U. Stæhr, Jon C. Svendsen, Thomas Kirk Sørensen, Mary S. Wisz.

For yderligere information kontakt venligst
Det danske IPBES-kontor, Universitetsparken 15, 2100 København Ø. E-mail: lars.dinesen@sund.ku.dk, Telefon: 93509570.

Bedes citeret
Dinesen L, Bendtsen J, Canal-Verges P, Hansen JLS, Holmer M, Kaiser B, Lisbjerg D, MacKenzie BR, Markager S, Nissen T, Petersen IK, Petersen JK, Richardson K, Roth E, Støttrup JG, Stæhr PAU, Svendsen JC, Sørensen TK, Wisz MS. 2021. Genopretning af marin biodiversitet og bæredygtig anvendelse af havets resurser. Det danske IPBES samarbejde. Grafisk Værksted, Silkeborg.

Forsidefotos
Peter A.U. Stæhr, Dennis Lisbjerg, Lars Dinesen, Jan Skriver

Fotos
Theis Kragh (s.4), Karsten Dahl (s. 7); Jan Skriver (s. 9, 5, 14, 27); Peter A.U. Stæhr (s. 10); Ib Krag Petersen (s. 16); Jon S. Svendsen (s. 16); Lars Dinesen (s. 18); Dennis Lisjerg (s. 21, 24); Bo Mammen Kruse (s. 22); Troels Lange (s. 22); Viggo Lind (s. 25)

Grafisk design
Tinna Christensen, Grafisk Værksted, Aarhus Universitet, Silkeborg

Copyright @ maj, 2021. Det danske IPBES-kontor.

Forord
Nærværende rapport udspringer af et symposium i Mærsk Tårnet på Københavns Universitet med titlen "Biodiversitet og klima et globalt-lokalt perspektiv". Symposiet var arrangeret af det danske IPBES-kontor og finansieret af 15. Juni Fonden. Formålet var at opsamle dansk viden og debattere handlemuligheder og barrierer. Efter symposiet blev det bestemt at fokusere på havets biodiversitet, hvilket komplementerer den første ekspertudtalelse "Genopretning af biodiversitet", der havde fokus på land. Ekspertudtalelsen blev formet til en workshop i november 2020, hvor et bredt panel af eksperter var inviteret, og som havde til formål at samle op på erfaringer og viden om biodiversitet i de danske kyst- og havområder. Fokus i udtalelsen er navnlig at anvise handlemuligheder. Nærværende rapport er baseret på videnskabelig konsensus hos eksperterne. Det danske IPBES-kontor er også vært for symposier, som omhandler andre temaer. Målgruppen for denne rapport er offentlige og private beslutningstagere samt relevante medier.

Rapporten kan downloades i en PDF-udgave fra det danske IPBES-kontors hjemmeside www.ipbes.dk

15. Juni Fonden

Forfatternes adresser:
Jørgen Bendtsen, Kontorleder og Seniorforsker, NIVA Danmark, Njalsgade 76, 2300 København S. | Paula Canal-Vergés, Adjunkt, Biologisk Institut, Syddansk Universitet, Campusvej 55, 5230 Odense M. | Lars Dinesen, Seniorrådgiver, det danske IPBES-kontor, Universitetsparken 15, 2100 København Ø. | Jørgen L.S. Hansen, Seniorforsker, Institut for Bioscience - Marin biodiversitet og eksperimentel økologi, Aarhus Universitet, Frederiksborgvej 399, 4000 Roskilde | Marianne Holmer, Dekan og Direktør, Dekanat og Danish Institute for Advanced Study, Syddansk Universitet, Campusvej 55, 5230 Odense M. | Brooks Kaiser, Professor, The Management and Economics of Resources and Environment (MERE) Research Group, Institut for Sociologi, Miljø- og Erhvervsøkonomi, Syddansk Universitet, Degnevej 14, 6705 Esbjerg Ø | Dennis Lisbjerg, Head of Section, National Institute of Aquatic Resources, Section for Maritime Service, Danmarks Tekniske Universitet, Kemitorvet 202, 2800 Kgs. Lyngby | Brian R. MacKenzie, Professor, National Institute of Aquatic Resources, Section for Oceans and Arctic, Danmarks Tekniske Universitet, Kemitorvet 201, 262, 2800 Kgs. Lyngby | Stiig Markager, Professor, Institut for Bioscience - Marin biodiversitet og eksperimentel økologi og Arctic Research Centre, Aarhus Universitet, Frederiksborgvej 399, 4000 Roskilde | Therese Nissen, Natur- og miljøpolitisk rådgiver, Danmarks Naturfredningsforening, Masnedøgade 20, 2100 København Ø. | Ib Krag Petersen, Seniorrådgiver, Institut for Biosience - Faunaøkologi, Aarhus Universitet, Grenåvej 14, 8410 Rønde | Jens Kjerulf Petersen, Professor, National Institute of Aquatic Resources, Section for Coastal Ecology, Danmarks Tekniske Universitet, Øroddevej 80, 3, 22, 7900 Nykøbing Mors | Katherine Richardson, Professor, Center for Macroecology, Evolution og Climate, Københavns Universitet, Universitetsparken 15, 2100 København Ø. | Eva Roth, Lektor, The Management and Economics of Resources and Environment (MERE) Research Group, Institut for Sociologi, Miljø- og Erhvervsøkonomi, Syddansk Universitet, Degnevej 14, 6705 Esbjerg Ø | Josianne Gatt Støttrup, Senior Researcher, National Institute of Aquatic Resources, Section for Ecosystem based Marine Management, Danmarks Tekniske Universitet, Kemitorvet 201, 064, 2800 Kgs. Lyngby | Peter A.U. Stæhr, Professor, Institut for Bioscience – Marin biodiversitet og eksperimentel økologi, Aarhus Universitet, Frederiksborgvej 399, 4000 Roskilde | Jon C. Svendsen, Senior Researcher, National Institute of Aquatic Resources, Section for Coastal Ecology, Danmarks Tekniske Universitet, Kemitorvet 202, 2038B, 2800 Kgs. Lyngby | Thomas Kirk Sørensen, Sektionsleder, Oceans and Wildlife, WWF Verdensnaturfonden, Svanevej 12, 2400 København NV | Mary S. Wisz, Professor, Marine Science, World Maritime University, Fiskehamnsgatan 1, 211 18 Malmö

INDHOLD

side 4
INDLEDNING

side 6
AFKLARING AF BEGREBER

side 8
STATUS FOR HAVETS BIODIVERSITET OG RESURSER

side 12
HOVEDTRUSLER

side 16
HANDLEMULIGHEDER

1. Behov for omstilling til en økosystem-baseret forvaltning af havet
2. Områder med fuld beskyttelse af al biodiversitet
3. Aktiv genopretning af biodiversitet og økosystemtjenester
4. Reduktion af næringsstoffer og miljøfremmede stoffer samt plast
5. Bedre baseline og overvågning

side 28
REFERENCER

INDLEDNING

Rapporter fra flere globale miljøinstitutioner, herunder den internationale science-policy platform om biodiversitet og økosystemtjenester (herefter IPBES), understreger behovet for genopretning af økosystemer (1,2). Den seneste globale IPBES-rapport fra maj 2019 peger således på, at forringelser af økosystemer på land og i havet underminerer livsgrundlaget for 3,2 milliarder mennesker. Genopretning bliver fremhævet som en af de vigtigste handlemuligheder for effektivt at begrænse tabet af biodiversitet og forbedre livsgrundlaget for os mennesker ved at imødegå forringelser for en række økosystemtjenester. Det nuværende årti 2021-2030 er af UNEP udpeget til årtiet for genopretning med det formål at genetablere ødelagte eller forarmede økosystemer verden over.

IPBES rapporterne dokumenterer, at biodiversitetskrisen er en altomfattende og global udfordring, og at krisen er på linje med klimakrisen. De tiltagende klimaændringer er ligeledes en af hovedårsagerne til tab af biodiversitet (2). Der er af hensyn til begge kriser behov for, at der beskyttes og genetableres velfungerende og uforstyrrede økosystemer. Der bør derfor ske en national udmøntning af resultaterne fra de internationale aftaler baseret på den bedst tilgængelige viden.

Danmark og de øvrige EU lande har tiltrådt EU's vision for biodiversitet 2050:

> *I 2050 er EU's biodiversitet og de tilhørende økosystemtjenester — EU's naturkapital — beskyttet, værdsat og passende retableret på grund af deres iboende værdi og deres væsentlige bidrag til menneskers trivsel og den økonomiske velstand og for at undgå de katastrofale ændringer, der forårsages af biodiversitetstab".*

EU's biodiversitetsstrategi frem mod 2030 angiver en ny retning for Europa, der bl.a. bygger på IPBES resultater. EU strategien indeholder konkrete målsætninger for det kommende tiår. Således bør fx 30 % af EU's havområder ifølge strategien beskyttes, heraf bør 10 % være strengt beskyttet (3). Mindre end 1 % af havarealet i EU er strengt beskyttet i dag.

EU Kommissionen (3) siger om havområderne: *"… genopretning af de marine økosystemers gode miljøtilstand, bl.a. ved etablering af strengt beskyttede områder, skal omfatte kulstofrige økosystemer samt vigtige gyde- og opvækstområder. Nogle af de måder, vi i dag anvender havene på, bringer fødevaresikkerheden, fiskernes levebrød og fiske- og skaldyrssektoren i fare. Havets ressourcer skal høstes på en bæredygtig måde, og der skal være nultolerance over for ulovlig praksis. I den forbindelse er en fuldstændig gennemførelse af EU's fælles fiskeripolitik, havstrategidirektivet, vandrammedirektivet og fugle- og habitatdirektiverne helt afgørende."*

EU's Biodiversitetsstrategi kalder på, at en økosystembaseret forvaltningstilgang bliver reflekteret i ny lovgivning med henblik på at reducere negative indvirkninger af fiskeri, udvindingsaktiviteter og andre menneskelige aktiviteter og inklusion af alle maritime sektorer. Særskilt fokus er på bundslæbende fiskeredskaber, fordi det er en aktivitet, der skader havbunden og dermed er afgørende for økosystemet. Der søges omstilling til selektive og mindre skadelige metoder (3).

Sunde fiskebestande er afgørende for et bæredygtigt fiskeri, havenes sundhed og biodiversiteten. Det anslås af EU Kommissionen (3), at genopretning, beskyttelse og bæredygtig udnyttelse af fiskebestandene kan øge fortjenesten i fiskeindustrien med et betragteligt beløb årligt. En fuld gennemførsel og håndhævelse af EU's miljølovgivning er kernen i strategien. Kommissionens leder Ursula von der Leyen har sat sig i spidsen bl.a. med følgende udtalelse: *"At gøre naturen sund igen er afgørende for vores fysiske og psykiske trivsel, og en sund natur er en forbundsfælle i kampen mod klimaforandringer og sygdomsudbrud. Det er en central del af vores vækststrategi – den europæiske grønne pagt – og indgår også i den europæiske genopretning, der giver mere tilbage til vores jord, end den tager."*

Havet omkring Danmark, med dets mange levesteder på havbunden og i de frie vandmasser, er under hastig forandring navnlig på grund af fiskeri, fysisk forstyrrelse af havbunden, klimaforandringer og negative effekter af næringsstofberigelse. Samtidig er arealet af lavvandede områder (pga. landindvindinger og opfiskning af rev) blevet væsentligt reduceret i løbet af de sidste ca. 100 år, hvilket mindsker arealet dækket med bundplanter og produktion af føde. Denne ekspertudtalelse beskriver disse trusler, og hvilke muligheder vi har for at imødegå dem.

AFKLARING AF BEGREBER

Beskyttede områder. Beskyttede områder er udlagt for at sikre biodiversitet og tilhørende økosystemtjenester og inkluderer i udgangspunktet Natura 2000-områder, *hvis* de sikrer de levesteder, den biodiversitet og de processer, der er knyttet til selve området. Strengt beskyttede områder kan forventes at have en positiv afsmittende effekt på biodiversitet også over et større område uden for de egentlige beskyttede områder. Det sker f.eks., når der spredes æg og larveplankton ud fra området, der efterfølgende koloniserer større omkringliggende områder.

Biodiversitet. Biodiversitet kan defineres som den totale diversitet af gener, arter og økosystemer i et givent område. IPBES definerer biodiversitet som variationen af levende organismer fra alle kilder og de økologiske systemer, de er en del af. Det inkluderer en række forskellige herunder genetiske og funktionelle egenskaber, samt ændringer i hyppighed og udbredelse over tid og rum indenfor og mellem arter, biologiske samfund og økosystemer. I denne udtalelse har vi fokus på de hjemmehørende økosystemer i havet og tilhørende økologiske funktioner og processer.

Bæredygtig udnyttelse. Ved bæredygtig udnyttelse forstås, at man høster af resurserne uden at ødelægge naturkapitalen, således at der ikke tages mere end der produceres eller at fx evnen til at producere lider skade. Er naturkapitalen i udgangspunktet reduceret, må der ske en genopretning, før høsten af resurser kan anses for at være bæredygtig.

Genopretning. Mens der på dansk er tradition for at anvende betegnelsen naturgenopretning, bruger man på engelsk 'ecosystem restoration' (4) eller 'ecological restoration (5). Sidstnævnte defineres som: "The process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged or destroyed" (6). Genopretning af biodiversitet anvendes i denne udtalelse med henblik på at genetablere de naturlige funktioner og processer og dermed fremme selvregulerende økosystemer (for en tilsvarende ekspertudtalelse på land se 7).

Klimaregulering. Havet udveksler klimagasser med atmosfæren. CO_2 er den vigtigste, men lattergas (N_2O) og metan (CH_4) spiller også en rolle. Den relevante tidsskala for havets optag af klimagasser er årtier til århundrede. Her og nu er det primært evnen hos havets planter til at optage CO_2 fra havvandet og lagre det som organisk bundet kulstof bl.a. i form af plantemateriale i mudderet på havbunden, som er vigtig. Derved kan havet optage mere CO_2 fra luften. Det sker primært ved planteplankton, men også bundplanter spiller en rolle. I vandsøjlen og i havbunden omsættes langt det meste af den nyligt producerede plantebiomasse, men en lille rest bliver tilbage og lagres som organisk bunden kulstof især under iltfrie forhold i havbunden. En uforstyrret havbund er afgørende for, at havet kan lagre organisk bundet kulstof, men også organisk bunden kvælstof (8,9).

Økosystemer. Økosystem er betegnelsen for et samfund af levende organismer, deres vekselvirkning samt de fysisk-kemiske faktorer, der udgør rammerne for økosystemet og omfatter fx temperatur, næringsstoffer, solindstråling og havbund. De levende (biotiske) og de ikke-levende (abiotiske) bestanddele i økosystemet er knyttet sammen gennem næringsstofkredsløb og energistrømme.

Økosystemtjenester. De goder, vi får fra økosystemerne, opdeles ofte i støttende (supporting), regulerende (regulating), forsynende (provisioning) og kulturelle tjenester. Denne klassifikation er dog ændret i IPBES af "nature's contributions to people", der bl.a. skelner mellem materielle (fx fødevarer) og ikke-materielle (fx rekreation) bidrag. IPBES anerkender, at mange tjenester passer til flere end én kategori, og at forskellige kulturer verden over værdisætter naturens ydelser forskelligt. Særligt væsentlige økosystemtjenester i havet er, ud over fiskeri, fx havets evne til at lagre kulstof og optage kvælstof og fosfor.

STATUS FOR HAVETS BIODIVERSITET OG RESURSER

Igennem en årrække er der set tilbagegang for en række biologiske indikatorer i danske farvande heriblandt dækningsgrader af ålegræs og makroalger. En del indikatorer reagerede positivt på de reduktioner i tilførslerne af næringsstoffer, som skete fra midt 1990'erne til omkring 2010. Siden omkring 2010 er tilførslerne af kvælstof steget, og udviklingen er negativ for en række indikatorer for eutrofiering. Tilstanden i havet lever fortsat ikke op til definitionen på god økologisk tilstand, hvilket har negative effekter for biodiversiteten (10) og for havets evne til at moderere klimaeffekter samt levere fødevarer som fisk og skaldyr.
De danske kystvande er opdelt i 119 kystvandområder. I 2016 havde blot to af disse god økologisk tilstand vurderet på baggrund af klorofyl, ålegræs og bundfauna (11). NOVANA-rapporten for 2019 (12) konkluderede derfor: "*De senere års udvikling har vist, at de danske farvande fortsat er meget sårbare over for påvirkninger og endnu er langt fra målet om en stabil god miljøtilstand*" (10). Tilførsler af især kvælstof er langt den vigtigste negative påvirkning, men klimaændringer og fiskeri og dernæst invasive arter har også betydning (13). Den seneste analyse fra december 2019 viser, at udledningerne af kvælstof skal reduceres med omkring 40% for at opnå målsætningen om 'god økologisk tilstand' (14). Der er således tale om et markant behov for at reducere udledningen af især kvælstof, men også fosfor til de marine økosystemer.

Miljøtilstanden for eutrofiering (fra næringsstoffer) vurderes at være god i de åbne danske havområder i Nordsøen og Skagerrak, men i kystnære områder er der som følge af ovennævnte forhold ikke opnået god miljøtilstand (10). Denne vurdering er i tråd med vurderingen fra OSPAR (15), der bl.a. udtrykker bekymring om tilstanden i den sydøstlige kystnære del af Nordsøen. Den relativt positive status for den åbne del af Nordsøen er i kontrast til Østersøen, hvor der er massive problemer med eutrofiering og resulterende iltsvind.

Den seneste statusvurdering for de marine naturtyper under Habitatdirektivet viser, at blot én naturtype, *havgrotter*, er i gunstig bevaringsstatus, de resterende syv vurderes i stærkt ugunstig status: *Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand; Mudder- og sandflader blottet ved ebbe; Kystlaguner og strandsøer; Flodmundinger; Større lavvandede bugter og vige; Rev; Undersøiske formationer forårsaget af udstrømmende gas*. Naturtypen *Havgrotter* er endnu ikke fuldt kortlagt, og vurdering bygger på mangelfulde data. En gennemgang af nogle nøgleparametre giver følgende status:

Iltsvind. De danske kystområder og fjorde er udfordret af store, kritiske iltsvindsområder. Den seneste danske rapportering viser, at iltsvindets udbredelse og intensitet i 2020 dækkede et areal på 4.400 km^2, heraf var knap 30 % påvirket af kraftigt iltsvind (16). Iltsvind er en konsekvens af eutrofiering.

Ålegræs. Tidligere fandtes ålegræsbestande i de åbne kystområder ned til 8,5-10,4 m (bemærk dog at det er før ålegræssygen i 1930erne) og ned til 3,9-10,1 m i fjordområder (17). Dybdeudbredelsen er i dag stærkt reduceret, og ålegræssets positive udvikling gennem de seneste godt ti år er stagneret både ift. dybdeudbredelse og dækningsgrad. Overvågning 1989-2018 viser, at ålegræsset dækker en mindre del af bunden i de undersøgte transekter end for 100 år siden, hvilket har negative effekter for fugleliv, fisk og havets evne til at lagre kulstof.

Makroalger (tang). Dækningsgraden i kystvande og yderfjorde er steget i løbet af de seneste ti år, mens udviklingen er stagneret i indre fjorde inklusive Limfjorden og på stenrev (10).

Havbunden. En stor del af den danske havbund er fysisk stærkt forstyrret af fiskeri med bundtrawl, klapning, havbrug og søkabler. Forstyrrelsesraten af havbund er angivet til 85 % i Nordsøen og 67 % i Østersøen (11), navnlig forårsaget af bundslæbende fiskeriredskaber. Bundslæbende fiskeriredskaber anvendes ikke i Øresund. Et studie i 2010-2012 angav, at 59% af Nordsøens havbund var påvirket af trawl (18), tilsvarende tal for bundtrawl i Skagerrak var 60 % og den vestlige Østersø 41 % (19).

Fiskebestande. Mange udnyttede fiskebestande i danske farvande har været eller er overudnyttede, selvom bestandsstørrelserne af flere kommercielt udnyttede bestande ikke i dag er truet. Samlet set vurderes miljøtilstanden af erhvervsmæssigt udnyttede bestande som "ikke god" (10,11,12).

Dette afspejles i negative ændringer i fiskebestandene i mange havområder. Fx i områder som Lillebælt og Storebælt er forekomsten af torsk kraftigt reduceret sammenlignet med for 30 år siden. I Limfjorden faldt forekomsten af bundnære fisk med over 95 % fra 1980erne til perioden efter 1993. For bundnære fisk ved kysterne er der kun registreret god tilstand for nogle enkelte arter i nogle enkelte områder som f. eks. skrubbe i Roskilde Fjord og Isefjord samt for ålekvabbe i Skive Fjord og Lovns Bredning (20). Både skrubbe og ålekvabbe fungerer som indikatorarter. I de øvrige områder er forekomsterne af kystnære fisk enten faldende eller stabile (20).

Bundfauna. I Nordsøen og Skagerrak er bundfaunaens tilstand generelt dårligere end i de indre danske farvande, men langtidsudviklingen er ukendt (10).

Marine pattedyr. Det vurderes, at bestanden af spættet sæl nærmer sig miljøets bæreevne. Der er fremgang i bestandene af gråsæl, men der er stadig kun meget få ynglende gråsæler i Danmark. Bestanden af marsvin i Nordsøen er i gunstig bevaringsstatus, og bestanden i Bælthavet er stabil, men Østersøbestanden er stærkt truet (10).

Miljøfremmede stoffer. Ifølge EEA rapporten "Contaminants in Europe's Seas" er der store udfordringer med miljøfremmede stoffer i Europæiske herunder danske farvande (21). Koncentrationen af tungmetaller i muslinger og fisk var i flere tilfælde over miljøkvalitetskravene men under grænse-

værdierne for fødevarer i 2019. Niveauet af TBT og tjærestoffer lå ligeledes generelt over baggrundsværdierne og i nogle tilfælde over miljøkvalitetskravene. I nogle kystnære områder var der tegn på påvirkninger af miljøfarlige stoffer i ålekvabber, mens det ikke var tilfældet for muslinger (10).

Plastforurening. Ved indtagelse af store mængder kan plast være skadeligt for havets organismer. Det er stadig uvist, hvor skadeligt mikroplast eller plast er i begrænsede mængder. Antagelig er der i dag ikke mikroplast i koncentrationer, som giver negative effekter. Der er således ikke fundet koncentrationer af mikroplast i danske sedimenter, der giver anledning til fysiologisk respons hos marine organismer (22). Derimod viser et studie, at 95 % af de strandede undersøgte mallemukker i Danmark i 2012-2016 havde plastikaffald i maven (11).

Forsuring. En direkte effekt af havets CO_2 optag er en lavere pH-værdi og dermed en ændring i havets kemi, således at der sker en forsuring af overfladevandet. Det betyder ikke, at havvandet bliver så surt, at det bliver ætsende for organismer som dig og mig, men det kan have stor betydning for især organismer, der danner kalk som fx koraller, muslinger, langhalse og snegle, i det kalk opløses, når vandet forsures. Analyser af Østersøens pH-værdi viser fx, at den er blevet lavere i de sidste 50 år, og at forsuringen vil fortsætte med et yderligere fald på ~0.3 frem mod år 2100 (23).

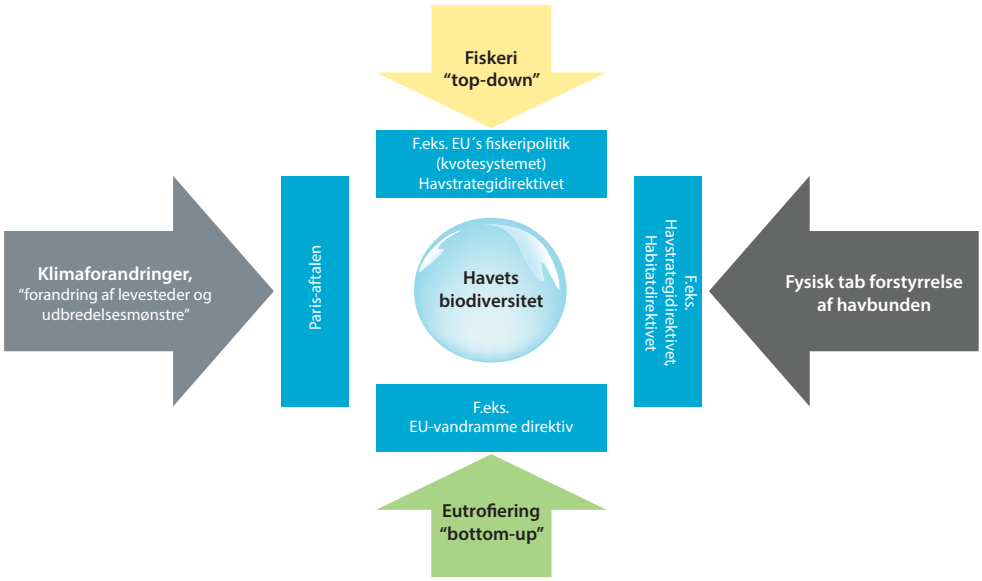
Stenrev. Tidligere tiders stenfiskeri menes i perioden 1950-2000 at have fjernet op mod 55 km^2 blotlagt stenoverflade fra stenrev i kystnære danske farvande og alene fjernet 8,3 mio. m^3 sten i perioden 1900-1999 (24,25). Stenrev er helt centrale for biodiversiteten på lavt vand.

HOVEDTRUSLER

Biodiversiteten i havets fødenet er under pres. Det starter helt fra bunden af fødenettet, hvor berigelse med næringsstoffer stimulerer planktonets vækst, forringer vandkvaliteten og begrænser udbredelsen af havbundens planter. Stimuleringen af planteplanktonets vækst giver mere organisk materiale, som ophobes over årtier. Det organiske stof findes både på havbunden som mudder og opløst i vandet. I vandet forøger det lyssvækkelsen, så havet bliver mere lysfattigt. På bunden betyder det tab af ålegræs og makroalger, og at faunaen reduceres drastisk samt lysets nedtrængning ændres, hvilket betyder reduceret lys for plankton og dermed også reduceret iltproduktion i den nedre del af vandsøjlen (26,27). En højere lyssvækkelse betyder også forringede vilkår for nogle af de større fisk, der anvender synet til fødesøgning. Fra toppen af fødekæderne er biodiversiteten påvirket af omfattende fiskeri, der ændrer artssammensætning og størrelsesfordeling af især rovfisk.

Betydningen af de dominerende presfaktorer
Næringsstoffer, klimabetingede ændringer, fiskeri og fysiske forstyrrelser af havbunden varierer i forhold til levesteder, artssammensætning og fødekædestruktur (13). Nogle af disse presfaktorer vekselvirker og forstærker hinanden, og det øger det samlede pres på biodiversiteten uforholdsmæssigt meget.

Ålegræsengene vil fx kunne brede sig til større vanddybder, hvis vandkvaliteten forbedres, men det kræver samtidigt, at der ikke er væsentlig fysisk forstyrrelse i det nye udbredelsesområde i form af fx fiskeri med redskaber, der ødelægger havbunden samt at havtemperaturen ikke stiger i medfør af klimaændringer (28).

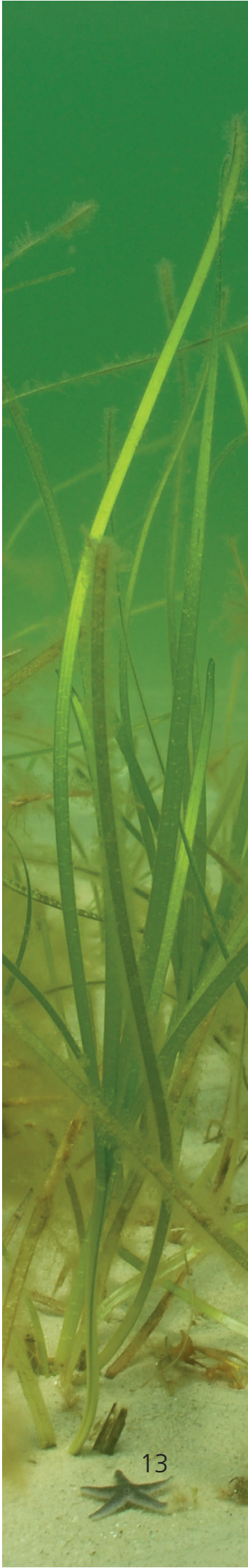


Figur 1. Fire dominerede trusler for biodiversiteten i de danske farvande. Fra toppen er det marine fødenet påvirket af fiskeri, som fortrinsvis fjerner rovfisk, og dermed ændrer balancerne længere nede i fødenettet. Eutrofiering påvirker især bunden af fødekæden og påvirker vandkvalitet og udbredelsen af vegetationsbælterne og hele økosystemets artssammensætning og struktur. Fysisk forstyrrelse af havbunden skader direkte dyr og planter, men havbunden som levested skades også ved at fjerne den rumlige variation. Klimaforandringer påvirker udbredelsesmønstre og forstærker den negative effekt af de andre trusler. I de blå firkanter er indsat eksempler på internationale aftaler, direktiver og konventioner, der er under implementering i Danmark, og som skal danne grundlaget for at imødegå de enkelte trusler.

Et andet eksempel er, at fisk kan opsøge køligt bundvand, hvis overfladevandet på grund af klimaforandringer bliver for varmt. Men næringsstofudledninger gør ofte det kølige bundvand ubeboeligt for fisk, fordi næringsstofudledningerne giver iltsvind i bundvandet.

Biodiversiteten i de danske farvande er kun i ringe til nogen grad formelt beskyttet, selvom ca. 18 % af havarealet er udlagt til Natura 2000-område (29). Kun nogle få procent har forbud mod anvendelse af bundslæbende redskaber, og en brøkdel af disse er udlagt som "no-take zone". En nylig vurdering viser, at kun 4,8 % af Danmarks samlede havareal er beskyttet i henhold til standard kriterier fra den internationale naturbeskyttelsesorganisation IUCN (30). Ud over konventionsbundne målsætninger om at stoppe tilbagegang i biodiversitet har Danmark tiltrådt EU-direktiver og regionale aftaler, der skal tilvejebringe objektive mål, tålegrænser og tiltag, der imødegår de afgørende presfaktorer (se Fig. 1). Med de foreslåede havplaner 2021 rådes der desværre ikke bod på dette misforhold. Herunder en uddybning af udvalgte trusler.

Tilførsel af næringsstoffer udgør den største trussel for det kystnære danske havmiljø. Konsekvenserne heraf er en øget primærproduktion, uklart vand, tab af bundvegetation og iltsvind, og dertil en negativ effekt på den marine biodiversitet. Den øgede primærproduktion fører til øget organisk materiale, som ved nedbrydning kræver ilt, samtidig med at iltproduktionen mindskes i de nedre vandlag (26,27), og som tilsammen resulterer i store iltsvindsområder i en række områder. Eutrofieringen påvirker således såvel artssammensætning og økosystemets struktur (10).



Forringelse af levesteder på havbunden udgør en meget væsentlig trussel, dels permanente tab af levesteder og dels fysiske forstyrrelser, hvor skaderne på levestederne kan være af midlertidig karakterer. Langt størstedelen af det samlede danske havareal er påvirket. For nogle bundtyper er det en meget stor del af arealet, der udsættes for bundtrawling flere gange årligt. Kattegat og Skagerrak kategoriseres blandt de mest forstyrrede havområder i verden pga. trawlfiskeri (31).

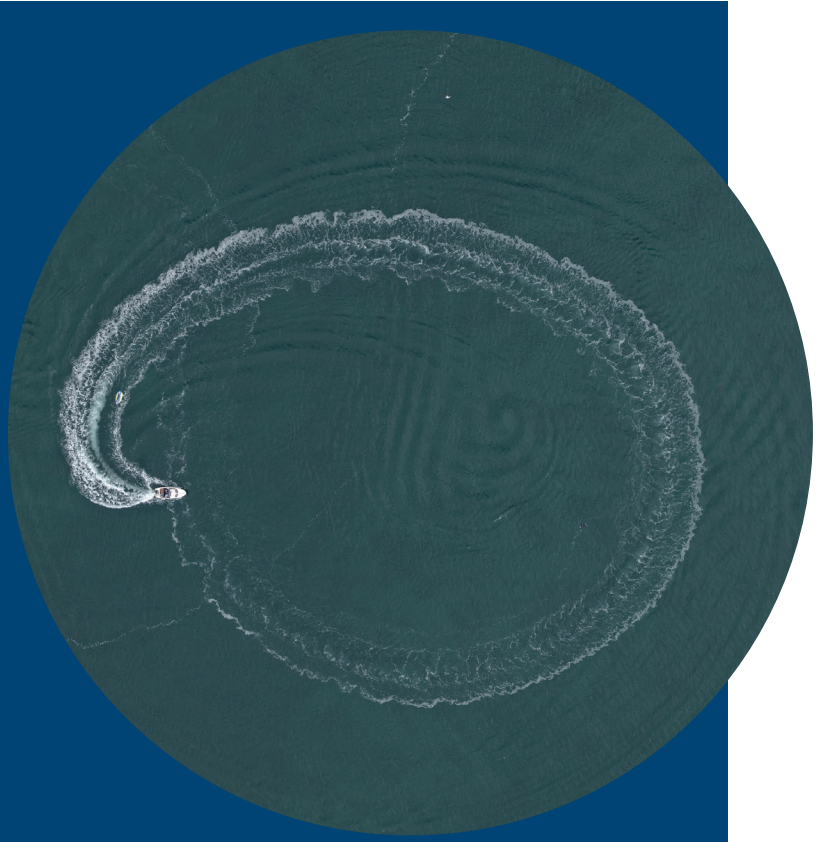
Fiskeriet påvirker havmiljøet og biodiversiteten negativt på flere områder. Den *fysiske forstyrrelse* af havbunden med bundslæbende redskaber såsom trawl og muslingeskrab har en direkte skadelig effekt på bundfaunaen (22) og ålegræsset (13). Josefson et al. (32) sammenlignede Kattegats bundfaunadata fra slutningen af 1800-tallet med nyere data og konkluderede, at trawl-følsomme arter var gået ned i regelmæssigt trawlede områder, og at trawlfiskeri har fastholdt dele af Kattegat i en permanent forstyrret tilstand. Lignende observationer af trawlfiskeriets effekter findes i Dinesen et al. (33). Udover direkte effekter på de levende organismer skader trawlfiskeriet kvaliteten af bunden som levested, hvilket medfører et generelt tab af biodiversitet på tværs af alle organismegrupper (34). Disse skader minder om de ændringer, der sker med sedimenterne efter iltsvind. En anden konsekvens af fiskeriet er den *manglende top-down control*. Når rovfiskene forsvinder, kan det resultere i en række kaskadeændringer i havets fødekæde, hvor nogle artsgrupper fremmes, og andre oplever tilbagegang (fx 35,36). Masseforekomster af søpindsvin, der nedgræsser makroalger, kan være et eksempel på mangel på rovdyr i den marine fødekæde (37).

Klimaforandringer vurderes til at være en stor trussel mod den marine biodiversitet globalt (2,38). Alle danske farvande fra **Østersøen til** Nordsøen er påvirket af klimaforandringerne herunder stigende vandtemperaturer, der igen påvirker og ændrer havets samfund. Det er dokumenteret for Nordsøen (39,40) og Østersøen, der vurderes at være udfordret af klimaforandringer (41).

Det forhold, at biodiversiteten er påvirket af flere presfaktorer samtidigt, kan imidlertid være en væsentlig hindring for fremgang, og det er en mulig forklaring på, at forbedringen som følge af nogle forvaltningstiltag udebliver. Eksempelvis kan klimaforandringer forstærke den negative effekt fra eutrofiering på iltsvind, når vandet bliver varmere (42). Tilsvarende kan den fysiske forstyrrelse af havbunden skade bunddyrenes evne til at ilte sedimentet, som så forstærker bundens følsomhed over for fremtidige iltsvindshændelser (12).

Invasive arter. I det marine miljø er antallet af ikke-hjemmehørende arter steget markant de sidste årtier, og en væsentlig del af disse udgøres af invasive arter med negativ påvirkning på øvrige organismers udbredelse og forekomst (43). Disse nye uønskede arter har via menneskelig aktivitet formået at krydse spredningsbarrierer og etablere sig uden for deres naturlige udbredelsesområde i naturen. Sådanne introduktioner kan være bevidste fx i akvakulturaktiviteter, som var tilfældet ift. introduktion af Stillehavsøsters i de danske farvande, som desuden var vektor for andre invasive arter. Men de kan også finde sted ifm. udledning af ballastvand eller via transport på skibsskrog. Danmark er internationalt forpligtet til at overvåge antallet af tilkomne ikke-hjemmehørende marine arter, med den fælles målsætning i EU, HELCOM og OSPAR at reducere tilførslen samt bekæmpe dem i beskyttede områder som Natura 2000. Danmark har desuden udarbejdet en handleplan, som generelt for invasive arter dikterer, at man skal forsøge at bekæmpe udbredelsen og spredningen af de invasive arter. Ifølge handleplanen (82) skal man forsøge at kontrollere arter, som allerede er udbredte i landet, og for nogle arters vedkommende skal disse forsøges bekæmpes, således at arten helt forsvinder enten lokalt, regionalt eller nationalt. Erfaringerne med marine invasive arter viser dog, at når en invasiv art er etableret, vil det i praksis som regel være umuligt helt at fjerne den, og ofte vil den introducerede art derfor fortsætte med at fortrænge eksisterende arter i havet. Det bedste værn mod marine invasive arter er derfor at forhindre dem i at komme, men det er muligt gennem bekæmpelse at begrænse etablerede bestandes skadevirkninger lokalt, som man også gør på land for en lang række arter, uden at de bliver udryddet helt. Foruden den menneskabte introduktion af invasive arter, er klimaforandringer i stigende grad ansvarlig for at arter, der ikke tidligere har været i de danske farvande i nyere historie, kan etablere sig.

Muslingeskraber, der vender tungt lastet hjem fra Limfjorden. Muslingerne skrabes op fra havbunden.



En motorbåd i Sejerøbugten, fotograferet ved optagelse af billeder til optælling af fugle i området den 24. juli 2015.

HANDLE-MULIGHEDER

Forudsætningerne for en rig natur i havet er et rent vandmiljø, bæredygtig udnyttelse af levende resurser, fravær af skadelige forstyrrelser og frem for alt plads. I havet er naturens pladsbehov abstrakt og skal forstås i tre dimensioner, hvor beskyttelsen af havbundens rumlige variation er særlig vigtig for de processer, der opretholder biodiversitet. Det gælder for variationen i de undersøiske landskabselementer (som stenrev, grotter, banker mm.), og det gælder ned i den mindste skala, hvor det er organismerne selv, der skaber den rumlige variation i de enkelte levesteder, som tillader at mange arter kan sameksistere (fx muslingebanker). Navnlig de dyr og planter, der rager op fra bunden, bidrager tillige med skjulesteder for de organismer, der lever i de frie vandmasser. Vigtigheden af den rumlige heterogenitet står imidlertid i modsætning til den homogenisering af havbunden, der er et resultat af et intensivt trawlfiskeri gennem mange årtier.

Samtidig kræver en effektiv beskyttelse af havets biodiversitet, at vekselvirkende presfaktorer imødegås samlet med beskyttelsestiltag, der er vægtet i forhold til de enkelte levesteders specifikke følsomheder og naturværdier.

På europæisk plan er der en stigende interesse for "Nature based Solutions" (NbS), der har til formål at opnå levende løsninger, der er inspirerede og underbyggede af naturen, og som bruges til at adressere problemer, der har gavnlige økonomiske, sociale og miljømæssige effekter (44). Vi angiver herunder fem afgørende handlemuligheder.

1. Behov for omstilling til en økosystembaseret forvaltning af havet

Der er et behov for at forvalte hele havets økosystem på en måde, som også adresserer biodiversitet. Den marine lovgivning og havforvaltning i Danmark er kun i begrænset omfang gearet til at

håndtere de stigende trusler (45). Der er bl.a. udfordringer med miljøvurderinger og værdisætning af natur og miljø på en meningsfuld måde (45). Der bør være bedre sammenhæng i forvaltningen, så den ikke er sektoropdelt som i dag, men tilgår økosystemerne som enheder i en integreret havforvaltning (46) og i hele havområder som fx Nordsøen og Kattegat. Det er ligeledes EU´s politik, at forvaltningen af havet skal være økosystembaseret og dermed tage højde for det samlede kumulative pres, og sikre at dette pres ikke overstiger havets bæreevne og forhindrer opnåelsen af miljø- og naturmål. Havplanerne skal ifølge EU have et økosystemsudgangspunkt, som beskrevet i lovgrundlaget (se også nedenfor). De informationer vi har om den danske havplan indikerer, at dette ikke sker med den nuværende praksis. Herunder skitseres vigtige handlemuligheder (for reduktion af næringsstoffer se 5.4).

Fiskeri. Kvotesystemet og den fælles fiskeripolitik i EU fokuserer i høj grad på mængden af fiskeresurser, der kan udnyttes og i langt mindre grad på, *hvordan* resurserne udnyttes. Det har relevans for bundtrawling, der ud over at fjerne fiskeresurser, også påvirker bunden negativt som levested. Havstrategidirektivet foreskriver, at havbundens integritet skal være opretholdt i god tilstand, hvilket indebærer, at der i lovgivningen kan sættes grænser for forstyrrelsen af havbunden. Der bør arbejdes på at udvikle mere skånsomt trawludstyr, der sikrer, at forstyrrelsen fra kommercielt fiskeri reduceres. Endvidere kan indførelse af "black box" systemer sikre, at der kommer mere præcis dokumentation for, hvor fiskeriet foregår, og mere effektivt sikrer en forvaltning af bundslæbende redskaber i lukkede områder. For de dybere dele af Kattegat, hvor det fortrinsvis er jomfruhummer, der fiskes efter, viser de analyserede scenarier, der sammenligner anvendelsen af tejner og trawl, at tejnerne reducerer udsmid markant, reducerer CO_2-aftrykket og stort set fjerner den fysiske forstyrrelse af havbunden. En handlemulighed er lukning af områder for bundtrawl samt fordeling af kvoter til specifikke fangstmetoder eller gennem havplanen at reservere produktive havarealer til fiskeri alene med naturskånsomme redskaber.

Klima. Perspektivet omkring CO_2 optag i havet fra aktiviteter og nye anvendelser af havområderne bør tænkes ind i lovgivningen parallelt med, hvad der gøres for landjorden, og havet bør indgå i det danske CO_2 regnskab. Kulstoflagring i bundplanter og strandenge i kystnære områder bør også tænkes ind (såkaldt "blue carbon"). Det gælder navnlig fremme af genvækst af vegetation især ålegræs og i forbindelse med anlæg af stenrev. Der er ligeledes ny forskning, som peger på, at fysisk forstyrrelse af havbunden kan begrænse havets evne til at lagre kulstof i visse sedimenter (9). Derved kan begrænsning af fysisk forstyrrelse med bundtrawl og andre slæbende redskaber betragtes som et vigtigt klimatiltag. Akvakultur med et negativt klimaaftryk og andre lignende aktiviteter bør ligeledes redegøre for det samlede CO_2 aftryk og pålægges CO_2 afgift. Endelig kan havvandsstigningen betyde et stort nettotab af de mest lavvandede kystområder på længere sigt (47), hvilket bør overvejes imødegået bl.a. i kommunernes plan for klimatilpasning.

Vindmøller. Ved etablering af vindmøller sker det på bekostning af havbund oftest sandbund, og dermed fjerner man én naturtype og erstatter den af menneskabte strukturer (kunstig revstruktur). Generelt skal man være varsom med etablering af hårde habitattyper på blød bund og havbund uden markante hårde habitater. I Holland er der krav om, at vindmølleparker skal fremme livet i havet (48). Tilsvarende overvejelser foretages for tiden i UK, hvor man diskuterer muligheden for "marine net gain" (og ikke bare "no net loss") for marine aktiviteter (49). Der er behov for mere viden vedr. vurdering af sådanne løsninger (50). En eventuel 'forstyrrelse' af rene sandbundshabitater med vindmøllefundamenter skal afvejes med den centrale rolle, havvind har for klimavenlig energiproduktion.

Resurseudnyttelse. En bæredygtig forvaltning skal afveje omfanget af effekten på de økosystemtjenester, som resurseudnyttelsen påvirker, men set i relation til fx fødevaresikkerhed eller essentielle råstoffer. Samfundets villighed til at acceptere effekter af udnyttelsen af havet fremgår også af de direktiver, der forvalter marin natur- og miljøbeskyttelse. I Vandrammedirektivet er grænsen for den målfastsatte gode økologiske tilstand fx en procentvis afvigelse fra "naturtilstanden", mens der i Habitatdirektivet accepteres menneskelig aktivitet i de udpegede habitatområder, så længe udpegningsgrundlaget ikke kompromitteres væsentligt. Aktuelt er det imidlertid meget svært at definere, hvornår udpegningsgrundlaget er påvirket væsentligt, og et forsigtighedsprincip bør derfor anvendes. Beskyttede områder kan desuden spille en meget vigtig rolle for sikring og genopretning af fiskeresurser og et mere bæredygtigt fiskeri med større afkast (3, se også 5.2. og herunder).

Jagt og forstyrrelse. Der var indtil 2021 udpeget Fuglebeskyttelsesområder på godt 12.100 km^2 i danske farvande. Miljøministeriet fremlagde i marts 2021 planer om ny-udpegninger og udvidelser af seks marine danske Fuglebeskyttelsesområder. En sådan udvidelse vil forøge arealet af marine Fuglebeskyttelsesområder i Danmark med over 80 %. De største områder er Skagerrak, nordvestlige Kattegat, Rønne Banke og Smålandsfarvandet. I Vadehavet er der begrænsninger for muslingefiskeriet inden for grænserne af Fuglebeskyttelsesområdet. En tilsvarende begrænsning for andre Fuglebeskyttelsesområder planlægges og er vigtig for sikringen af tilstrækkelig tilgængelig føde til muslingeædende arter. Jagtens indflydelse på andebestande har to former (51). Dels er der tale om nedlæggelse af et antal individer, dels er der tale om effekten af forstyrrelser af fuglene. Mens der er klarhed over antallet af nedlagte individer, så er det langt sværere at vurdere effekten af forstyrrelser. En analyse af jagtens forstyrrende effekt på havdykænder ville være ønskelig. Graden af forstyrrelsen fra rekreative aktiviteter i danske farvande skønnes at være steget markant over

de sidste 50 år og i særdeleshed om sommeren. En undersøgelse af effekten af menneskelige forstyrrelser på fældende havdykænder i Sejerøbugten (52) viste en statistisk signifikant sammenhæng mellem graden af menneskelig forstyrrelse og antallet af fældende sortænder. Omfanget af bifangster af fugle (og havpattedyr) i fiskeredskaber beskrives ligeledes som værende omfattende (53). Undersøgelser af bifangster i danske farvande er også undersøgt (54,55). Inddragelse af administrative tiltag til regulering af menneskelige påvirkninger af fugle på havet bør indgå i overvejelser om, hvordan uønskede effekter fra jagt og forstyrrelser kan imødegås navnlig i fuglebeskyttelsesområderne.

Invasive arter. En særlig udfordring er invasive arter. Med afsæt i Ballastvandkonventionen og havstrategidirektivet er Danmark forpligtet til at begrænse indførelsen af nye ikke-hjemmehørende arter, hvor af nogle kan være invasive. Der eksisterer ikke effektive metoder til at udrydde invasive arter i havet, men deres udbredelse kan begrænses lokalt gennem bekæmpelsestiltag. Sunde økosystemer med bestande af rovfisk kan bistå med at holde bestande af nogle invasive arter nede. Danmark er dog samtidig forpligtet til at bekæmpe invasive arter i Natura 2000-områder, og der er behov for en øget indsats og viden om de invasive arters udbredelse og effekter samt muligheder og metoder til at bekæmpe eller begrænse deres udbredelse for eksempel med Stillehavsøsters se (56).

Miljøkonsekvensvurderinger. Der foretages konkrete konsekvensvurderinger som VVM-redegørelser ved større anlægsarbejder til søs eller aktiviteter i Natura 2000-områder, men disse vil som udgangspunkt være specifikt rettet mod den konkrete aktivitet eller område og er for fx klapning skabelonagtige. Der bør gennemføres generelle vurderinger af, hvor omfattende sådanne aktiviteter må være herunder også anvendelsen af havet som affaldsdepot for fx næringsstoffer, miljøfremmede stoffer og plast, og behandling af klapningstilladelser bør revideres med henblik på mere fyldestgørende effektvurderinger og kontrol med, hvor klapningen faktisk finder sted.

2. Områder med fuld beskyttelse af al biodiversitet

Beskyttede områder kan spille en særlig rolle for opretholdelsen af havets biodiversitet (57). I sådanne afgrænsede områder er det muligt at beskytte både levesteder, bestande og vigtige processer samtidigt og dermed imødegå flere presfaktorer på en gang.

I de åbne farvande er det generelt de hårde bundtyper som f.eks. stenrev (bortset fra boblerev), der er bedst beskyttet. Dog er det ofte fortsat tilladt at fiske med standende redskaber (ikke slæbende) på stenrev. Beskyttelsen skal ses i forhold til et *tidligere* omfattende arealtab af disse bundtyper i forbindelse med omfattende stenfiskeri og råstofindvinding. Desuden er restaurerede stenrev meget dyre at anlægge, og de vil næppe nogensinde erstatte de stenrev, der er fisket op i historisk tid. Restaurering af stenrev er et relevant supplement til beskyttelsen af de tilbageværende arealer (se 5.3.). På sedimentbund, der udgør størstedelen af den danske havbund, er selve bunden og de dyresamfund, der lever på og i den, kun i ringe grad beskyttet (selv i de beskyttede områder), fordi områderne typisk er udpeget pga. andre naturværdier end bunddyr. Den dybe havbund med finkornede sedimenter, som antages at være den mest følsomme, når det gælder fysisk forstyrrelse fra bundtrawling, er først på det seneste omfattet af beskyttelse i få områder i Kattegat.

De beskyttede områder bør være langt mere repræsentativt dækkende, dvs. alle vigtige naturtyper bør være repræsenteret, og det er vigtigt at de naturtyper, som er nævnt i Havstrategidirektivet (fx dyb, blød mudderbund), også bliver tilstrækkelig repræsenteret i denne beskyttelse. Revurdering af eksisterende beskyttede områder er derfor nødvendig.

De beskyttede danske områder bør være fuldt beskyttet mod alle væsentlige trusler dvs. alle udpegede naturtyper og arter samt arternes levesteder bør beskyttes og dermed den eksisterende fulde biodiversitet. Det inkluderer også en effektiv håndhævelse af forbud, ordentlige bufferzoner omkring særligt følsomme levesteder og sammenhæng mellem de forskellige områder. Biodiversitet beskyttes bedst, når naturen har mulighed for at udvikle sig på egne præmisser, hvilket i praksis betyder, at direkte menneskelige påvirkninger fjernes. Det sker kun via streng beskyttelse. I medfør af EU's biodiversitetsstrategi bør der sikres en reel beskyttelse af 30% af det danske havområde, og 10% bør udlægges under streng beskyttelse uden menneskelige forstyrrelser. Det vil sikre vigtig biodiversitet og kan bidrage til at forøge havets samlede resurser til udnyttelse.

Det samlede areal med beskyttelse bør derfor være stort nok til at opretholde regionalt truede bestande og til at kunne tåle uafvendelige fremtidige arealtab grundet klimaændringer. Størrelsen af de beskyttede områder og deres indbyrdes sammenhæng bør således revurderes, for at fremme spredningen og mindske risikoen for at arter uddør lokalt. Ligeledes bør det samlede areal være stort og effektivt nok til at sikre opretholdelse af økosystemtjenester i det samlede danske havareal. Derved bidrager det til at **1)** forbedre vandkvaliteten ved fx at sikre filtration af vandet fra muslingebanker, sikre plantevegetationens evne til at konsolidere sedimenter og modvirke opslæmning i vandsøjlen, **2)** sikre et alsidigt fødegrundlag for fugle, fisk og pattedyr, **3)** bidrage med skjulesteder for f.eks. fiskeyngel i et omfang der er relevant for både kommercielt og ikke kommercielt udnyttede bestande, **4**) bidrage med rekreative naturværdier, **5)** sikre en væsentlig lagring af kulstof i havbunden og **6)** opretholde fiskebestande og andre levende resurser, der kan udnyttes kommercielt uden for områderne.

Beskyttede områder vil bidrage positivt til en lang række økosystemtjenester og beskytter således ikke blot de(t) naturelement(er), der udgør udpegningsgrundlaget. Skal beskyttelsen af havets natur have en virkning, kræver det ligesom på land, at alle væsentlige presfaktorer imødegås. Beskyttelsen af det fysiske miljø på havbunden er særligt vigtigt og bør sidestilles med beskyttelsen af levesteder på landjorden, hvor det uforstyrrede og autentiske af mange opfattes som en kvalitet i sig selv (herlighedsværdi).

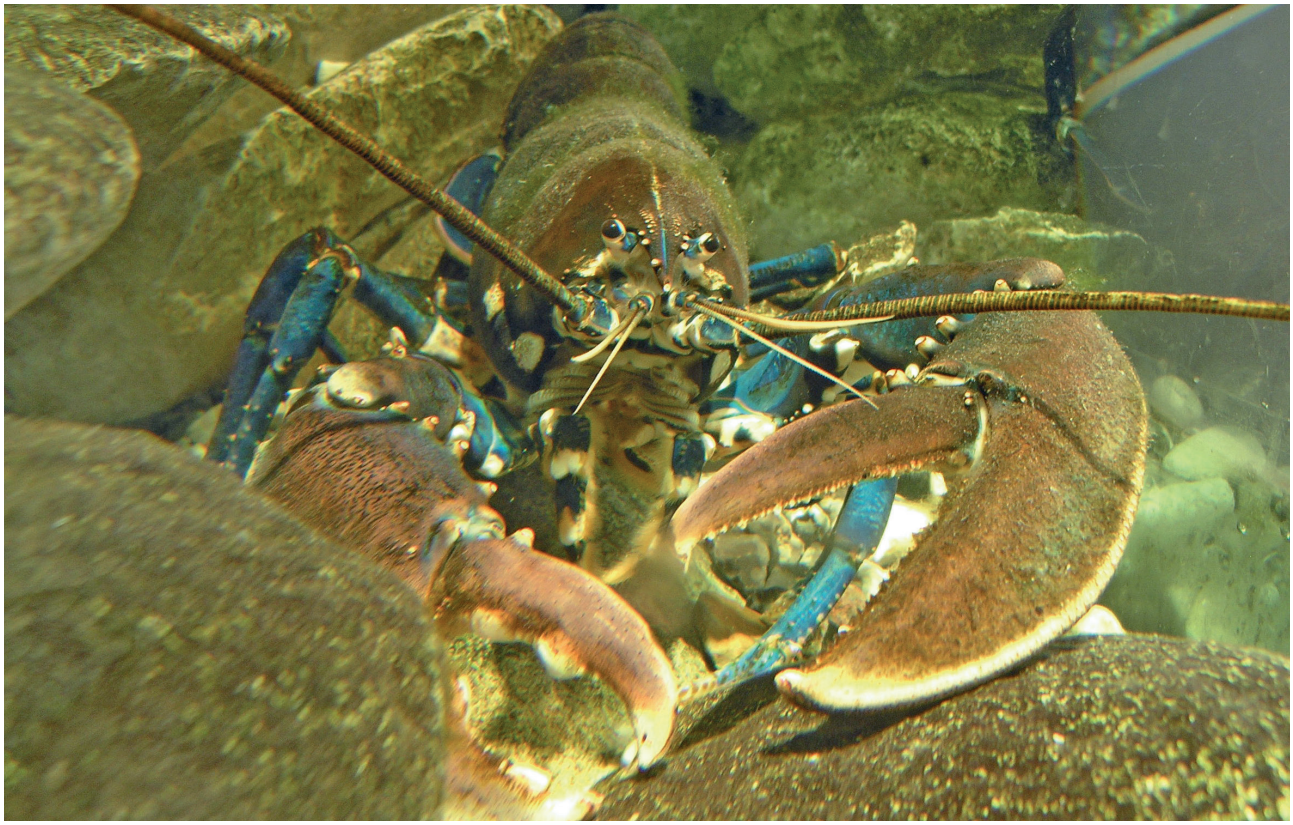
Der er et ringe kendskab til uforstyrret havnatur navnlig på havbunden, både hvad angår processer og biodiversitetsindhold. Her spiller beskyttede områder en særlig rolle som dokumentation for en referencetilstand. Kendskabet til sådanne referencer er vigtige for at fastsætte tålegrænser for udnyttelsen af havets resurser, og som referenceområder der kan dokumentere potentiale for økosystemtjenester herunder produktion af fiskeresurser og gavnlige effekter på vandkvaliteten samt behov for genopretning.

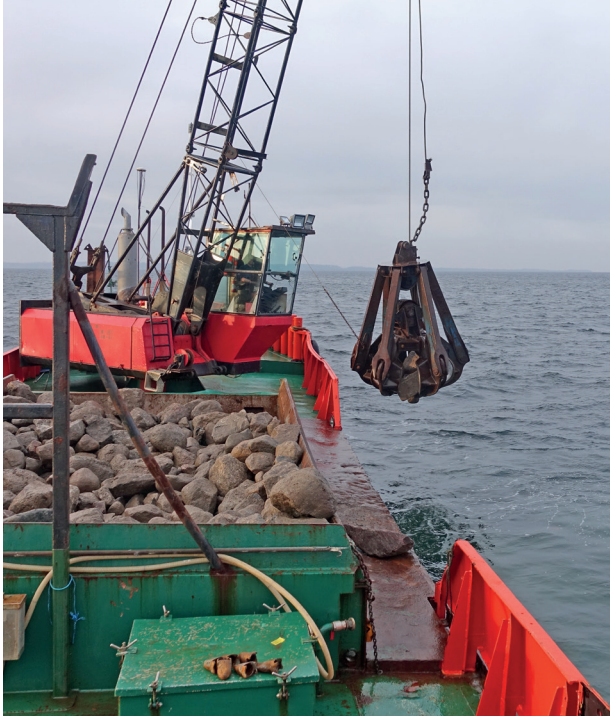
3. Genopretning af biodiversitet og økosystemtjenester

De seneste 15 år har der været en stigende interesse for naturgenopretning i marine områder. Et af de første projekter var Blue Reef projektet, hvor Naturstyrelsen udlagde stenrev ved Læsø (58,59). Lignende projekter er udført af foreninger som Dansk Amatørfiskerforening, foreningen Als Stenrev og kommuner som fx Vejle kommune. Formålene med projekterne har været at udlægge stenrev og muslingerev og udplante ålegræs (60,61). I det følgende gennemgås muligheder for aktive genopretningstiltag.

Genopretning af bundflora. Bundfloraen i kystnære områder rummer stor biodiversitet, udgør et stort kulstoflager, og har en afgørende effekt i at binde næringsstoffer, dvs. den fungerer som et filter mellem land og de åbne havområder, der sker fx en stor omsætning af organisk materiale fra land (62,63). Ålegræs er levested for en lang række forskellige organismer heriblandt fiskeyngel (64). Hvis udbredelsen af ålegræs reduceres, så mistes naturgrundlaget for et godt fiskeri, optag af næringsstoffer og binding af CO_2 (61) og biodiversiteten reduceres. Det er helt afgørende og en forudsætning, at forholdene for ålegræs og makroalger (mere lys og mindre iltsvind) generelt forbedres, hvorefter bundfloraen indfinder sig af sig selv. Ålegræs kan også udplantes. Ålegræsudplantning kan stimulere biodiversiteten ved at skabe strukturer, som er essentiel for faunaen (61). Som eksempel blev 15.000 ålegræs skud udplantet i 2017 i Horsens fjord (gennemført på en uge af 10 personer). De udviklede sig til ca. 1,5 million ålegræs-skud i 2020. Samtidig reagerede artsrigdom og tæthed af bundfauna positivt på disse nye ålegræsbede (61). Der er også udplantet ålegræs i fjordområder som Vejle Fjord, Lunkebugten og Odense Fjord, og der er udlagt sand for at fremme forholdene for ålegræs (65,61). I Sund Vejle fjord er formålet fx at genoprette ålegræs, stenrev og muslingerev langs en eutrofieringsgradient. Genopretning af ålegræs er derfor en handlemulighed, der rummer en række positive effekter.

Genindvinding af havarealer. Tørlagte fjorde er velkendte historisk set, og tab af havarealer via indvinding har stort set fundet sted over hele landet (66). Det gælder fx Lammefjorden på 55 km^2, der blev afvandet i slutningen af 1800-tallet. Genindvinding af havarealer kan være et relativt nemt tiltag i sin gennemførsel, idet digerne blot skal fjernes, hvorved havområdet reetableres. I 2014 blev der åbnet for digerne ved Gyldensteen Strand på Fyn, hvilket gendannede en del af en tidligere kystlagune. Gendannelsen har gavnet en række arter, heriblandt fugle og fiskeyngel og har mindsket udledning af CO_2 fra landbrugsjorden. Området frigiver på nuvæ-



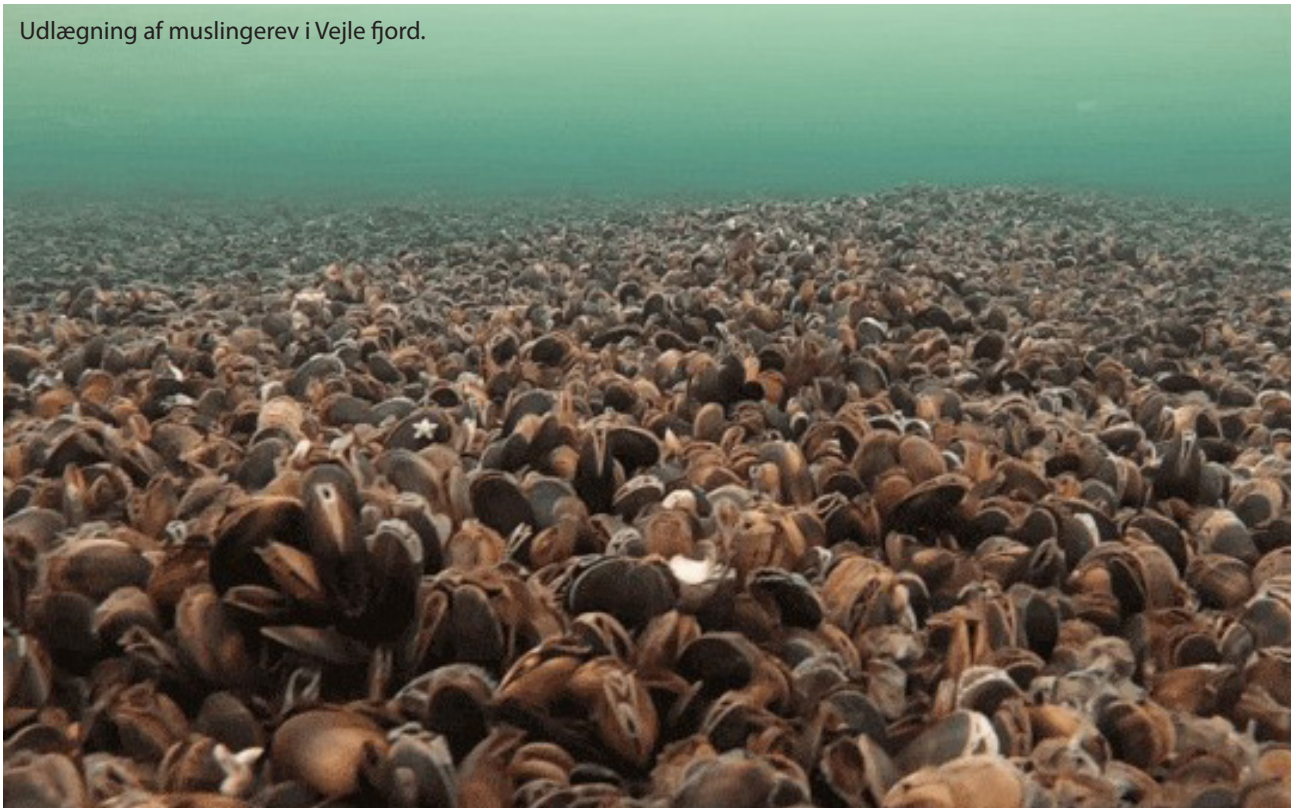


Udlægning af stenrev ved Als.

rende tidspunkt næringsstoffer til det omgivende marine miljø (66), hvilket antageligt vil aftage over tid og vurderes derfor af mindre betydning. Genindvinding af havarealer har potentialet til at genskabe natur, der gik tabt, da området blev drænet og udlagt som fx landbrugsjord og anbefales som et vigtigt virkemiddel både for biodiversitet, klima og i nogle tilfælde også kystbeskyttelse.

Kystbeskyttelse. Som nævnt ovenfor kan genindvinding af havarealer anvendes som virkemiddel til kystbeskyttelse, fordi havvandet møder kysten mere naturligt og gradvist. Kunstige rev kan muligvis også anvendes som kystbeskyttelse ved at agere bølgebrydere på dybere vand. Det kan måske begrænse anvendelsen af strandfodring med sand som kystbeskyttelse. Ligeledes kan man undersøge, om biogene rev af skaldyr kan blive en del af kystbeskyttelsen. I alle disse tilfælde tilgodeses biodiversitet.

Udlægning af stenrev. Opfiskning af sten blev forbudt i 2010. Stenrev kan kun reetableres via udlægning af sten, hvilket er ganske kostbart. Selv om stenrev er blevet udlagt de seneste 10-15 år (58,59), så har de udlagte stenrev langt fra erstattet de fjernede stenrev i hverken udbredelse eller antal. Studier tyder på, at den økologiske funktion kan genskabes, når der udlægges stenrev (59). Udlægning af stenrev kræver tilstrækkelig god vandkvalitet. Stenrev som placeres i områder med uklart vand eller iltsvind (begge dele forårsages af forhøjet indhold af næringssalte) vil kun koloniseres af små dyr, primært opportunistiske arter, og kan potentielt forstærke forekomsten af iltsvind (67). Stenrev som udlægges i områder, hvor historisk stenfiskeri har ryddet betydelige områder for stenrev, kan betragtes som naturgenopretning og ikke som egentlige kunstige rev. Der bør genetableres flere ødelagte historiske stenrev i de danske farvande.



Udlægning af muslingerev i Vejle fjord.

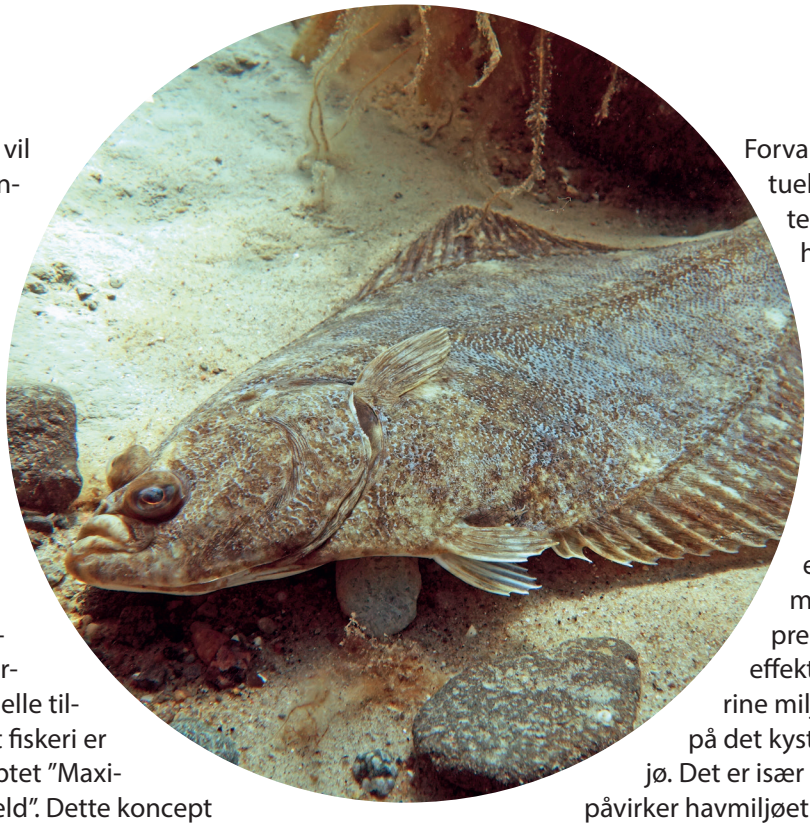
Udlægning af biogene rev. Muslinger og østers betegnes som økosystem-ingeniører, fordi deres vækst og øget udbredelse ofte skaber et nyt økosystem, der rummer nye levesteder for en række arter og derved øger biodiversiteten (68). Det kan overvejes at opdrætte muslinger og østers med henblik på etablering af banker. Man skal dog være opmærksom på, at flere forhold afgør, om bankerne rent faktisk forbliver stabile herunder både fysiske forhold samt forekomsten af rovdyr som fx søstjerner og edderfugle, der kan æde betydelige mængder af muslinger. Den naturlige dynamik i bankerne er også en afgørende faktor, som navnlig i områder med små tidevandsforskelle er relativt ustabile. Iltsvind er ligeledes en faktor, der alvorligt kan begrænse muslingerevs udbredelse og stabilitet. Endelig er store forekomster af muslingebanker i mange sammenhænge en effekt af for høje koncentrationer af næringsstoffer, så muslingebanker er ikke i alle sammenhænge et sundhedstegn for det marine miljø.

Kunstige rev. Udenlandske undersøgelser har vist, at kunstige rev kan fremme biodiversiteten, men der er fortsat ikke enighed om, hvorvidt kunstige rev kan erstatte naturlige rev (69). Anvendelse af kunstige rev til at fremme fiskebestande er et kontroversielt værktøj, idet det fortsat er uklart, i hvilken grad kunstige rev tiltrækker fisk fra andre områder eller direkte bidrager med øget produktion af fisk. Der er dog stigende erkendelse af, at kunstige rev kan øge produktionen af fisk (70,71). Der er få erfaringer med kunstige rev i Danmark. I 2014 blev Ærøsund færgen sænket som et kunstigt rev i det Sydfynske Øhav. De biologiske effekter er ikke kvantificeret. Vindmølleparker vil fungere som rev, der giver levesteder til en lang række arter (48). Det er fx aktuelt, når anvendelsen af havvindmølleparker og olieplatforme ophører (72). Her kunne man efterlade fundamenterne, fordi fundamenterne fungerer som rev, men tilgangen er i strid med eksisterende lovgivning (15,73). Tilgangen kan have potentiale til at fremme naturen i havet og bør undersøges nærmere.

Klima. Havet er vigtigt for oplagring af kulstof og udgør et effektivt kulstoflager. Der er et stort potentiale for at øge havets CO_2-optag (fx 74,75,9). Genopbygning af organiske kulstofpuljer i havet i form af bundvegetation vil øge denne oplagring. Naturlig genvækst eller genplantning af makroalger og ålegræs ("blue carbon") har derfor et potentiale for at øge lagring af CO_2 i havbunden og bliver kvantificeret i flere projekter (63). Nærmere undersøgelser vil kunne redegøre yderligere for potentialet for at øge CO_2-optaget i havet omkring Danmark.

Bæredygtigt fiskeri. Når tidligere overudnyttede fiskebestande bliver genopbygget og udnyttet på et

Opblomstring af søsalat i Limfjorden som følge af næringstofbelastning.



bæredygtigt niveau, vil det have positive konsekvenser for biodiversitet (dvs. flere bestande vil være mere udbredt, og de vil genoptage deres tidligere funktionelle roller i fødenettet). Tilpasningen af fiskeri til bæredygtige niveauer vil derfor bidrage til genopretning af biodiversitet i danske farvande. Den traditionelle tilgang til bæredygtigt fiskeri er at høste efter konceptet "Maximum Sustainable Yield". Dette koncept er ufuldstændigt, og det er vigtigt at arbejde videre i et mere inkluderende koncept, hvor det fulde økosystems kapacitet indgår direkte i at være bestemmende for de definerede grænseværdier for fiskeriet. Derudover er den nuværende blanding af forskellige presfaktorer i havet, fx klimaforandring, eutrofiering og ændrede trofiske forhold en udfordring for genopretning af tidligere overudnyttede bestande. Det gælder fx nedgangen af torsk i den østlige del af Østersøen. Derfor skal genopretning tænkes i et holistisk økosystem-orienteret perspektiv herunder ændringer over tid.

Afslutningsvist er der behov for en struktureret indsats for marin naturgenopretning. Erfaringerne fra tidligere genopretningsprojekter viser, at der også er en række afledte positive effekter på vandmiljøet og for klimaet. Vi foreslår derfor, at man opretter et "Nationalt Center for Marin Naturgenopretning". Centeret vil koordinere indsatser og sikre opbygning og udveksling af erfaringer og viden. Herved sikrer Danmark, at naturgenopretning i havet indtænkes i fremtidige hav-, vand- og klimaplaner, og at vi opbygger den nødvendige viden til at udføre naturgenopretning på national skala.

4. Reduktion af næringsstoffer og miljøfremmede stoffer samt plast

I den marine implementering af Vandrammedirektivet er der i høj grad fokus på eutrofiering og i mindre omfang på miljøfarlige stoffer. Navnlig kystvandene er negativt påvirket af næringsstoffer fra land. Forvaltningen er konceptuelt rettet mod effekter på vandområder, hvilket er reflekteret i de valgte indikatorer som fx koncentrationen af klorofyl eller ålegræssets dybdeudbredelse. Denne prioritering kan anses for valid, fordi eutrofiering er den mest indgribende presfaktor med størst effekt på det danske marine miljø og i særlig grad på det kystnære marine miljø. Det er især kvælstof som i dag påvirker havmiljøet. Fosfor var tidligere også et stort problem, men en bedre spildvandsrensning har reduceret fosfortilførslerne med 90%. En nylig kortlægning viser, at for 75% af de marine områder er kvælstof det primært begrænsende næringsstof (76). I 2019 var tilførslen ca. 63.000 tons, og den er siden 2011 steget med ca. 2.3% pr. år. En opfyldelse af Vandrammedirektivet kræver, at tilførslerne reduceres til 36.600 ton pr. år, svarende til en reduktion på 42% (76,14). Den nuværende stigning på over 2% pr. år skal derfor vendes til en reduktion på 7% pr. år fra 2021 og frem til 2027. Det vil kræve udtagning af landbrugsjord i betydeligt omfang, og det er urealistisk at det nås inden 2027. Selv med en reduktion til 36.600 tons kvælstof pr. år i 2027 vil det tage årtier, før de negative effekter i havmiljøet forsvinder. Eutrofiering vil derfor påvirke den marine biodiversitet negativt i mindst 40 til 50 år frem i tiden. For et område som Østersøen er tidsskalaen århundrede.

Der er implementeret en generel parallelitet mellem "god økologisk tilstand" som defineret i Vandrammedirektivet og "gunstig bevaringsstatus" som defineret i Habitatdirektivet. I Habitatdirektivet er der desuden en arealmæssig komponent i form af udbredelse af de udpegede naturtyper samt måltal for de udpegede arter. I Havstrategidirektivet er der en række deskriptorer i relation til flere forskellige menneskelige aktiviteter, men disse er ikke operationaliseret. Overordnet marin miljøforvaltning er således primært implementeret i lovgivningen i relation til Vandrammedirektivet, mens Havstrategidirektivets forskellige deskriptorer snarest bør implementeres.

5. Bedre baseline og overvågning

Der er behov for forbedret overvågning og baggrundsviden (dvs. viden om baseline) af biodiversitet i danske farvande (se også 77). Denne viden er nødvendig for at dokumentere ændringer i biodiversitet, som skyldes menneskelige påvirkninger samt forvaltningstiltag. Opbakning til beskyttede områder kræver ligeledes, at der er dokumentation for hvordan og hvor hurtigt havnaturen genetableres samt effekterne på økosystemtjenester (fx vandkvalitet, produktivitet af fiskebestande etc.). En sådan dokumentation kræver, at der etableres alsidig overvågning og forskning i og uden for beskyttede områder. Overvågning vil afdække om indikatorer viser frem- eller tilbagegang og kvantificere effekter af tiltag ift. politiske målsætninger.

Der er brug for bedre kortlægning af marine naturtyper og levesteder for specifikke arter. En af begrænsningerne ved det eksisterende nationale overvågningsprogram (NOVANA) er, at nogle effekter "kun" påvirker få procent af det samlede areal samt at en række af målingerne typisk foretages i de dybere områder, langt væk fra de kystnære, artsrige og sårbare habitater. Det er derfor ikke sikkert, at en evt. effekt uden for overvågningsstationerne bliver "opdaget". Dertil kommer, at nogle effekter af stedspecifikke presfaktorer kan "drukne" i eutrofierings-betingede effekter uanset deres faktiske skade på havnaturen. Det var således ikke muligt at dokumentere effekter af fiskeri med muslingeskraber i en række danske vandområder ved brug af NOVANA overvågningsstationer og DKI (indikator udvalgt i Vandrammedirektivet som mål for effekter på bundfauna) (78). Imidlertid viste en mere grundig analyse med flere stationer og brug af andre indeks end DKI en effekt af muslingefiskeriet i en række Natura 2000-områder (79), selvom effekten var begrænset og mindre ift. eutrofieringsbetingede effekter. Overvågning er ligeledes vigtig ift. at imødegå invasive arter (80). Generelt vurderes overvågningen at være utilstrækkelig, og for nogle organisme grupper (fx gopler og kystnære fisk) er der ingen overvågning (13). Ændringer i fiskebestande og deres udbredelse herunder alvorlige bestandsnedgange sker, uden at det opdages eller dokumenteres herunder årsagerne til disse nedgange.

Nye overvågningsmetoder som droner, GIS- og mekanistiske modeller kan anvendes til kortlægning og bestemmelse af ålegræs' udbredelse og bør i højere grad vinde indpas i overvågningen (65,81). Det samme gælder brug af forskellige former for undervandskameraer på dybere vand og e-DNA til artsovervågning (83).

Endelig er der behov for udvidet overvågning af referenceområder (status som beskyttede områder, se 5.2.) samt en dokumentation af den samlede effekt af beskyttede områder. Effekten på enkeltarter er forholdsvis nem at dokumentere, men dokumentation for afledte effekter af beskyttede områder på vandmiljø og biodiversitet uden for disse kræver mere omfattende undersøgelser. For parametre som næringsstoffer eller klimaændringer udbredt i hele økosystemet er det mere vanskeligt. I disse tilfælde skulle de nuværende forhold sammenlignes med fortiden vha. fx tidligere feltundersøgelser, historiske naturvidenskabelige rapporter, sedimentkerner og arkæologiske undersøgelser eller lokal viden. Undersøgelser af naturgenopretning over en lang periode (10+ år) er sjældne, og det er derfor endnu usikkert, om tiltagene er succesfulde. Lange dataserier med rumlig dækning bør fremmes.

Gendannet havareal ved Gyldensteen Strand på nordfyn ved at grave huller i dæmning og lade inddæmmet landbrugsjord oversvømme.

REFERENCER

1. IPBES 2018. Regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
2. IPBES 2019. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
3. EU Kommissionen 2020. EU's biodiversitetsstrategi for 2030. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/eu-biodiversity-strategy-2030_da
4. IUCN 2020. Ecosystem Restoration. Commission on Ecosystem Management. https://www.iucn.org/theme/ecosystem-management
5. Gann GD, McDonald T, Walder B, Aronson J, Nelson CR, Jonson J, Hallett JG, Eisenberg C, Guariguata MR, Liu J, Hua F, Echeverria C, Gonzales E, Shaw N, Decleer K & Dixon KW 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. Restoration Ecology 27, No. S1, pp. 1–46. Society for Ecological Restoration.
6. McDonald T, Gann GD, Jonson J & Dixon KW 2016. International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.
7. Barfod A, Bruun HH, Clausen P, Dinesen L, Egemose S, Ejrnæs R, ... & Søndergaard M 2020. Genopretning af biodiversitet og økosystemer i Danmark: Ekspertudtalelse. Det danske IPBES-samarbejde. www.ipbes.org
8. Luisetti TR, Turner K, Andrews JE, Jickells TD, Kröger S, Diesing M, Paltriguera L, Johnson MT, Parker ER, Bakker DCE & Weston K 2019. Quantifying and valuing carbon flows and stores in coastal and shelf ecosystems in the UK, Ecosystem Services, Volume 35, Pages 67-76.
9. Sala E, Mayorga J, Bradley D, Reniel B, Cabral RB, Atwood TB, Auber A, & Lubchenco J 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. Nature. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z
10. Hansen JW & Høgslund S (red.) 2021. Marine områder 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 418. Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
11. Miljø- og Fødevareministeriet 2019. Danmarks Havstrategi II Første del God miljøtilstand Basisanalyse Miljømål. 318 s. https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Natur/Havstrategi/HSII_foerste_del_-_endelig_udgave.pdf

12. Hansen JW & Høgslund S (red.) 2019. Marine områder 2018. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 156 s.
–Videnskabelig rapport fra DCE nr. 355. http://dce2.au.dk/pub/SR355.pdf

13. Petersen JK 2021. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – sammenfatning. DTU Aqua-rapport nr. 381-2021. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 32 pp.

14. Erichsen AE, Timmermann K, Larsen SEB, Nielsen TC, Christensen JPA & Markager S (in prep.). Application of the Danish EPA's Marine Model Complex and Development of a Method Applicable for the River Basin Management Plans 2021-2027.

15. OSPAR 2017. Intermidiate Assessment. OSPAR assessment portal. https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/

16. Hansen JW & Rytter D 2020. Iltsvind i danske farvande - september-oktober 2020, 22 s., (Rådgivningsnotat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi; Nr. 72.

17. Krause-Jensen D & Rasmussen MB 2009. Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 38 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 755.

18. Eigaard OR, Bastardie F, Hintzen NT, Buhl-Mortensen L, Buhl-Mortensen P, Catarino R & Dinesen GE et al. 2016. The footprint of bottom trawling in European waters: distribution, intensity, and seabed integrity. – ICES Journal of Marine Science, 74: 847–865.

19. ICES 2017. 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.
https://doi.org/10.17895/ices.advice.5657

20. Støttrup JG, Kokkalis A, Christoffersen M, Pedersen EM, Pedersen MI & Olsen J 2020. Registrering af fangster med standardredskaber i de danske kystområ-der. Nøglefiskerrapport for 2017-2019. DTU Aqua-rapport nr. 375-2020. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 153 pp. + bilag.

21. EEA 2018. Contaminants in Europe's seas. Moving towards a clean, non-toxic marine environment. EEA Report No 25/2018 https://www.eea.europa.eu/publications/contaminants-in-europes-seas

22. Petersen JK (red) 2018. Menneskeskabte påvirkninger af havet:– Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer. DTU Aqua-rapport nr. 336-2018. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 118 pp. + bilag.

23. Omstedt A, Edman M, Claremar B, Frodin P, Gustafsson E, Humborg C, Hägg H, Mörth M, Rutgersson A, Schurgers G, Smith B, Wällstedt T & Yurova A 2012. Future changes in the Baltic Sea acid–base (pH) and oxygen balances, Tellus B: Chemical and Physical Meteorology, 64:1.

24. Dahl K, Lundsteen & Helmig SA 2003. Stenrev – havets oaser. Danmarks Miljøundersøgelser. Gads Forlag, København.

25. Helmig SA, Nielsen MM & Petersen JK 2020. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – vurdering af omfanget af stenfiskeri i kyst-nære marine områder. DTU Aqua-rapport nr. 360-2020. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 24 pp.

26. Lyngsgaard MM, Richardson K, Markager S, Holtegaard M, Olesen M & Christensen JPA 2014a. Deep primary production in coastal pelagic systems: importance for ecosystem functioning. Marine Ecology Progress Series 517, 15-33.

27. Lyngsgaard MM, Markager S & Richardson K 2014b. Changes in the vertical distribution of primary production in response to land-based N-loading. Limnology and Oceanography 59, (5) 1679-1690.

28. Krause-Jensen D, Duarte CM, Sand-Jensen K & Carstensen J 2020. Century-long records reveal shifting challenges to seagrass recovery. Global Change Biology 27: 563-575.

29. Riemann B (Red.) 2017. Havets ressourcer. Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet.

30. Woollhead J, Petersen A & Normander B 2020. Vurdering af danske beskyttede havområder efter international standard. Parks'nTrails, GEON og NaturTanken for IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group Europe.

31. Amoroso RO, Pitcher CR, Rijnsdorp AD, McConnaughey RA, Parma AM, Suuronen P, & Jennings S 2018. Bottom trawl fishing footprints on the world's continental shelves. PNAS 115 (43) E10275-E10282.

32. Josefson AB, Loo L-O, Blomqvist M & Rolandsson J 2018. Substantial changes in the depth distributions of benthic invertebrates in the eastern Kattegat since the 1880s. Ecology and Evolution. Volume8, Issue18. P. 9426-9438.

33. Dinesen GE, McLaverty C, Tendal OS, Eigaard OR, Pedersen EM & Gislason H 2020. Development of sustainable fisheries management and monitoring for sensitive soft-bottom habitats and species in the Kattegat. DTU Aqua Report no. 372.

34. Hansen JLS & Blomqvist M 2018. Effekt af bundtrawling på bundfauna-samfund i Kattegat - undersøgt med forskellige bundfaunaindeks baseret på NOVANA-overvågningsdata. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 46 s.

35. Östman O, Eklof J, Eriksson BK, Olsson J, Moksnes P-O & Bergström U 2016. Top-down control as important as nutrient enrichment for eutrophication effects in North Atlantic coastal ecosystems. Journal of Applied Ecology 2016, 53, 1138–1147.

36. Norderhaug KM, Nedreaas K, Huserbraten M & Moland E 2020. Depletion of coastal predatory fish sub-stocks coincided with the largest sea urchin grazing event observed in the NE Atlantic. Ambio 50: 163–173.

37. Steneck RS 1998. Human influences on coastal ecosystems: does overfishing create trophic cascades? Trends in Ecology & Evolution 13: 429-430.

38. IPCC 2019. IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner DC, Roberts V, Masson-Delmotte P, Zhai M, Tignor E, Poloczanska K, Mintenbeck A, Alegría M, Nicolai A, Okem J, Petzold B, Rama & NM. Weyer (eds.)]. In press. Intergovernmental Panel on Climate Change.

39. Quante M & Colijn F (eds.) 2016. North Sea Region Climate Change Assessment. Offers a detailed climate-change assessment for the North Sea Region. Springer.

40. Dencker TS, Pecuchet L, Beukhof E, Richardson K, Payne MR & Lindegren M 2017. Temporal and spatial differences between taxonomic and trait biodiversity in a large marine ecosystem: Causes and consequences. PLoS ONE 12(12): e0189731.

41. Reusch THB, Dierking J, Andersson HC, Bonsdorff E, Carstensen J, Casini M, & Zandersen M 2018. The Baltic Sea as a time machine for the future coastal ocean Sci. Adv. 4.

42. Bendtsen J & Hansen JLS 2013. Effects of global warming on hypoxia in the Baltic Sea - North Sea transition zone. Ecological Modelling, 267, 54-65.

43. Staehr PA, Jakobsen HH, Hansen JLS, Andersen P, Christensen J, Göke C & Thomsen MS 2020. Trends in records and contribution of non-indigenous species to marine communities in Danish waters. Aquatic Invasions. 15: 217–244.

44. Maes J & Jacobs S 2017. Nature-based solutions for Europe's sustainable development. Conserv. Lett.10: 121–124.

45. Hegland TJ, Kirkfeldt TS, Jacobsen RB, Lyhne I, Nielsen HN & Sattari S 2020. Havforvaltningen i Danmark. Centre for Blue Governance (CBG) & Det Danske Center for Miljøvurdering (DCEA).

46. Winther J-G, Dai M, Rist T, Hoel AH, Li Y, Trice A, Morrissey K, Juinio-Meñez MA, Fernandes L, Unger S, Scarano FR, Halpin P & Whitehouse S 2020. Integrated ocean management for a sustainable ocean economy. Nat. Ecol. Evol. 4: 1451–1458.

47. Canal-Verges P, Ebensgård T, Laustsen K, Glaasgård MK & Frederiksen L (in prep). Kortlægning og analyse af de kommende havvandsstigningers effekt på kystnaturen.

48. Glarou M, Zrust M & Svendsen JC 2020. Using artificial-reef knowledge to enhance the ecological function of offshore wind turbine foundations: Implications for fish abundance and diversity. J Mar Sci Eng. 8.

49. Hooper T, Austen M & Lannin A 2021. Developing policy and practice for marine net gain. J Environ Manage. 277: 111387.

50. Svendsen JC, Wilms T, Støttrup JG & Kruse B 2020. Mange flere torsk efter etablering af stenrev. Fiskeri Tidende. 3. jan. 2020.

51. Madsen J 2021. Jagttidsrevision for udvalgte arter 2022. Målsætninger for vildtbestande – en opdatering. - Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet.

52. Petersen IK, Nielsen RD, Therkildsen OR & Balsby TJS 2017. Fældende havdykænders antal og fordeling i Sejerøbugten i relation til menneskelige forstyrrelser. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 38 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 132.

53. Zydelis R, Bellebaum J, Österblom H, Vetemaa M, Schirmeister B, Stipniece A, Dagys M, Mennobart van Eerden M & Garthe S 2009. Bycatch in gillnet fisheries – An overlooked threat to waterbird populations - Biological Conservation 142, 1269–1281.

54. Degel H, Petersen IK, Holm TE & Kahlert J 2010. Fugle som bifangst i garnfiskeriet. - DTU Aqua-rapport nr. 227-2010. 64 s.

55. Glemarec G, Kindt-Larsen L, Lundgaard LS & Larsen F 2020. Assessing seabird bycatch in gillnet fisheries using electronic monitoring. Biological Conservation, 243, [108461].

56. Laugen AT, Hollander J, Obst M, & Strand Å, 2016. 10. The Pacific Oyster (Crassostrea gigas) Invasion in Scandinavian Coastal Waters: Impact on Local Ecosystem Services. Biological Invasions in Changing Ecosystems. De Gruyter Open Poland. 230-252

57. Roberts CM, O'Leary BC & Hawkins JP 2020. Climate change mitigation and nature observation both require higher protected area targets. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 375(1794), 20190121.

58. Støttrup JG, Dahl K, Niemann S, Stenberg C, Reker J, Stamphøj EM, Göke C & Svendsen JC 2017. Restoration of a boulder reef in temperate waters: Strategy, methodology and lessons learnt Keywords: Reef restoration Habitat Restoration strategy Hydrodynamic modelling Sediment transport modelling Natura2000 Ecosystem-based marine management. Ecol Eng. 102: 468–482.

59. Kristensen LD, Støttrup JG, Svendsen JC, Stenberg C, Højbjerg Hansen OK & Grønkjær P 2017. Behavioural changes of Atlantic cod (Gadus morhua) after marine boulder reef restoration: implications for coastal habitat management and Natura 2000 areas. Fish Manag Ecol. 24: 353–360.

60. Kristensen LD, Stenberg C, Støttrup JG, Poulsen LK, Christensen HT, Dolmer P, Landes A, Røjbæk M, Thorsen SW, Holmer M van Deurs M & Grønkjær P 2015. Establishment of blue mussel beds to enhance fish habitats. Applied Ecology and Environmental Research 13: 783-798.

61. Lange T, Wendländer N, Svane N, Steinfurth R, Nielsen B, Rasch C, Kristensen E & Flindt MR 2020. Storskala-transplantation af ålegræs metoder og perspektiver. Vand og Jord. Nr 1. 2020.

62. Krause-Jensen D & Duarte CM 2016. Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration. Nat. Geosci., 9: 737-42.

63. Röhr EM, Boström C, Canal–Vergés P & Holmer M 2016. Blue carbon stocks in Baltic Sea eelgrass (Zostera marina) meadows. Biogeosciences 13, 6139-6153.

64. Bruhn A (Ed.), Flindt MR, Hasler B, Krause-Jensen D, Larsen MM, Maar M, Petersen JK & Timmermann K 2020. Marine virkemidler: Beskrivelse af virkemidlernes effekter og status for vidensgrundlag. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi No. 368.

65. Flindt MR, Rasmussen EK, Valdemarsen TB, Erichsen A, Kaas H & Canal Vergés P 2016. Using a GIS-tool to evaluate potential eelgrass reestablishment in estuaries. I: Ecological modelling 338, s. 122-134.

66. Kristensen E, Quintana CO, Valdemarsen T & Flindt MR 2020. Nitrogen and Phosphorus Export After Flooding of Agricultural Land by Coastal Managed Realignment. Estuaries and Coasts 44: 657–671.

67. Stæhr PA, Markager S, Høgslund S, Hansen JW, Tonetta D, Upadhyay S & Nielsen MM 2020. Stenrev som muligt kvælstofvirkemiddel. Vækstbetingelser for bentiske alger og deres betydning for ilt- og næringsstofdynamikken i Limfjorden. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 108 s. – Videnskabelig rapport nr. 394. http://dce2.au.dk/pub/SR394.pdf

68. Bateman DC & Bishop MJ 2017. The environmental context and traits of habitat-forming bivalves influence the magnitude of their ecosystem engineering. Mar Ecol Prog Ser. 563: 95–110.

69. Walker SJ & Schlacher TA 2014. Limited habitat and conservation value of a young artificial reef. Biodivers Conserv. 23: 433–447.

70. Roa-Ureta RH, Santos MN & Leitao F 2019. Modelling long-term fisheries data to resolve the attraction versus production dilemma of artificial reefs. Ecol Modell. 407: 108727.

71. Schwartzbach A, Munk P, Sparholt H & Christoffersen M 2020. Marine mussel beds as attractive habitats for juvenile European eel (*Anguilla anguill*); A study of bottom habitat and cavity size preferences. Estuarine, Coastal and Shelf Science 246:107042.

72. Fowler AM, Jørgensen AM, Svendsen JC, Macreadie PI, Jones DO, Boon AR, & Coolen JWP 2018. Environmental benefits of leaving offshore infrastructure in the ocean. Front Ecol Environ. 16: 571–578.

73. Fowler AM, Jørgensen A-M, Coolen JWP, Jones DOB, Svendsen JC, Brabant R, Rumes B, & Degraer S 2020. The ecology of infrastructure decommissioning in the North Sea: What we need to know and how to achieve it. ICES J Mar Sci.77: 1109-1126.

74. Ilyina T, Wolf-Gladrow D, Munhoven G & Heinze C 2013. Assessing the potential of calcium-based artificial ocean alkalinization to mitigate rising atmospheric CO2 and ocean acidification. Geophys. Res. Lett., 2013GL057981.

75. Boyd P & Vivian C 2019. Should we fertilize oceans or seed clouds? No one knows. Nature 570: 155-157.

76. Christensen JPA, Knudsen-Leerbeck H, Erichsen A & Timmermann K 2020. Kortlægning af marine vandområders fosforfølsomhed. I Andersen HE & Heckrath G (red.). Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 338 s. - Videnskabelig rapport nr. 397.

77. Wisz MS, Satterthwaite EV, Fudge M, Fischer M, Polejack A, St John M, & Rudd MA 2020. 100 opportunities for more inclusive ocean research: cross-disciplinary research questions for sustainable ocean governance and management. Frontiers in Marine Science, 7, 576.

78. Petersen JK, Timmermann K, Bruhn A, Rasmussen MB, Boderskov T, Thomsen M, Holbach A, Tjørnløv RS, Canal-Vergés P & Flindt MR 2020a. Marine Virkemiddel Potentialer og Barrierer. DTU Aqua.

79. McLaverty C, Eigaard OE, Dinesen GE, Gislason H, Kokkalis A, Erichsen AC & Petersen JK 2020. High-resolution fisheries data reveal effects of bivalve dredging on benthic communities in stressed coastal systems. Mar. Ecol. Prog. Ser. 642: 21-38.

80. Giakoumi S, Katsanevakis S, Albano PG, Azzurro E, Cardoso AC, Cebrian E & Sghaier YR 2019. Management priorities for marine invasive species. Science of the total environment, 688, 976-982.

81. Petersen JK, Brooks ME, Dinesen GE, Eigaard OR, Maar M, Olsen J & Saurel C 2020b. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – effekter af fiskeri på de marine kvalitetselementer bundfauna og fytoplankton. DTU Aqua-rapport nr. 358-2020.

82. Miljøstyrelsen 2017. Handlingsplan mod invasive arter. Miljø- og Fødevareministeriet.

83. Obst M, Exter K, Allcock AL, Arvanitidis C, Axberg A, Bustamante M & Pavloudi C 2020. A marine biodiversity observation network for genetic monitoring of hard-bottom communities (ARMS- MBON). Frontiers in Marine Science, 7.

IPBES I DANMARK

PLATFORMEN FOR BIODIVERSITET,
NATUR OG ØKOSYSTEMTJENESTER