
En aktiv indsats for bundvegetationen vil forbedre miljøet i de danske fjorde

Store flerårige bundplanter, som ålegræs på den bløde bund og makroalger på stembunden, er det naturlige grundlag for et godt vandmiljø i fjorde og langs kysterne. Økosystemer, hvor primærproduktionen er baseret på ålegræs og tang, rummer høj biologisk diversitet pga. deres 3-dimensionale struktur og fordi de er levested for et væld af mindre dyr og planter. Bundplanterne forsinker transporten af næringsstoffer, producerer ilt på havbunden og de er basis for lange fødekæder, som giver stabile økosystemer. Arealerne med bundplanter er gået tilbage, formentlig på grund af stenfiskeri, ålegræssygen og øget næringsstofftilførsel. Tilbagegangen har ændret balancen mellem vandets og bundens planteproduktion og dette har forringet vandmiljøet. Takket være en aktiv indsats er tilførslen af næringsstoffer til fjorde og kystvande nu faldet markant. En tilsvarende forbedring af vandmiljøet er dog udeblevet. En aktiv indsats for at gendanne den hårde bund for makroalgerne og retabler ålegræsbestandene er nu nødvendig for at genskabe et godt vandmiljø i fjorde og langs kysterne.

ANNE LISE MIDDELBOE &
FLEMMING MØHLENBERG

Naturlig bundvegetation på kystnær sand- og stembund

I kystvandene, på det lave vand, hvor tilstrækkeligt med lys når bunden er bundfæstede planter de naturligt dominerende primærproducenter. Hvilke planter eller alger der dominerer, afhænger af de fysiske forhold som eksempelvis, om der er sandet eller stenet bund, graden af bølgeeksponering og vanddybden.

Ålegræs

Blomsterplanter, såsom ålegræs, gror i den bløde sandbund i beskyttede bugter og fjorde eller langs åbne kyster, hvor bølgeeksponeringen er lav. Ålegræs hører til havgræsserne og er langt den mest udbredte blomsterplante i de danske kystvande. Ålegræs har et netværk af rodstængler og rødder, der gror nede i sedimentet og som ikke bidrager til fotosyntesen. De har derfor et relativt stort lyskrav og

gror på lavt vand, ned til ca. 9-10 meter i de danske farvande.

Blomsterplanterne i havet har, som planterne på land, blomster og frugtanlæg, hvor frøene dannes. Desuden har de rødder og karvæv, til intern transport af vand og næringsstoffer, og de har luftfyldte kanaler, der transporterer kuldioxid og ilt rundt i vævet.

Makroalger

Makroalger, som populært kaldes tang, indeholder klorofyl og laver fotosyntese, men har ikke rødder eller karvæv, der transporterer næringsstoffer. I stedet optager de næringsstoffer direkte fra vandet over de ydre overflader. Algerne har ikke frø som blomsterplanterne, men formeres enten ukønnet fx ved fragmentering eller kønnet ved fusion af "gamet-celler".

Hovedparten af makroalger gror på den hårde stembund. Der findes mange forskellige arter af røde, brune og grønne alger der trives ved forskellig grad af eksponering og ved forskellige niveauer af lys. Makroalger har fasthæftningsorganer, som binder dem fast til sten og klipper. De kan ikke sidde fast på blød

sandbund og hård stembund er altafgørende for tilstedeværelsen af alger. Algerne imødegår strømmen og bølgenes kræfter ved den stærke binding til bunden og en fleksibel stilk med stor trækstyrke.

Makroalger har udviklet en mængde forskellige tilpasninger for at udnytte lyset. De vokser fra det lave vand med meget lys til det dybe vand, hvor kun en lille del af lyset når ned. Algers form og løvets struktur bestemmer, hvor effektivt de fanger og udnytter lyset. Tykke læderagtige arter som blæretang har ofte det største lysbehov og gror på relativt lavt vand. På dybere vand taber de grove og kraftige arter konkurrencen til arter med tynde bladplader, der udnytter lyset mere effektivt. Skorpeformede arter har det tyndeste væv og stiller det mindste krav til lyset. De gror derfor på de største dybder. I Danmark finder vi skorpeformede alger ned til ca. 30 m dybde.

De forskellige krav til lyset og bundens beskaffenhed samt deres forskellige evne til at modstå bølgepåvirkninger betyder at ålegræs og makroalger ofte gror forskellige steder. I de beskyttede fjorde og laguner er blomster-



Figur 1. I havet findes to forskellige typer store bundfæstede planter: Blomsterplanter som ålegræs (øverst), som er den mest almindelige plante på blød bund i danske havområder og makroalger som eksempelvis blæretang (nederst), som er den vigtigste store makroalge art i Kattegat-Østersø området. Foto: Peter Bondo Christensen.

planter naturligt mest dominerende, mens de ikke trives på eksponerede kyster med hård bund og dybere vand, hvor makroalgerne er de vigtige primærproducenter.

I de frie vandmasser på dybder hvor lyset ikke når bunden, eller på lavt vand hvor der ikke findes bundvegetation på grund af dårlige lysforhold, manglende stenbund eller uegnede bundforhold er planteplankton den dominerende primærproducent.

Ålegræs og makrolager er basis for god miljøtilstand

Bundplanter sikrer stor biologisk diversitet og et naturligt kystværn

Ålegræs eller store flerårige makroalger danner med deres faste, oprette og grenede thal-lus 3-dimensionelle strukturer, der fungerer

som fasthæftningsgrund, skjul og fødesøgningmulighed for mange små dyr og planter. Områder med bundplanter har derfor en stor rigdom af arter og en stor sekundær produktion sammenlignet med områder uden vegetation (Edgar et al 1994). Eksempelvis blev der på én ca. 30 cm høj plante af savtang (*Fucus serratus*) fundet 25.000 dyr fordelt på forskellige arter af fx snegle, muslinger og tanglopper (Hagerman 1966). Modsatningen er en sandbund eller mudderbund, hvor der afhængigt af stedet, findes typisk 1000 individer fordelt på 40 arter dyr/m².

I områder med bundplanter er det organiske stof i sedimentet domineret af langsomt omsætteligt plantemateriale som anses for at være basis for stabile fødekæder og dermed giver grobund for et fødenet med mange

bunddyrsarter, og mange med lang levetid. Disse samfund kan understøtte en stor produktion af bundlevende fisk og har stor betydning for biodiversiteten.

Desuden udgør de udbredte bestande af flerårige arter på både hård og blød bund et naturligt kystværn, fordi deres blade dæmper bølgenes bevægelser. Når bundplanterne følger med vandets bevægelser i brændingen og bøjer for strømmen, dæmper de også vandstrømmens hastighed hen over bunden og formindsker erosionen af sedimentet.

Bundplanter virker som lager og udsætter transporten af næringsstoffer og kulstof

Når planteproduktionen domineres af store alger og ålegræs (som i "gamle dage") bindes næringsstofferne i planternes biomasse og i store mængder langsomt nedbrydeligt dødt plantemateriale, der dermed ophobes i fjordbunden. I det de flerårige bundplanter investerer mere i strukturelle stoffer og kemisk forsvar mod græsning, i sammenligning med planteplankton og enårige arter, sker nedbrydning af den levende plante og dannelsen af dødt organisk materiale langsomt. Havgræsser nedbrydes langsommere (halveringstid 35 dage) end makroalger (halveringstid 17 dage, Banta et al. 2004), så mens de flerårige makroalger har en stor lagringskapacitet i den stående biomasse, øger ålegræs lageret af kulstof i sedimentet (Duarte og Cebrian 1996).

Når nedbrydning sker langsomt, bliver den tidsligt forskudt i forhold til produktionen. De lettilgængelige næringsstoffer tages derfor ud af det kredsløb, der er domineret af planktonalger, og hvor produktion og nedbrydning er tæt koblet i tid og næringsstofferne derfor løbende gøres tilgængelige igen. Planktonkredsløbet får dermed mindre betydning. Så selvom de flerårige bundplanter ikke fjerner næringsstoffer, kan de forsinke en del af frigivelsen til tidspunkter på året hvor lys og andre faktorer end næringsstoffer bestemmer væksten af plankton.

Bundvegetation ilter bundvandet

Et lavt iltindhold i bundvandet fører til frigivelse af næringsstoffer fra havbunden og dermed opblomstring af planktonalger i overfladelagene. Frigivelse af næringsstoffer fra sedimentet under iltsvind er særlig uheldig, fordi det typisk sker om sommeren, når planktonalgernes vækst begrænses af lave af næringsstofkoncentrationer.

Stenbund med makroalger er vigtig for iltforsørgelsen i bundvandet i visse områder, idet makroalgerne vokser og producerer ilt, når der er tilstrækkeligt med lys. De sørger altså



Figur 2. De store flerårige tangplanter og ålegræs er levested for mange andre mindre alger og dyr. Foto: Richard Martin.

for at iltproduktionen sker ved bunden. Hvis der ikke findes sten eller de fjernes, er der ingen fasthæfningsmuligheder for tangen, og iltproduktionen sker af plankton i vandsøjlen og bundvandet kan komme til at mangle den ekstra produktion af ilt, som tangen kunne levere. Ålegræs er også iltproducerende, men har ikke den samme vigtige betydning, da de vokser på lavt vanddybde over springlaget.

Historiske ændringer i forekomsten af bundvegetation

Siden midten af 1980'erne har vi i Danmark fokuseret på at reducere tilførslen af næringsstoffer for at forbedre kystvandenes miljøtilstand. Dette fokus og den aktive indsats har betydet, at tilførslen af fosfor og kvælstof til fjorde og kystvande er blevet reduceret markant, men mod forventning er en tilsvarende klar forbedring i vandmiljøet udeblevet. Når vandmiljøet ikke er forbedret, kan det hænge sammen med, at fjordene mangler det stabiliserende element, som større bundvegetation udgør.

I de danske kystvande og fjorde var forekomsten af større sten for år tilbage langt større. I omkring 200 år er der i disse farvande drevet fiskeri efter sten til brug ved bygning af havnemoler og kystsikringsanlæg. Det skønnes, at der alene i de sidste 50 år er fjernet ca. 40 km² sten fra stenrev i de åbne, indre farvande. Sten fra stenrev kan også blive fjernet ved fiskeri efter muslinger. For Limfjorden er det f.eks. vurderet, at der fra 1989 til 2008 er fjernet 550.000 tons sten, skaller og små muslinger i forbindelse med skrabning efter blåmuslinger. Det svarer til, at der er fjernet ca. 1,5 km² stenrev i Limfjorden.

Også ålegræs havde tidligere en meget større udbredelse. I 1930'erne blev ålegræsset ramt af en verdensomspændende sygdom 'the wasting disease', som slog størstedelen af bestandene i Danmark og det nordatlantiske område ihjel. Ålegræsset nåede nok aldrig den samme store udbredelse, før effekten af eutrofiering begrænsede udbredelsen.

Når balancen mellem planteproduktionen ændrer sig, så det ikke længere er bundplanter, men planteplankton i vandsøjlen der dominerer, bliver det let-omsættelige plankton basis for fødekæden i stedet for det langsomt-omsættelige døde organiske stof fra de flerårige bundplanter. Dette fører til et skifte i sammensætningen af bunddyr der ændres fra at være domineret af store arter der æder dødt organisk stof til at være domineret af filtratorer som fx muslinger. Denne ændring har igen betydning for de højere led i fødekæden, se Figur 3.

Stenfiskeri, ålegræspsyge og eutrofieringen af kystvandene i 1940 - 1980'erne er de mest sandsynlige forklaringer på at vi i dag mangler bundvegetationen som basis for en god miljøtilstand i fjordene og langs kysterne.

Aktiv restaurering af bundvegetationen

Restaurering af bundvegetationen kan ses som et virkemiddel til at opnå et funktionelt velfungerende økosystem og en god miljøtilstand i vores kystvande. Det er da også et af målene med et nyt forskningsprojekt der igangsat i 2013 (<http://www.novagrass.dk>). Projektet har sigte på udvikling af metoder til en rationel og stor-skala genopretning af ålegræsbestande. Inden skal der gennem en

grundig screening findes frem til egnede områder og udvikles metoder til nem og effektiv vækst af frø og små planter til udplantning. Med udgangspunkt i resultaterne af projektet kan en aktiv restaurering af ålegræsbestandene finde sted.

Gendannelse af stenrev til forbedring af iltforhold og miljøtilstand

Gendannelse af den hårde bund med makroalger kan potentielt også bidrage til at forbedre iltforholdene i bundvandet.

Iltsvind er et af de tydeligste tegn på en dårlig miljøtilstand. Iltsvind kan opstå når vandet lagdeles og udvekslingen af ilt mellem den øvre og den nedre vandmasse reduceres. Når hurtigt omsættelig biomasse som planktonalger nedbrydes under iltforbrug, reduceres iltkoncentrationen ved bunden indtil efterårsstorme fejer ind over fjorden og skaber omrøring i vandet. Hvis iltkoncentrationen ved bunden går mod nul sker der en voldsom frigivelse af næringsstoffer som ellers tilbageholdes i bunden, når den er veliliet. Frigivelsen af næringsstoffer stimulerer planktonproduktionen og forringer lysforholdene.

Stenrev med makroalger, der etableres i områder med iltsvindsproblemer, kan antagelig forbedre både ilt og lysforhold. Det kræver, ud over at havbunden er stabil og kan bære større sten, at der er tilstrækkeligt med lys til en god iltproduktion. Iltproducerende makroalger kan forhindre eller forsinke frigivelsen af næringsstoffer fra bunden og dermed indirekte forbedre lysforholdene. Den selvforstærkende effekt af en lokal iltproduktion vil forbedre lysforholdene over et større område og øge arealet, hvor makroalger kan gro.

Når der ses bort fra opskyl på stranden vil stenrev med makroalger ikke fjerne næringsstoffer fra økosystemet, men fordi de flerårige makroalger nedbrydes langsommere end planteplankton, vil der være en tidsforskydning mellem næringsstofforbrug (og iltproduktion) og frigivelse af næringsstoffer (og iltforbrug). En del af den produktion, der er opbygget om sommeren under iltproduktion, vil blive nedbrudt om efteråret, hvor vandet er omrørt og uden risiko for iltsvind. I denne periode er iltforbruget og den tilhørende næringsfrigivelse af mindre betydning for miljøtilstanden.

I hvor stort omfang genetablering af hårdbundsområder med makroalger kan påvirke næringsstof-, lys- og iltforholdene i de omkring liggende områder kræver iværksættelse af målrettede pilotundersøgelser med etablering af test-stenrev.



Veletablerede og sunde bestande af bundvegetation er en forudsætning for at opnå en god miljøtilstand i vores fjorde og langs kysterne. Der er således gode argumenter for at gøre en aktiv indsats for at genetablere de forhold, der er afgørende for, at de store tangplanter og ålegræs kan få fodfæste igen.

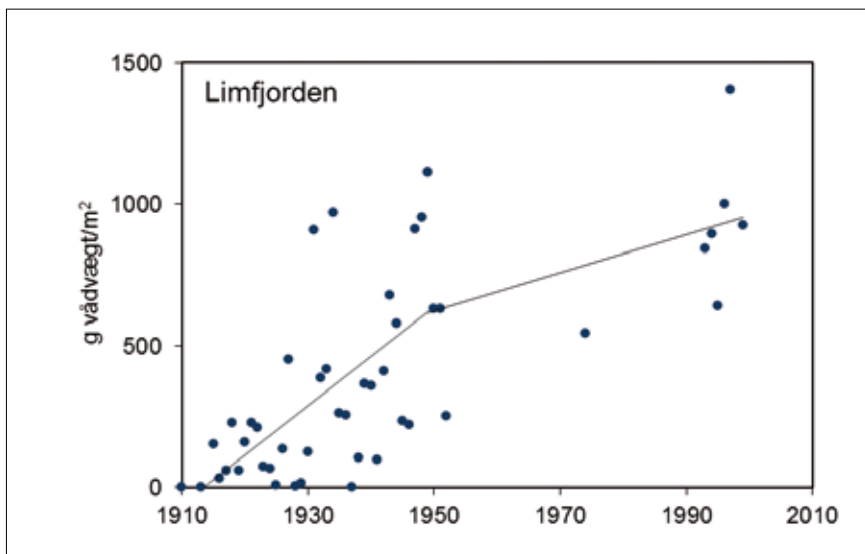
Læs mere om havets planter og stenrev:

Christensen, P.B. og Høglund, S. (eds) 2011. "Havets planter – på oplevelse i en ukendt verden". Aarhus Universitetsforlag

Dahl, K, Lundsteen, S og Helmig, S.A. 2003., Stenrev – havbundens oaser. Gads Forlag.

Referencer

- Banta GT, Petersen, MF og Nielsen, SL 2004. Decomposition of marine primary producers: consequences for nutrient recycling and retention in coastal ecosystems. In: Nielsen SL, Banta GT og Petersen, MF (eds). Estuarine nutrient cycling: The influence of primary producers - the fate of nutrients and biomass.
- Cebrian, J og Duarte, CM 1996. The fate of marine autotrophic production. *Limnology and Oceanography* 41: 1758-1766
- Desholm et al 2002. Status of the Baltic/Wadden Sea population of the Common Eider *Somateria m. mollissima*. *Wildfowl* 53: 167-203
- DMU & DTUAqua (2008). Betydning af bestanden af blåmuslinger for sigtgybden i Limfjorden. Notat juni 2008
- Edgar, G. J., C. Shaw, G. F. Watson, og L. S. Hammond. 1994. Comparisons of species richness, size structure and production of benthos in vegetated and unvegetated habitats in Western Port, Victoria. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 176: 201-226.
- Hagerman 1966. The macro- and microfauna associated with *Fucus serratus* L., with some ecological remarks. *Ophelia* 2: 1-43
- Kristensen, P. S. & Hoffmann, E. 2004. DFU-rapport nr. 130. Bestanden af blåmuslinger i Limfjorden 1993-2003.
- Limfjordskomiteen 1976: Limfjordsundersøgelsen 1973-75, delrapport 5: Bunddyr i Limfjorden.
- Schmidt, A. 2012. The role of marine macrophytes in providing essential ecosystem services: their relative contribution and how services are impacted by eutrophication. PhD thesis Dalhousie University Halifax, Nova Scotia
- Varming, S. (1987) Langtidsvariationer i Limfjordens bundfauna: Nissum og Livø Bredninger: 1918-1952. Speciale fra Århus Universitet; 157 sider (incl. data fra Dansk Biologisk Stations togtrapper stillet til rådighed af Varming)



Figur 3. For 100 år siden var muslingebestanden lav i fjordene (bl.a. Limfjorden) – men med øget udledning af næringsstoffer fra spildevand og dræning blev bestandene mere end 20-doblet over 30 år (Limfjordskomiteen 1976, Varming 1987, Kristensen og Hoffmann 2004, DMU og DTUAqua 2008, nederste figur). Edderfugle (øverst) er en af de arter der er afhængig af muslinger som føde, og som derfor findes i stort antal, hvor produktionen af planteplankton er stor og derfor kan opretholde store muslingebestande. Edderfuglen var da også været i fremgang i Danmark i den samme periode. Fra en dansk ynglebestand på omkring 1.200 - 1.500 par i 1930'erne steg bestanden til omkring 26.000 par i 1990 og 2009 (Desholm et al. 2002, Ekroos et al. 2012). Bæltet, især Storebælt og Femern Bælt har i mange år været et vigtigt spisekammer om vinteren for omkring 500.000 edderfugle fra Østersøen. Foto: Thomas W. Johansen.

Fokuseret indsats

Danmark skal leve op til målsætningen i EU's vandrammedirektiv om god økologisk tilstand for alle vandområder. I mange år har fokus været på at reducere næringsstofftilførslen. Men den økologiske tilstand i de enkelte vandområder er et resultat af mange forskellige påvirkninger som eksempelvis bundforhold, muslingeskrald, klimaforandringer og tilførsel af næringsstoffer. Når vi nu ændrer fokus fra en enkelt påvirkning (reduktion af næringsstoffer) til at have miljøets tilstand som mål, bliver det nødvendigt at

inkludere et bredt spektrum af påvirkninger og indikatorer, samt af viden om virkemidler til forbedring af miljøtilstanden.

Måltrettet videnindsamling, udvikling af planlægningsværktøjer og test af nye virkemidler som fx reetablering af ålegræs, etablering af stenrev, og dyrkning af kompensationsafgrøder som tang og muslinger er nødvendige og kan udføres over en kort årrække. Det er vigtigt at aktiviteterne fra starten målrettes, så det sikres at resultaterne kan danne baggrund for fremtidige beslutninger og reguleringer.