



Klimaforskning ved Forskningsstation Zackenberg

Af Morten Rasch

Ved Forskningsstation Zackenberg i Nordøstgrønland har danske forskere siden 1995 studeret klimaets indflydelse på det arktiske økosystem. Resultaterne viser, at økosystemet i det nordøstlige Grønland vil ændres væsentligt i løbet af de næste hundrede år som følge af de forudsagte klimaændringer, og at disse ændringer i de arktiske økosystemer i sig selv kan påvirke jordens klima.

Forskningsstation Zackenberg

I 1992 tog en gruppe biologer og naturgeografer fra Københavns Universitet initiativ til etablering af en forskningsstation ved Zackenberg i Nordøstgrønland. Formålet med forskningsstationen var at sikre en platform for klimaforskning i et af verdens mest øde områder. I 1995 startede forskningsaktiviteterne og Forskningsstation Zackenberg (figur 1) er netop nu i gang med sin 11. sæson. Traditionelt har forskningsstationer væsentligst været avancerede hoteller for forskere med laboratorier og mulighed for lån af feltudstyr. Ved Zackenberg ville vi noget mere. Stationen dri-

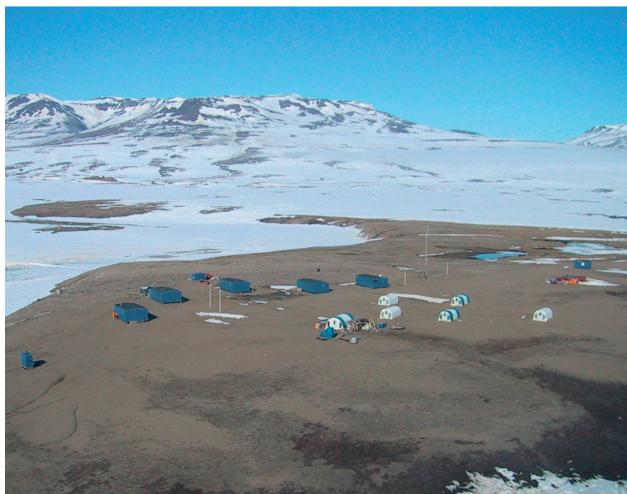
ver derfor et meget omfattende miljøovervågningsprogram, Zackenberg Basic, som hvert år måler flere tusinde fysiske og biologiske parametre ved Zackenberg og i havet ud for Zackenberg. Tilsammen giver disse data

mulighed for at følge hvorledes almindelige klimavariationer og mere permanente klimaændringer påvirker funktionen af et arktisk økosystem. Zackenberg Basic drives som et samarbejde imellem forskere ved Grønlands

Forundersøgelser (Asiaq), Grønlands Naturinstitut, Danmarks Miljøundersøgelser og Københavns Universitet via midler fra Grønlands Hjemmestyre og Miljøstyrelsen.

Klimaudvikling i Arktis

I efteråret 2004 udgav et konsortium af AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme), CAFF (Conservation of Arctic Flora and Fauna) og IASC (International Arctic Science Committee)



Figur 1: Forskningsstation Zackenberg.

Foto: Henrik Philipsen, PolarPhotos, Dansk Polarcenter.

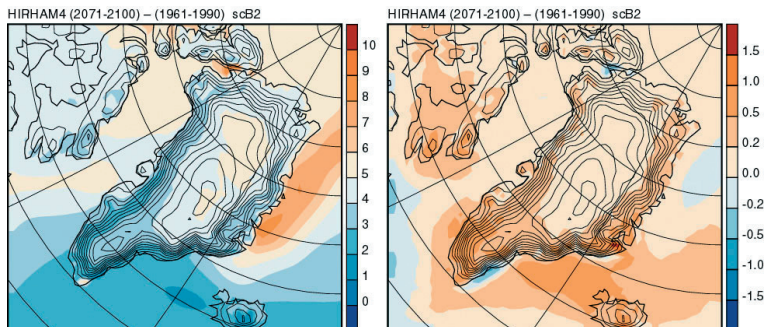


på initiativ fra Arktisk Råd (www.arctic-council.org) en rapport om klimaændringernes betydning i Arktis. Rapporten hedder Arctic Climate Impact Assessment og er skrevet af en lang række af verdens førende specialister indenfor arktisk klimaforskning. Rapporten konkluderer, at de forventede menneskeskabte klimaændringer som følge af afbrænding af fossile brændstoffer, vil blive større i Arktis end noget andet sted på jorden. Årsmidtemperaturen vil flere steder i Arktis stige med op til 8 grader celsius i løbet af de kommende 100 år, og flere modeller viser, at det permanente havisdække i Polhavet vil forsvinde inden 2090. Arctic Climate Impact Assessment konkluderer endvidere, at de forudsagte klimaændringer vil få store konsekvenser på de arktiske økosystemer.

På trods af, at de arktiske økosystemer er relativt simple i forhold til mange andre af jordens økosystemer, er vores nuværende kendskab til økosystemernes funktion for begrænset til, at vi kan modellere fremtidens arktiske økosystemer og således med blot en nogenlunde god præcision forudsige udviklingen af fx snedækket, vegetationen og dyrebestandene. Det er i denne sammenhæng, at målingerne fra Zackenberg kan blive relevante.

Fremtidens klima i Nordøstgrønland

De globale klimamodeller er ikke nøjagtige nok til at forudsige klimaet i mindre geografiske områder som for eksempel Nordøstgrønland. Til dette formål anvendes lokale klimamodeller. Danmarks Meteorologiske In-



Figur 2: Klimamodel for Nord- og Nordøstgrønland. Modellen viser ændringen af klimaet i Nord- og Nordøstgrønland fra normalperioden 1961-1990 til normalperioden 2071-2100. Den venstre figur illustrerer ændringen af temperaturen i grader celsius 2 meter over terrænet. Den højre figur illustrerer ændringen af forskellen imellem nedbør og fordampning i mm per dag. En værdi på in mellem 0,2 og 0,5 mm per dag svarer i denne sammenhæng til, at den årlige nedbør vil stige med 75 – 180 mm, hvis fordampningen antages at forblive konstant. Den nuværende årsnedbør ved Zackenberg er ca. 250 mm. Kilde: Rysgaard et al. 2003: *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 35(3), side 309.

stitut har lavet sådan en lokal klimamodel for Nordøstgrønland (figur 2). Den viser, at temperaturen i Nordøstgrønland vil stige med ca. 8 grader celsius over de næste ca. 100 år. Hvis dette sker, vil de højarktiske områder og dermed deres karakteristiske økosystemer helt forsvinde fra Nordøstgrønland.

En væsentlig del af den meget store forventede opvarmning lokalt i Nordøstgrønland skyldes, at den mere eller mindre permanente havis udfør Nordøstgrønland, Storisen, vil forsvinde. Når Storisen forsvinder, vil der ske en svækkelse af højtrykket over Nordøstgrønland, og dette vil åbne mulighed for, at varmere luftmasser vil kunne trænge op til Nordøstgrønland. Samtidig vil afsmeltningen af havisen resultere i en væsentlig ændring af

den lokale energibalace. Havis reflekterer ca. 80 % af solens lys, mens havvand kun reflekterer ca. 30 % af solens lys. Det lys, som ikke reflekteres vil absorberes og gå til opvarmning eller smeltning af havisen eller til opvarmning af havvandet. Bortsmeltningen af havisen vil således i sig selv føre til, at området i Nordøstgrønland vil få en ændret energibalace, hvor mere af solens stråling absorberes og fører til yderligere opvarmning. Dette fænomen kaldes for en feedbackmekanisme.

Feedback mekanismer

Der findes en lang række feedbackmekanismer i Arktis, hvoraf nogle, de positive feedbackmekanismer, vil føre til forøget opvarmning, mens andre, de negative feedbackmekanismer, fører til reduceret opvarmning.

Hydrografiske og marinbiologiske målinger fra Zackenberg viser, at den biologiske produktion i havet er koncentreret til perioden med isfrie forhold, ved Zackenberg typisk august - oktober. Ved den biologiske produktion omsættes kuldioxid til organisk stof. Hvis den isfrie periode forlænges, vil den biologiske produktion og dermed omdannelsen af kuldioxid til organisk stof i havet således forøges. Da en stor del af det biologiske materiale, som dannes i havet, ikke bliver omsat, men falder til bunds og begraves i sediment, vil denne mekanisme isoleret kunne føre til reduktion af atmosfærens kuldioxid indhold og dermed en reduktion af den menneskeskabte drivhuseffekt.

På samme måde, som afsmeltningen af havis fører til en forøget absorption af varme, vil også afsmeltning af sne føre til forøget opvarmning. Da store dele af Højarktisk er præget af områder med et meget tyndt snedække kan denne feedbackmekanisme få stor betydning inden for en overskuelig fremtid.

Effekter på kryds og tværs

Der er i arktiske økosystemer en lang række feedbackmekanismer knyttet til både det fysiske og det biologiske miljø. Det er kvantificeringen af alle disse feedbackmekanismeres samlede effekt på jordens klima, som er en væsentlig del udfordringen ved Zackenberg. Det er relativt enkelt, at vurdere enkeltstående feedbackmekanismeres effekt, men for at forstå den samlede effekt er der behov for relativt komplicerede modeller, da ændringer af en enkeltaføkosystemetsprocesser kan have betydning for en lang række af økosystemets øvrige processer, som igen kan påvirke den proces, som påbegyndte ændringen. Der er således tale om en kaskade af effekter, som påvirker hinanden på kryds og tværs.

Hvis for eksempel snedækket, som forventet, forøges om vinteren og antallet af situationer med tøvejr forøges om vinteren, vil dette formentlig have en negativ effekt på moskusoksebestanden i Nordøstgrønland, dels fordi de ikke så let vil kunne finde føde under det tykkere snedække og dels fordi de ishorisoner, som dannes isneen efter episoder med tøvejr, kan gøre det umuligt for moskusokserne at grave sig igennem snedækket. Omvendt vil det formentlig have en positiv effekt på lemmingbestanden, da de under den tykkere snepakke vil opleve en bedre beskyttelse mod rovdyr om vinteren. Den samlede effekt vil formentlig være en reduceret græsning af vegetationen, og dermed en ændret kulstofbalance, i økosystemet, som i sig selv påvirker drivhuseffekten. En samlet kvantificering af effekten på klimaet af denne række af effekter kræver altså, at der holdes regnskab med langt de fleste af økosystemets processer, og det er derfor, at det er så vigtigt at have 'følere' placeret overalt i økosystemet.

Danmark og Grønland i førertrøjen

I Zackenberg Basic søger vi svar på følgende to spørgsmål:

1. Hvordan vil de forventede fremtidige klimaændringer påvirke det højarktiske økosystem?
2. Hvordan vil de højarktiske økosystemer påvirke jordens klima?

For at kunne svare ordentligt på disse to spørgsmål, bliver man på grund af den store kompleksitet i funktionen af det, som vi ellers normalt vil kalde meget simple økosystemer, nødt til at have "følere" placeret rigtig mange steder i økosystemet. Da danske og grønlandske myndigheder allerede for 10 år siden startede et

tværfagligt og meget omfattende miljøovervågningsprogram i et af verdens mest øde områder, placerede de derfor Danmark/Grønland i en international "førertrøje" med hensyn til arktisk klimamonitering. Denne førerposition kan bibeholdes i mange år fremover. Mens andre lande er ved at starte arktiske klimamoniteringsprogrammer op, er folkene bag Zackenberg gået i gang med den første samlede afrapportering af de første 10 års arbejde. Afrapporteringen vil udkomme i 2007 som en engelsksproget lærebog på et internationalt forlag.

*Morten Rasch
Logistikchef
Dansk Polar Center
Ph.D., Videnskabelig leder
Forskningsstation Zackenberg*

*Supplerende information
www.zackenberg.dk*

Supplerende litteratur

ACIA 2004: Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press. 139 sider.

Meltofte, H. (red.) 2002: Sne, is og 35 graders kulde. Hvad er effekten af klimaændringer i Nordøstgrønland. Tema-rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser 41/2002. 88 sider.

Rasch, M. (red.) 2000: Zackenberg Station – en platform for højarktisk økologisk forskning i Nordøstgrønland. Kaskelot 127. 31 sider.

Thing, H. & Rasch, M. 2000: Forskningsstation Zackenberg. Topografisk Atlas Grønland. Udgivet af Det Kongelige Danske Geografiske Selskab og Kort & Matrikelstyrelsen. C.A. Reitzels Forlag. Side 186-189.

Månedens link:
www.zackenberg.dk