

Livet på den arktiske havbund

Dyr og planter på bunden af nordøstgrønlandske fjorde lever i mørke gennem syv vintermåneder ved en temperatur, der aldrig når over 0 °C. Alligevel har fjordene en imponerende artsrigdom med hundredvis af arter. Alger, der vokser over en meter om året og muslinger, der bliver mere end hundrede år gamle.

Af Mikael K. Sejr, Peter Bondo, Søren Rysgaard, Ronnie N. Glud og Martin E. Blicher

Cirka 2/3 af det arktiske område er dækket af hav. Halvdelen af dette er lavvandede områder. Ved de lave vanddybder spiller havbunden en vigtig rolle i det marine økosystem, idet den modtager og omsætter en stor del af mikroalgernes produktion fra vandfasen. Selv om det arktiske område ved første øjekast ser relativt ensartet ud, er der meget store regionale forskelle. Det skyldes primært påvirkningen af havis, og kysten ud for Nordøstgrønland er et af de steder, hvor påvirkningen fra havis er allerstørst. Området er derfor ideelt, hvis man vil undersøge samspillet mellem klima, havis og det marine økosystem.

Et ungt økosystem

I Young Sund, på den grønlandske østkyst, undersøger en gruppe forskere, hvordan dyr og planter på havbunden har tilpasset sig et liv under isen ved



Foto: Peter Bondo

Den store brunalge (Laminaria saccharina) bliver et par meter lang på bunden af Young Sund.

-1,6 °C. Selv om der er mørkt og koldt ved havbunden, står livet her i skærende kontrast til det gølle landskab. Havbunden bugner med liv. Og med en artsrigdom, der langt overstiger, hvad man finder på land. Det er ikke usædvanligt at finde mere end 100 forskellige arter af bunddyr inden for én kvadratmeter.

Edderfugle, hvalrosser, ringsælere og remmesælere har alle fundet ud af, at havbunden er et godt sted at søge føde. De lever alle helt eller delvist af muslinger, snegle og krebsdyr, som de finder på havbunden i det arktiske område.

På land må dyr og planter slås med vintertemperaturer på 30-40 graders frost. Det er en meget stor stressfaktor. På havbunden derimod svinger temperaturen kun få grader i løbet af året. Da de fleste bunddyr og alger har samme saltkoncentra-

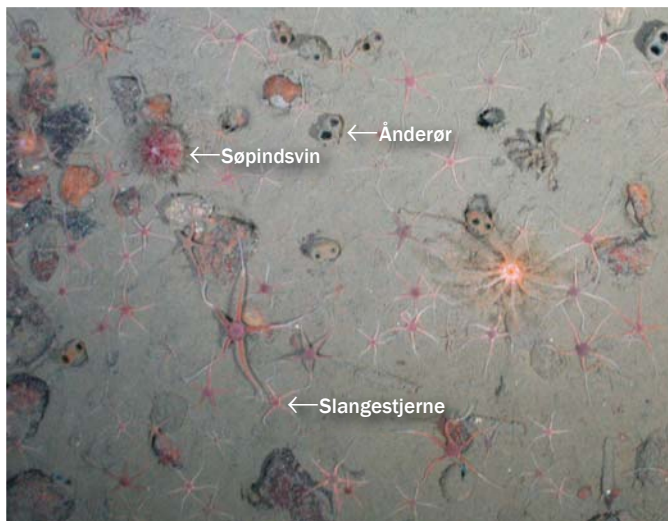


Foto: Peter Bondo

Havbunden på 40 meters dybde i Young Sund. Ånderør fra muslinger samt søpindsvin og slangestjerner.



Foto: Peter Bondo

Søanemoner på sten dækket af røde kalkalger i Young Sund.



Foto: Peter Bondo

Nærbillede af blødkoraller.

tion i kroppen som havvandet, er der ingen fare for at fryse til is og de lave temperaturer udgør derfor ikke, som man ellers skulle tro, en alvorlig stressfaktor for havbundens liv.

Den arktiske havbund er et

ungt økosystem, der først blev koloniseret for nylig. Under den sidste istid – for 15.000-20.000 år siden – var vandstanden i Arktis ca. 100 m lavere end i dag. Nutidens kystnære havområder lå dengang enten

over havniveau, eller også var de dækket af gletsjere. Da isen trak sig tilbage, og vandstanden steg for 6.000 til 14.000 år siden, blev den "nye" havbund primært koloniseret med arter fra Atlanterhavet. Derfor er den grønlandske havbund primært dækket af arter, som også findes i tempererede egne, og derfor kan langt de fleste arter af bunddyr og alger i Young Sund også findes i danske eller skandinaviske farvande – selv om forholdene her er meget anderledes.

Selv om den arktiske havbund er et ungt økosystem og forholdene er ekstreme, findes der mange forskellige arter af bunddyr. Et forsigtigt bud går på, at omkring halvdelen af alle Grønlands dyrearter er bunddyr, men vi ved meget lidt om den totale artsrigdom i havet. I Young Sund er der på vanddybder mellem 10 og 90 m indtil nu fundet 250 arter af bunddyr. De er vel at mærke fundet på et areal, der samlet er mindre end 8 m².

Brunalgerne vokser i mørke

I Young Sund findes de store alger fra 5 til 20 meters dybde. På lavere vand bliver de revet i stykker af isen, og på dybere vand er der for lidt sollys. Cirka 8 % af havbundens areal har denne dybde i Young Sund, men alligevel står de for 20 % af den årlige algeproduktion i fjorden. Det skyldes blandt andet, at nogle af de store arter af brunalger vokser op til halvanden meter om året. Det er ekstremt meget i forhold til plantevæksten på land, men svarer dog kun til hvad brunalger ved den amerikanske vestkyst kan vokse på en uge.

Brunalgernes årlige vækst i Young Sund begrænses ikke af det kolde vand, men af lystilgængeligheden. En del af sollyset kan faktisk godt trænge igennem havisen. Men er der blot 10-20 cm sne oven på isen, blokerer det for lyset. Omkring 75 % af den årlige mængde sollys i Nordøstgrønland blokeres på denne måde for algerne.

Makroalgerne har tilpasset sig de specielle livsbetingelser på flere måder. Faktisk vokser de mest om foråret, hvor isen sta-

dig blokerer for lyset. Selvom algerne står i mørke sker væksten ved hjælp af oplagret energi fra sommeren før. Ved at vokse inden lyset kommer, når algen at danne et stort blad, som derefter er klar til at fange mest muligt lys i løbet af den korte sommer. Mens algen vokser, optager den også næringsstoffer fra vandet. På dette tidspunkt af året er koncentrationen af næringsstoffer i vandet højest. Senere på sommeren, når planktonalgerne i vandet begynder at vokse, bliver der hård konkurrence om næringsstofferne (kvælstof og fosfor), der ofte bliver helt opbrugt i de øverste vandlag.

Muslinger og slangestjerner dominerer bunden

Slangestjerner er et af de mest karakteristiske bunddyr i Arktis. De findes i stort antal overalt i det Arktiske Ocean og også i Young Sund – op til 600 individer per kvadratmeter. Slangestjerner kan også være dominerende på bunden andre steder f.eks. i Skagerrak. Deres dominans i Arktis hænger muligvis sammen med, at de har et meget lille energiforbrug, hvilket giver dem en fordel, når de skal gennem den arktiske vinter, hvor mængden af tilgængelig føde på havbunden er minimal.

Muslinger er en anden vigtig gruppe af bunddyr. Muslingerne i Young Sund findes primært inden for et snævert dybdeinterval fra 10 til 40 meters dybde. Det er den dybde, hvor koncentrationen af planktonalger i vandet, som muslingerne lever af, er størst. Afstumpet sandmusling (*Mya truncata*) og hulemusling (*Hiattella arctica*) dominerer. Begge arter bliver omkring 5-6 cm store, og man finder op til 200 muslinger per kvadratmeter. Muslinger og slangestjerner findes, hvor der er sand eller mudderbund. Enkelte steder i fjorden består bunden af klipper, hvor der sidder søanemoner, blødkoraller, søfjer og søpunge.

Vandets lave temperatur er som nævnt ikke et stort problem for bunddyrene. Det primære problem er at finde noget



Foto: Mikael Sejr.

Hvalrosser hviler på stranden i Young Sund.

at spise. Om vinteren sker der ingen algeproduktion, og bunddyrenes eneste fødekilde er detritus – “gammelt” organisk stof med en ringe næringsværdi. De fleste arter skal derfor opbygge energidepoter om sommeren, som de kan tære på om vinteren. Den ringe tilgængelighed af føde og de lave temperaturer bevirker, at bunddyrene vokser langsomt og bliver meget gamle. Større arter som afstumpet sandmusling, grønlandsk hjertemusling (*Clinocardium ciliatum*) og søpindsvin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) bliver alle op til 45 år gamle, mens hulemuslingen kan blive over 100 år gammel. Men også i danske farvande kan man finde gamle bunddyr – eksempelvis molboøsters (*Arctica islandica*), som i ekstreme tilfælde kan blive over 200 år gammel.

Dyrene på havbunden er en vigtig fødekilde for flere dyr i området. Hver sommer ankommer omkring 2.500 par edderfugle fra Island for at yngle. De lever primært af muslinger og snegle, som de dykker ned til 25 meters dybde for at finde. Hvalrossen er en anden art, der dukker op om sommeren for at udnytte de mange muslinger i fjorden. I modsætning til

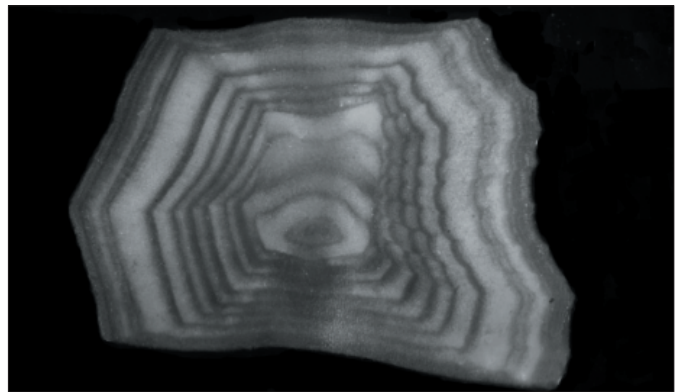
sæler og edderfugle, som sluger hele muslingen inklusiv skal, har hvalrossen udviklet en speciel teknik. Lige præcis hulemuslingen og den afstumpede sandmusling, som dominerer i Young Sund, kan ikke lukke deres skaller helt tæt. Den lille åbning i skallen udnytter hvalrossen til at suge bløddelene ud, hvorefter den efterlader skallerne på havbunden. Metoden er ganske effektiv, og i løbet af de ca. seks minutter, et dyk varer, når hvalrossen typisk at indtage omkring 50 muslinger.

Alder bestemmes ved vækstringe

Flere arter af bunddyr danner kalkstrukturer med årlige vækstringe (se fotos) der kan bruges til at estimere dyrenes alder og vækst. Ved at sammenligne væksten af muslinger og søpindsvin i Young Sund med væksten andre steder i Grønland, er det tydeligt, at der er store forskelle på væksthastighederne langs en klimagradiant (se figur 1, næste side). I fremtiden vil klimaet i Young Sund nærme sig det, vi i dag finder i Disko Bugten. Og klimaet og isforholdene i Disko Bugten vil i fremtiden nærme sig det, vi i dag finder omkring Nuuk.

Længden af algernes vækstsæson påvirker væksten hos både muslinger og søpindsvin, så jo mindre havis, der er, des hurtigere vokser dyrene. Søpindsvin i Disko Bugten vokser derfor

dobbelt så hurtigt som i Young Sund, da friskt algemateriale med højt energiindhold kun findes i Young Sund under den korte isfrie periode om sommeren.



Fotos: Martin Blicher

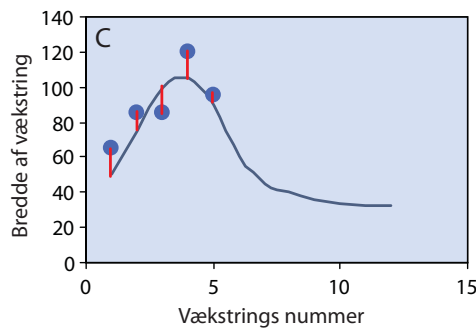
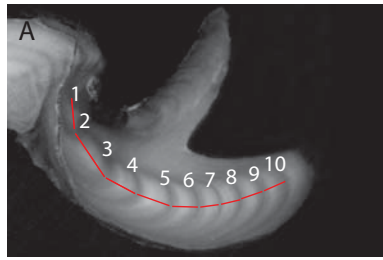
Flere grupper af bunddyr danner kalkstrukturer med vækstringe. Her er vist et tværsnit af en plade fra skallen af et søpindsvin (øverst) og af en muslingskal (nederst).

Analyser af vækstringe i bunddyr

Vækstlinjer i eksempelvis muslinger og søpindsvin indeholder vigtig biologisk information. Man bestemmer en muslings alder ved at tælle vækstringene (figur A). Måler man samtidig størrelsen af muslingen, får man et mål for, hvor hurtigt de enkelte individer vokser. De samvarende værdier for alder og størrelse for 30 individer (B) er beskrevet matematisk med en vækstfunktion.

Man kan også bruge vækstringene til at konstruere et vækstindeks, der beskriver hvilke år, de enkelte individer i en population generelt har vokset mere (positiv indeks) eller mindre (negativ indeks) end de plejer. Princippet går på, at man ud over at bestemme muslingens alder, også måler bredden af de enkelte vækstringe (angivet med røde streger i A).

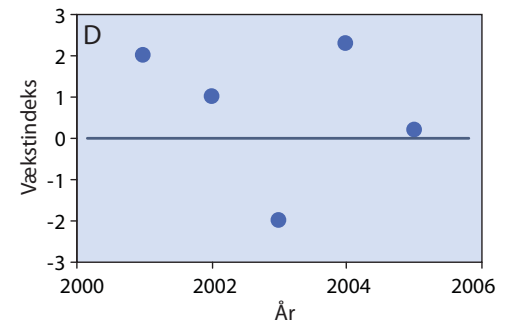
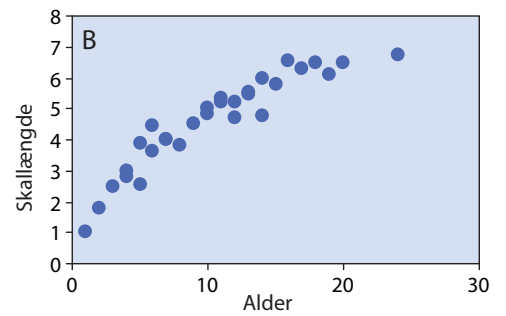
Den gennemsnitlige bredde af de enkelte vækstringer for hele populationen forløber typisk som den blå linje i C. Bredden af vækstringerne hos den enkelte musling (blå punkter i C) afviger typisk fra populationens gennemsnit. Indekset er baseret på afvigelse (røde streger i C). I figur C har muslingen vokset



mere end populationens gennemsnit (vækstindeks lig med nul i D) i dens 1., 2., 4. og 5. år, mens den i sit 3. år voksede mindre end gennemsnittet. Indekset for denne musling vil, når man standardiserer indekset og relaterer

muslingens alder til kalenderår, give et indeks der er positivt i 2001, 2002, 2004 og 2005. Ved at måle på mange muslinger, kan man beregne årlige gennemsnitssværdier for hele populationen, og dermed undersøge om hele

populationen havde en negativ vækst i 2003. Hvis det er tilfældet, er næste skridt at finde årsagen til, at 2003 gav forringede vækstforhold for muslinger. I Young Sund vil det sandsynligvis skyldes, at der var meget is.



Mængden af havis spiller altså en væsentlig rolle for geografiske forskelle i havets produktivitet i Arktis. Ikke kun for algerne, som er afhængig af sollyset, men også for det næste led i fødekæden, som lever af algerne.

I Young Sund varierer mængden af is fra år til år. Ved at analysere vækstringene i muslinger kan man rekonstruere muslingernes vækst de sidste 30 år (se boks). Sammenholder man data for muslingernes vækst med

data for mængden af is i fjorden viser det sig, at muslingerne generelt vokser lidt mere i år, hvor der er lidt is i fjorden. Selv om der er andre faktorer end isen, der påvirker væksten, er det et meget godt fingerpeg om, hvad vi kan forvente i fremtiden, hvis isen fortsætter med at forsvinde.

Bunddyrene omsætter kun 15 % af det kulstof, der når bunden. Alligevel er bunddyrene vigtige. De udgør nem-

lig størstedelen af biomassen i fjorden. Mens biomassen af dyr og alger i vandet opgøres i milligram per kvadratmeter, måler vi biomassen af bunddyr i gram eller sågar kilo per kvadratmeter.

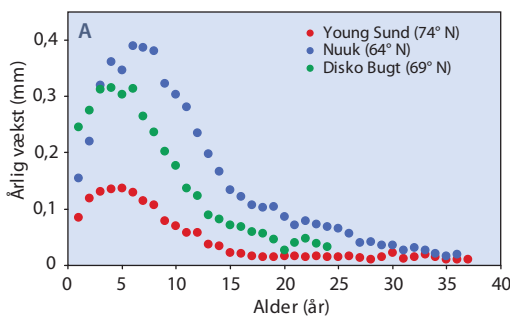
Selvom dyrene lever under ekstreme forhold og har en meget langsom vækst giver deres høje alder kombineret med en høj grad af stabilitet en meget høj biomasse af bunddyr i Young Sund. Stabilitet betyder også, at dyrene overlever i

lang tid. Når der er op til 1 kg muslinger per kvadratmeter, skyldes det 30-50 års uforstyrret vækst. Men der er områder af Young Sund, hvor stabiliteten er for ringe til, at muslingerne kan etablere sig. På yderkysten går der jævnligt store isbjerge på grund. De laver store kratere på havbunden og knuser muslingerne.

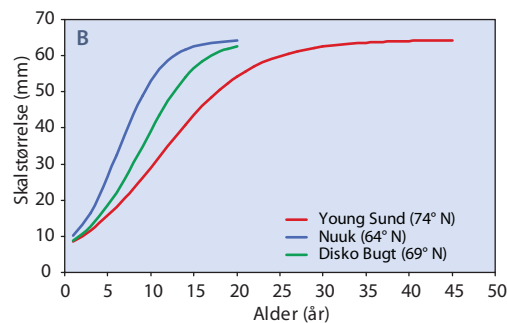
Bliver en havbund, der domineres af 30 til 50 år gamle individer, ødelagt, tager det lang tid at vende tilbage til den oprindelige tilstand. Den arktiske havbund er derfor sårbar overfor ændringer, der nedsætter stabiliteten. Trawling med fiskeredskaaber, olieudvinding og indvandring af nye arter, som eksempelvis muslingespisende krabber, er nogle af truslerne.

Scenarier for fremtiden

Alle data tyder på, at den isfrie periode i Young Sund vil øges fra de nuværende cirka 2,5 måneder til 4,5 måneder i slut-



Figur 1. To typer af vækstkurver baseret på analyser af vækstringe. A) Gennemsnitlig årlig tilvækst som funktion af muslingens alder (grønlandsk hjertemusling, *Clinocardium ciliatum*) fra tre forskellige steder i Grønland.



B) Matematiske vækstfunktioner for søpindsvin (*Strongylocentrotus droebachiensis*), der viser dyrets størrelse som funktion af alder forskellige steder i Grønland. For begge arter ses en markant langsommere vækst i Young Sund.

ningen af dette århundrede. Det betyder, at mængden af tilgængeligt sollys for algerne fordobles, og deres årlige produktion øges. Når mere frisk organisk stof daler ned på havbunden, øges væksten af bunddyrene højst sandsynligt også.

Det lyder umiddelbart som en fordel, men det varmere klima medfører også mere negative effekter, da dyr og planter rykker deres udbredelsesgrænser længere nordpå. Nye arter, som endnu ikke findes i Young Sund, vil muligvis finde vej fra Sydgrønland. Eksempelvis er blåmuslingen for nylig blev fundet på Svalbard efter at have været fraværende i mindst 1.000 år. Ændringer i sammensætningen af arter på havbunden kan få stor betydning for dyr som edderfugle og hvalrosser, der hovedsageligt lever af at spise nogle ganske få muslingearter. I den canadiske del af Arktis er der indikationer på, at fødetilgængeligheden for den specielle brilleedderfugl

er blevet reduceret. Dels er fuglens foretrukne bytte muslingen *Macoma calcarea* (som også er talrig i Young Sund) erstattet af en anden og mindre muslingearter med tykkere skal. Dels har flere fisk i området ført til øget konkurrence om føden.

Men det er svært at overføre resultater fra én arktisk region til en anden. Baseret på undersøgelserne i Young Sund tyder meget på, at hvalrosserne ikke påvirkes negativt, hvis isen forsvinder. Tværtimod vil de få adgang til de kystnære områder, hvor muslingerne findes i en længere periode om sommeren. Den modsatte konklusion er udenlandske forskere nået frem til for hvalrosserne nord for Alaska. Her forventer man, at populationen går tilbage, hvis isen fortsætter med at trække sig nordpå. Det skyldes, at store områder af Beringshavet mellem Alaska og Rusland har dybder på under 50 m. Hvalrosserne dykker derfor efter muslinger meget langt

fra land, og er afhængige af at kunne hvile på isflagerne i stedet for på land, som hvalrosserne i Østgrønland gør. Fortsætter isen med at forsvinde, vil hvalrosserne blive tvunget til at søge tættere på land for at hvile, og området hvor de kan søge føde bliver derfor reduceret.

I Young Sund vil det marine overvågningsprogram MarinBasis også fremover indsamle data fra alle led i den marine fødekæde. Kombineret med nye forskningsprojekter fortsætter arbejdet i Young Sund med at bidrage til vores forståelse af det komplicerede samspil mellem klima, is og livet på den arktiske havbund. ■

Om forfatterne

*Mikael K. Sejr er seniorforsker
e-mail: mse@dmu.dk
Peter Bondo er seniorforsker
e-mail: pbc@dmu.dk
Begge Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet*

*Søren Rysgaard er professor ved
Grønlands Naturinstitut.*

*Ronnie N. Glud er professor ved
Scottish Association of Marine
Science (Ø København Univ.)*

*Martin Blicher er
ph.d.-studerende ved
Københavns Universitet
(Ø Grønlands Naturinstitut)*

Litteratur

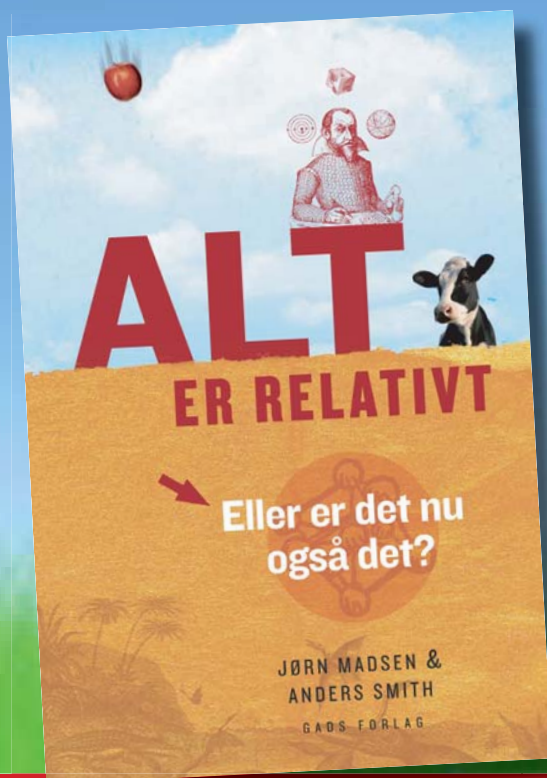
Born, EW. 2005: Grønlands hvalrosser. Grønlands Naturinstitut, Nuuk. 79 sider.

Rysgaard, S. & R.N. Glud (red.), 2007: Carbon cycling in Arctic marine ecosystems: Case study Young Sound. Meddelelser om Grønland, Bioscience 58. 214 sider.

*Hjemmeside for overvågningsprogrammet Marin Basis:
www.g-e-m.dk*

Denne bog indeholder (næsten) alt, hvad du bør vide om naturvidenskab – og måske også lidt, du ikke bør vide.

★★★★★ “(...) skal ikke kun roses, fordi den levende fortæller om alt det fornuftige, vi ved om verden, men også fordi den beretter om alt det sludder, vi undertiden billedes ind. Myter, der undergraver det, vi faktisk ved (...) Det er præcis denne pointe om, at viden er sjov og spændende, som det lykkes så fint at få viderebragt til læseren.” – *Jyllands-Posten*



269,- (Vejl. pris)

Gads Forlag