



WILHJELM +6

Naturen og dens forvaltning i lyset af klimaforandringerne

Marie Dam
Jonas Geldmann
Anders Gideon
Karen Sofie Hammer
Andreas Kelager
Emilie Müller
Martin Olsen
Merian Skouw-Rasmussen

Wilhelm+6

Naturen og dens forvaltning i lyset af klimaforandringerne

Redaktion

Marie Dam, Jonas Geldmann, Anders Gideon, Karen Sofie Hammer,
Andreas Kelager, Emilie Müller, Martin Olsen &
Merian Skouw-Rasmussen

Publikationen er udgivet med støtte fra:



AAGE V. JENSENS FONDE

Kolofon

Titel:

Wilhjelm+6
Naturen og dens forvaltning
i lyset af klimaforandringerne

Redaktion:

Marie Dam, Jonas Geldmann,
Anders Gideon, Karen Sofie
Hammer, Andreas Kelager,
Emilie Müller, Martin Olsen &
Merian Skouw-Rasmussen

Udgiver:

Danmarks Naturfredningsfor-
enings studenterkomiteer på
Københavns Universitet og
Roskilde Universitetscenter
Masnedøgade 20
2100 København Ø

Internet:

www.dn-ku.dk
www.dn.dk/ruc

Tryk:

PrinfoHolbæk-Hedehusene
A/S

ISBN:

978-87-991872-1-8

Pris: 100 DKK



Bedes citeret:

Dam, M., Geldmann, J., Gideon, A.,
Hammer, K.S., Kelager, A., Müller,
E., Olsen, M. & Skouw-Rasmussen,
M. (red.): *Wilhjelm+6 Naturen og dens
forvaltning i lyset af klimaforandringerne*.

Publikationen kan downloades på
www.dn-ku.dk. Eller købes ved
henvendelse til Jonas Geldmann,
jgeldmann@hotmail.com.

Omslagsillustrationer:

Efterårstræer: Kathrine Søbye
Møns Klint: Michael Stoltze

Studenterkomiteerne:

Studenterkomiteerne blev startet på
initiativ fra Danmarks Naturfred-
ningsforening for at skabe et forum,
hvor studerende fra landets univer-
siteter og lærerseminarier kan arbej-
de for en bedre natur og et godt mil-
jø ud fra deres faglige kompetencer.
Studenterkomiteen på Roskilde
Universitetscenter blev startet efter-
året 2004 og komiteen på Køben-
havns Universitet kom til i efteråret
2005.

Publikationen er svanemærket, og trykt
på 100 % genbrugspapir "CyclusPrint",
der produceres i Odense, på verdens
mest miljøvenlige papirfabrik (se mere
på www.dalumpapir.dk).

Indhold

Forord	7
Velkomst	13
<i>af Merian Skouw-Rasmussen</i>	
Scenarier for fremtidens klima	17
<i>af Ole Bøssing Christensen</i>	
Hvad fortæller fortidens klima om fremtidens natur?	29
<i>af Jørgen Peder Steffensen</i>	
Nuværende rammer for en foranderlig natur	47
<i>af Peder Agger</i>	
Jordbund, klima og fremtidens natur	63
<i>af Inger Kappel Schmidt</i>	
Ændrede vilkår i landbruget: En ny natur?	73
<i>af Peter Esbjerg</i>	
Forvaltningen af den terrestriske natur i fremtidens Danmark	83
<i>af Jørgen E. Olsen</i>	
Fastholdelse eller fornyelse af arts-sammensætningen i Danmark	103
<i>af Carsten Rahbek</i>	
Forvaltning af nye og gamle arter	117
<i>af Hans Erik Svart</i>	
Hvilken natur skal vi satse på i fremtiden?	127
<i>af Rasmus Ejrnæs</i>	
Oplæg til debat	143
<i>af Kjeld Hansen</i>	
Debatten	146

Forord

København, februar 2008

Naturforvaltningen i Danmark står i dag overfor et valg; skal naturen forvaltes med hensyntagen til fremtidige klimascenarier og de ændringer af naturens vilkår de medfører, eller skal vi fastholde naturen i dens nuværende rammer. Hvem skal træffe det valg - og på hvilket grundlag?

Med dette års Wilhjelmkonference forsøgte studenterkomiteerne under Danmarks Naturfredningsforening at belyse, hvordan den danske natur bedst forvaltes i forhold til de kommende klimaforandringer. Det blev på baggrund af de otte indlæg hurtigt klart, at klimaet ikke alene vil være styrende for, hvordan den danske natur kommer til at se ud i fremtiden, men at mange, mere jordnære forhold har mindst lige så stor betydning for naturens vilkår.

Klimaet er et globalt problem, som kræver fælles handling på tværs af landegrænser. Desværre er mange internationale klimaaftaler mere varm luft end orienteret mod konkrete handlingsforslag, selvom selv de mest optimistiske scenarier fra FNs klimapanel tyder på, at temperaturerne fortsat vil stige. Det er derfor opløftende, at vi i Danmark kan gøre meget for vores natur på egen hånd, og selv få afgørende betydning for bevarelsen af den danske natur på sigt – hvis vi vil.

Klimaændringerne vil betyde forandrede betingelser for den danske natur, ikke mindst fordi der mangler plads til dynamik. Det danske landskab er formet af vand; fra den midtjyske højderyg, der rejste sig

foran istidens gletschere, over vores lange kyststrækning, til de bølgede ådale. I dag har vi undervundet vandet i landskabet, hvor udrettede åer samt drænede marker og skove dominerer. Der er ikke længere plads til naturens frie dynamik, og naturen er efterladt i små og fraktionerede områder. Flere af konferencens talere lagde i høj grad vægt på betydningen af næringsstofftilførslen og arealanvendelsen for naturens nutidige og fremtidige tilstand, hvor især det intensivt drevne landbrug i dag tegner det danske landskab.

Konsekvensen er en natur, der er præget af det, der var til overs. I relation til klimaforandringerne er dynamikken mere væsentlig en nogen sinde: sydlige arter vil trække nordpå og Danmarks placering mellem Atlanterhavet, Centraleuropa og det boreale Skandinavien, giver os en unik mulighed for en rigere natur, hvis den forvaltes med omtanke og fremsyn.

Naturen og klimaet skal tænkes sammen i en langsigtet planlægning, der dels forholder sig til vores nuværende arealanvendelse og dels til effekterne af klimaforandringerne. Den næringsdyne, der er lagt over det danske landskab, truer flere af de mest værdifulde danske naturtyper og betyder en ensretning af naturen, hvor få næringskrævende arter dominerer. Varmere temperaturer og mere nedbør vil kræve, at naturen får plads til (naturlige) forandringer: Dyr og planter skal kunne flytte sig i landskabet, så de sikres bedst mulige betingelser på trods af et ændret klima, og kan indgå i nye dynamiske og økologiske sammenhænge. En styrket klimaindsats handler derfor ikke kun om CO₂-udslip og nye teknologiske landvindinger. Den handler om en helhedstanke, hvor indsatsen for at mindske vores påvirkning af det globale klima kobles til den natur og de organismer, der skal leve under de ændrede forhold. Vi skal tænke på generel bæredygtighed, ikke kun klima, når vi påvirker

vores natur og omgivelser. Den nye ministerielle opsplitning af klima og miljø er derfor uheldig, da det kan vanskeliggøre udarbejdelsen af en samlet plan, der både fokuserer på middel og *mål* for fremtidens natur og miljø.

Er vi klar til at lave en samlet national handlingsplan for natur og miljø? Den generelle viden om den danske natur er meget begrænset, og kendskabet til naturtyper og artssammensætning er for utilstrækkelig til at danne et reelt billede af naturens tilstand. Mange af de udfordringer vi, i dag står overfor, kræver, at der indsamles mere viden, og at der skabes overblik over de nuværende forhold. Denne indsats er essentiel for at kunne forudsige de fremtidige konsekvenser af et forandret klima og fastsætte ambitiøse mål for den danske natur.

Med Wilhjelms ønskede vi at lade forskere og forvaltere sætte deres viden i spil overfor et bredt publikum og videreføre den tradition, Wilhjelmudvalget blev repræsentanter for i 2001. Hvis vi vil sikre, at naturforvaltningen har et stærkt fagligt fundament, er det nødvendigt at få fagligheden på banen også i den brede opinion. Det er vigtigt, at forskerne er villige til at tage udfordringen op i den offentlige debat, og dér repræsentere deres fagligt funderede holdninger, og ikke deres videnskabelige forbehold. Men ofte har forskerne været bange for at trække de klare linjer fra de opstillede spørgsmål i fondsansøgningerne til forskningsresultaternes konklusioner. Konferencens talere viste tydeligt, at lysten og viljen til, at forskningen går forrest, er til stede, når det gælder om at sætte dagsordenen. Det blev desuden tydeligt, at der *er* klare svar i det videnskabelige miljø, og at der *bliver* lyttet. Mange af konferencens deltagere var lokalpolitikere og forvaltere, og fra flere lød

efterfølgende fortrøstningsfulde meldinger over den klarhed, hvormed de videnskabelige undersøgelser blev fremlagt.

Universiteterne i Danmark har et ansvar for at være akademiske fyrtårne i samfundet og stræbe efter den højeste erkendelse, men universiteterne har også et ansvar for, at den viden, der dannes, bliver brugt i samfundet og brugt korrekt. I dag tillægges holdninger mere betydning end det saglige fundament, og journalisternes eneste krav til samfundets debattører er en mening – gerne to og gerne modsatrettede. I et sådan politisk miljø er det vigtigt, at forskerne ikke kun er loyale overfor deres videnskabelige principper og statistiske usikkerheder, men også overfor deres egne overbevisninger og holdninger. Det kræver mod fra forskerne at turde tage deres resultater videre end til de videnskabelige tidsskrifters sikre rammer og udskifte diskussionerne med klarhed og konklusioner. Især klarhed om konsekvenserne for naturen og miljøet og de faktorer, der har indflydelse herpå, er nøglen til befolkningens engagement, tillid og derigennem politiske vilje til at handle. Det er derfor nødvendigt, at de forskere, der mener, at deres resultater er vigtige nok til handling, også tager springet.

Forskere på diverse forskningsinstitutioner sidder med hver deres små dele af en samlet plan stærkt funderet i videnskabelige undersøgelser og erkendelse. I det videnskabelige miljø mangler der forståelse og accept af, at det også er disse forskere, der skal samle og levere planen. Først når forskerne tager dette ansvar på sig og samles om en fælles og klar udmelding, kan vi håbe, at det bliver videnskabeligt fakta, der vægtes tungest. For hvor det videnskabelige fremskridt lever af den konstruktive kritik, lever det politiske fremskridt af klarhed, visioner og vilje. Det er det, forskerne skal turde give.

Med dette års Wilhjelmkonference og denne efterfølgende publikation har vi fra studenterkomiteerne villet stykke et par af brikkerne i den overordnede plan sammen, som vi mente var vigtigst. Det er lykkedes over al forventning gennem en række af motiverede og engagerede indlæg, hvor de indbudte talere tog udfordringen op og så videre end deres resultater, frem mod en vision for et grønnere Danmark. Det var det samme vovemod, der sikrede den oprindelige Wilhjelmrapport sin fremtrædende rolle i dansk naturpolitik, og vi håber, at de indbudte forskere sammen med deres kollegaer vil være med til at tage faklen, og at denne rapport kan blive en del af kampen for *en rig natur i et rigt samfund*.

Arrangørerne

Marie Dam, *biologistuderende, KU,*

Jonas Geldmann, *biologistuderende, KU,*

Anders Gideon, *cand.scient.,*

Karen Sofie Hammer, *miljøbiologistuderende, RUC,*

Andreas Kelager, *biologistuderende, KU,*

Emilie Müller, *cand.techn.soc.,*

Martin Olsen, *cand.scient. og*

Merian Skouw-Rasmussen, *biologistuderende, KU*

Velkomst

*Af Merian Skouw-Rasmussen Danmarks Naturfredningsforenings
Studerterkomite på Københavns Universitet og stud.scient., Biologi,
Københavns Universitet*

Wilhelm+6 gruppen er stolte af, at kunne byde jer alle sammen rigtig hjerteligt velkommen til konferencen. Naturen og klimaet forandres, og denne konference sætter fokus på, hvordan vi skal forholde os til forandringerne og sikre den bedste forvaltning af den danske natur.

Vi er en gruppe studerende fra Danmarks Naturfredningsforenings studenterkomiteer ved Københavns Universitet og Roskilde Universitetscenter, som mener, at det er vigtigt, at de fremtidige problematikker for naturen i Danmark sættes på dagsordenen. Vi er derfor glade for, at deltagerlisten vidner om en bred interesse for emnet med deltagere fra NGO'er, ministerier, kommuner, konsulentvirksomheder samt forskere, studerende og naturinteresserede.

Isbjørnen er blevet et symbol på effekten af de klimaændringer, hele verden taler om, og flyver op til Grønland for at bese med egne øjne. Alle snakker om at redde isbjørnen. Den er blevet de politiske verdenslederes darling. Men i skyggen af den store bamses pludselige popularitet, vantrives den "almindelige" natur. For hvordan kommer det til at gå med frøplanter, fisk, frøer og fugle, når klimaet forandrer sig? Det snakker desværre kun de færreste om, trods vigtigheden af at tage hånd om vores egen natur.

Derfor vil denne konference tage udgangspunkt i, hvordan naturen i Danmark skal forvaltes under de forudsætninger, som de kommende klimaændringer medfører. Vi vil ikke fordybe os i, hvordan man begrænser ændringerne, eller diskutere årsagerne til klimaforandringerne.

Det er der allerede andre, der gør og har gjort gennem længere tid med succes. Vi vil derimod lade naturen komme til orde i den ellers meget CO₂-styrede debat og se nærmere på, hvilke muligheder naturen har i en verden styret af menneskelige interesser.

Det er anden gang studenterkomiteerne står bag Wilhjelmkonferencen, og vi vil i forlængelse af Wilhjelmrapporten fra 2001 gerne sætte fokus på naturforvaltningen. Det er emnet for dagens konference:

"Naturen og dens forvaltning i lyset af klimaforandringerne"

Vi mener, at der i væsentlig grad mangler fokus på, hvilke problemer vi står overfor herhjemme. Derudover mener vi, der er et stort behov for at belyse emnet: Hvordan kommer den danske natur til at se ud i fremtiden? "Kvaliteten af Danmarks natur og biodiversitet har aldrig været så ringe" var den nedslående konklusion på Wilhjelmudvalgets arbejde i 2001. Kvaliteten af den danske natur står desværre uforandret. Rapportens anbefalinger om mere plads til naturen, bedre sammenhæng mellem naturlokaliteterne og mere viden om den danske natur er stadig yderst aktuelle måske endda mere end nogensinde.

Men vil klimaforandringerne betyde, at naturen bliver yderligere forringet? - Eller er det bare en anderledes natur, vi skal tage stilling til og målrette vores forvaltning efter? - Kan den ene natur ikke være lige så god som den anden? - Og hvor langt skal vi lade forsigtighedsprincipperne råde, og hvornår skal der handles?

Hensigten med årets Wilhjelmkonference er desuden at skabe og styrke dialogen mellem forskere og forvaltere og gøre det muligt at have en åben debat om den fremtidige danske naturforvaltning i uformelle

rammer. Vi mener, det er vigtigt at få forskerne frem i lyset, og at de er med til at tage ansvar for, at deres viden sættes i spil for fremtidige løsninger og visioner for den danske natur.

Wilhelmudvalgets rapport var politisk, men konklusionen var funderet meget solidt i det videnskabelige miljø. Det var en af rapportens helt store styrker, og det vidner om, at det kan lade sig gøre at bibeholde fagligheden, selv om budskabet har et politisk sigte. Det er netop denne konstellation, som vi ønsker at videreføre med denne konference.

I år er det lykkedes os at få nogle af de bedste forskere inden for konferencens temaer til at møde frem og fortælle os om de problemstillinger, de til dagligt arbejder med, samt hvordan scenarierne ser ud fra deres skriveborde. Derimod har det været sværere at finde forvaltere, der kunne – eller ville – fortælle om, hvilke tiltag der er på vej, og hvad der bliver prioriteret på længere sigt i den danske naturforvaltning. Dette har givet os en stærk fornemmelse af, at konferencen også er væsentlig for planlægningen af den fremtidige forvaltning.

Til slut vil vi takke alle oplægsholderne for deres fremmøde. Vi ser frem til at høre jeres spændende oplæg, og få en dybere forståelse for de problematikker, der er i den danske naturforvaltning i relation til klimaændringerne. Derudover en tak til Danmarks Naturfredningsforening for støtte og engagement i forbindelse med konferencen og til Aage V. Jensens fonde for økonomisk støtte til udgivelsen af konferenceskiftet. Endeligt en stor tak til Kjeld Hansen, der vil være dagens ordstyrer, og som dagen igennem vil styre oplægsholdere og debattører med hård, men venlig og kyndig hånd. Og ikke mindst en stor tak til alle de mange deltagere der har været med til at vise, hvor aktuelle disse konferencer stadig er.

Scenarier for fremtidens klima

Af seniorforsker Ole Bøssing Christensen, Danmarks Meteorologiske Institut¹

Numeriske klimamodeller bruges til at komme med bud på, hvordan klimaet vil forandres på grund af menneskeskabte påvirkninger. De fortæller om mulige ændringer i både temperatur, nedbør og mange andre faktorer som konsekvens af den menneskeskabte drivhuseffekt. En regional model i høj opløsning fra DMI er blevet brugt til at give et overslag over klimaændringer i et fremtidsscenario baseret på en britisk global klimasimulering efter IPCCs A2-scenario, hvor den globale middeltemperatur er steget med 3.09 °C. Denne simulering vises som et eksempel på, hvordan klimaet i fremtiden vil adskille sig fra det nuværende.

Baggrund for klimasimuleringen

Det klimapanel, der er blevet nedsat af FN, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), udgiver regelmæssigt rapporter om status og viden om menneskeskabte klimaforandringer. I det sidste sæt af rapporter (IPCC 2007) bedømmes det som mere end 90 % sandsynligt, at det menneskelige samfund har påvirket Jordens klima, hovedsageligt ved at opvarme det. Menneskeskabte påvirkninger af klimasystemet stammer først og fremmest fra afbrænding af fossile brændstoffer. Og det vurderes lige så sandsynligt, at klimaændringerne i resten af århundredet vil blive endnu større.

¹ Indlægget er adapteret fra Flora og Fauna

Det vigtigste redskab, der bruges til at komme med bud på fremtidens klima, er globale klimamodeller. En klimamodel er et computerprogram, der beskriver atmosfæren, havet og havisen, og disse systemers påvirkning af hinanden. Atmosfæren inddeles i 19-60 lag, og jordoverfladen inddeles i gitterbokse på 100-300 km gitterafstand. Udviklingen af temperatur, tryk, vind og fugtighed i hver gitterboks og hvert lag fremskrives nu omkring 20 minutter ud i fremtiden på basis af de fysiske love, således at modellen kender atmosfærens tilstand til dette tidspunkt. Ud fra de nye værdier gentages beregningen af udviklingen for det næste tidsskridt og så fremdeles. Mange processer, der foregår på en mindre størrelsesorden end en gitterboks, må parametriseres - altså beskrives så godt som muligt - på basis af de gennemsnitsstørrelser, som modellen kender. For eksempel er der opstillet formler, der beregner den brøkdel af en gitterboks, der har skydække, ud fra kendskab til temperatur, tryk og fugtighed; disse formler er opstillet på basis af både teoretiske overvejelser og undersøgelser af modellernes realisme.

En simulering med en klimamodel vil tage udgangspunkt i et scenario for koncentrationen af drivhusgasser og beregne et vejrforløb, der passer til disse koncentrationer. Forskellige simuleringer giver forskellige vejrforløb, selv hvis det samme program anvendes. Vejret er kaotisk, og det samme er de simuleringer, som computerprogrammerne frembringer. Men klimaet, altså vejrets statistik, er så velbeskrevet, at en meget stor del af de menneskeskabte klimaændringer er fælles for de forskellige modeller, der er i brug.

Da 100 km ofte er alt for grov en størrelsesorden til at sige noget regionalt, f.eks. over Danmark, kan man "nedskalere" resultaterne fra globale modeller med regionale klimamodeller, der kun dækker en del af

Jorden, men som til gengæld kan have en opløsning helt ned til ca. 12km (Christensen & Christensen 2007).

Det sæt af simuleringer, der bruges i dette indlæg, er to 30-årsperioder beregnet med den danske regionale klimamodel HIRHAM i EU-projektet PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk>). Simuleringerne er kørt i 12 km opløsning; den ene periode er en nutidsperiode svarende til 1961-1990, mens den anden periode er en fremtidsperiode 2071-2100, hvor fremtidens drivhusgaskoncentrationer er baseret på IPCCs udslipsscenario A2, der er forholdsvis kraftigt.

Det er vigtigt at huske, at forskellige simuleringer giver forskellige resultater. Forskellige modeller har forskellige gode og dårlige sider, men selv med nøjagtig samme model vil forskellige slags vejr på dag nul give vidt forskellig udvikling af vejret i simuleringens løbetid på grund af den kaotiske natur af vejrsystemerne og dermed af modellerne. Men hver simulering er et velfunderet bud på, hvordan fremtiden kunne blive, når det er vejrets statistik, der undersøges.

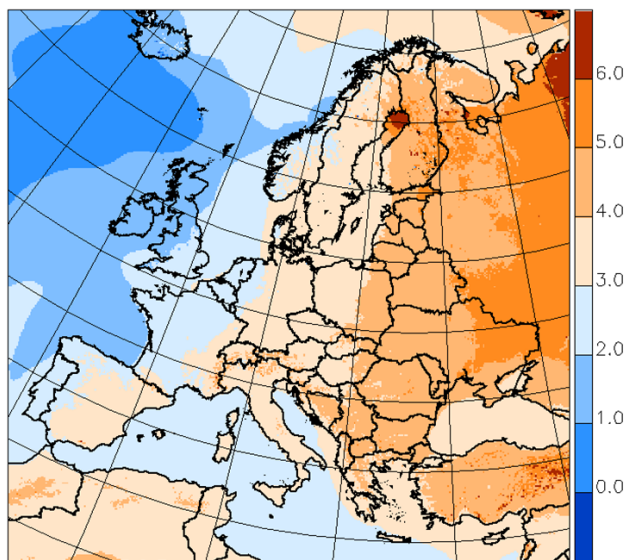
Resultater for Danmark

Simuleringens område dækker hele Europa og Nordatlanten, men denne artikel vil kun vise resultater for området omkring Danmark. Der er udskrevet resultater for mange variable, på helt ned til timebasis. På basis af disse værdier beregnes den procentvise ændring fra perioden 1961-1990 til perioden 2071-2100 for en række relevante størrelser. I det følgende fokuseres på temperatur ved jordoverfladen og nedbør, både hvad angår middelværdier, år-til-år-variationer og ekstremværdier.

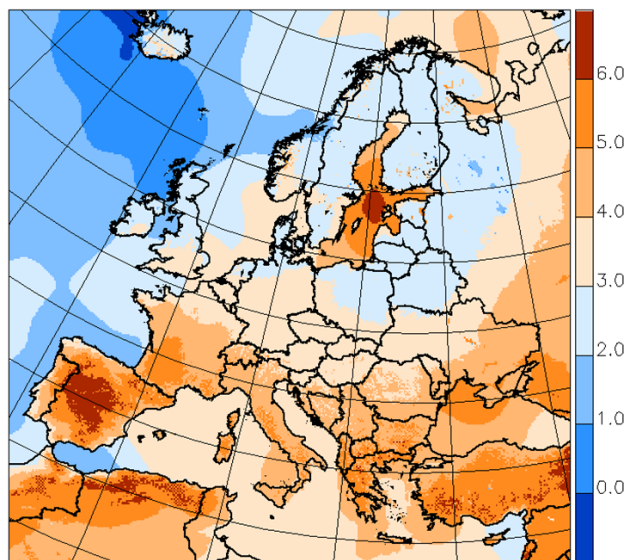
Temperaturændringer

De vigtigste ændringer i temperatur i det europæiske område er en kraftig vinteropvarmning i kolde områder mod nord og øst, og en kraftig sommeropvarmning i det sydlige Europa. Den første af disse hænger sammen med den meget vigtige *is-sne-albedo tilbagekobling*: Hvis det bliver lidt varmere, vil der være mindre sne og is (mindre arealer og/eller i kortere tid); derfor absorberes mere solstråling på den nu lidt mørkere overflade og bidrager til yderligere opvarmning. Den anden effekt hænger sammen med en kraftig udtørring af jordoverfladen i den syd-europæiske sommer, hvorved jorden ikke kan afkøles ved fordampning. Danmark ligger mellem disse to områder, således at vi får en opvarmning, der er ret jævnt fordelt over årstiderne, og som ikke ligger langt fra det globale gennemsnit. Fig. 1a-b viser opvarmningen i Europa hhv. sommer og vinter iflg. den omtalte simulering.

(a)



(b)

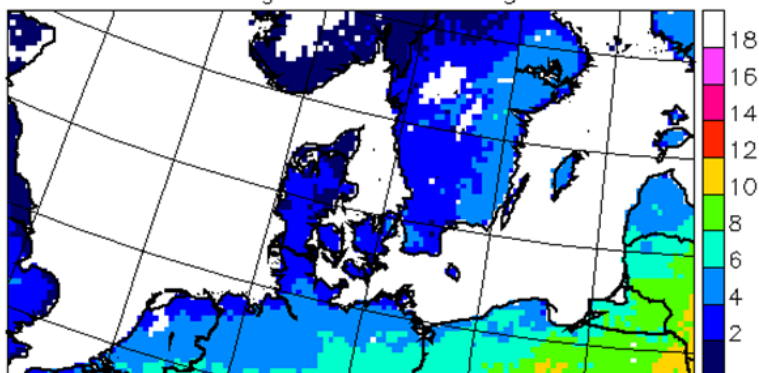


Figur 1. Opvarmningen ($^{\circ}\text{C}$) af Europa fra 1961-1990 til 2071-2100 vinter (øverst) og sommer (nederst). Den globale simulering, som dette bygger på, giver en middelopvarmning på 3.09°C .

Ændringerne i gennemsnitstemperaturer kan synes lille, men de er faktisk betydelige i forhold til den normale temperaturvariation. Begivenheder, der er sjældne nu til dags, kan blive betydeligt hyppigere i fremtiden. Som eksempel viser vi i Fig. 2a-b forventningsværdien af årets længste hedeølge, hvor en dansk hedeølge iflg. Sundhedsstyrelsen er bestemt ved en række dage, der hver har en minimumstemperatur over 15°C og en maksimumstemperatur over 25°C . Denne størrelse bliver mere end fordoblet på de godt hundrede år.

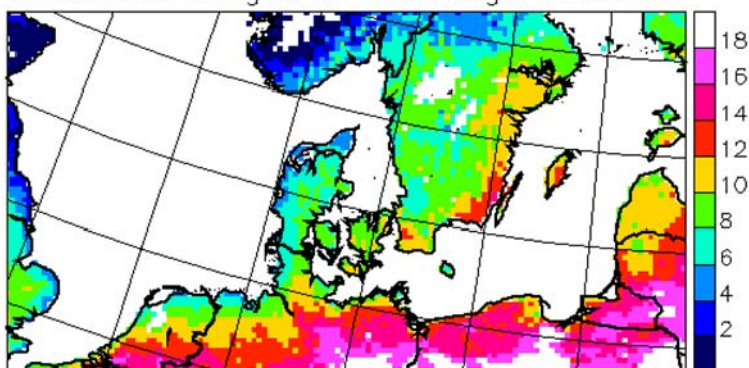
(a)

Maksimum længde af hedeølger kontrol



(b)

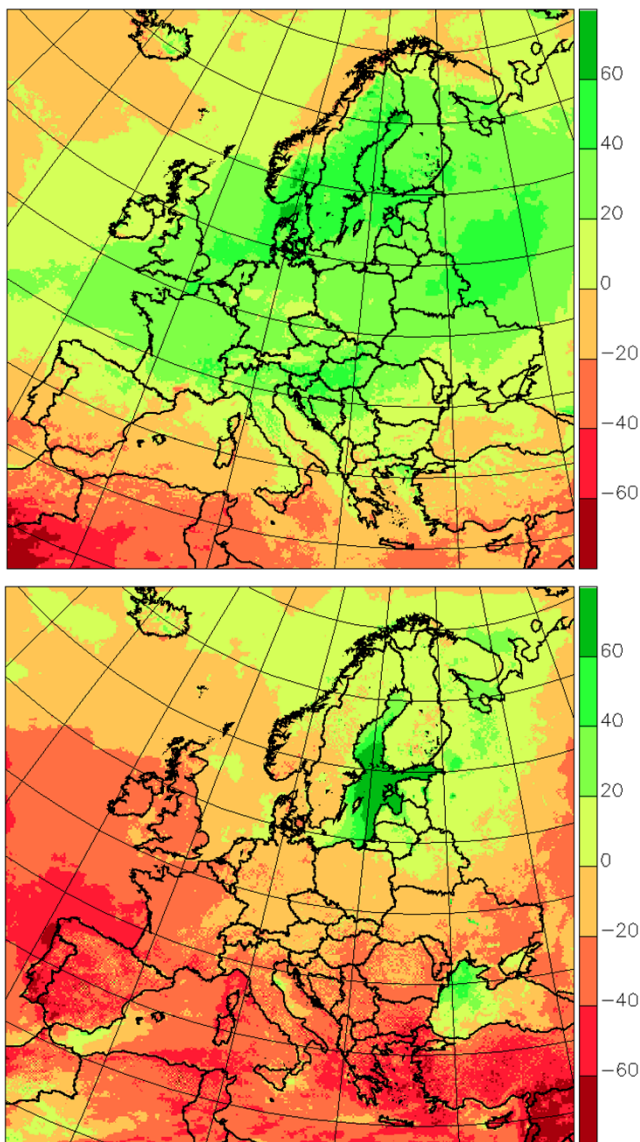
Maksimum længde af hedeølger scenario



Figur 2. Årets længste hedeølge i dage. Nutid (øverst) og fremtid (nederst).

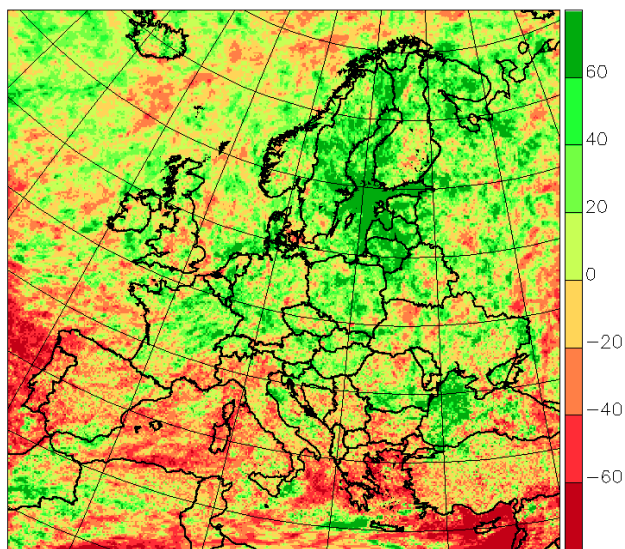
Nedbørsændringer

I Fig. 3a-b vises procentvise ændringer i hhv. vinter- og sommernedbør på samme måde som i Fig. 1. Der er klar tendens til øget nedbør mod nord og aftagende nedbør mod syd. Om vinteren ligger det meste af Europa i området med øget nedbør, om sommeren går området med aftagende nedbør op til nord for Danmark. Det samlede billede på årsplan for Danmark er en forudsigelse om en moderat stigende nedbør



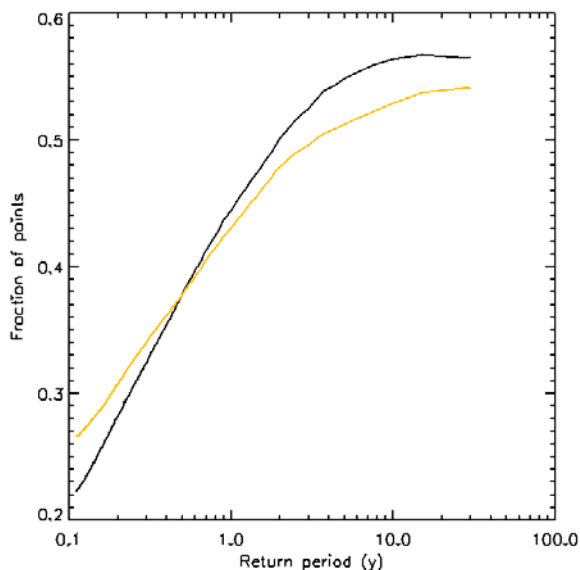
Figur 3. Procentvis ændring i nedbør i Europa fra 1961-1990 til 2071-2100 vinter (øverst) og sommer (nederst).

Den største årsag til reduktionen i sommernedbør er en reduktion i antallet af nedbørsdage. Når det regner, vil nedbørsintensiteten være nogenlunde uforandret. Hvis man betragter ekstremer af daglig nedbør, ses positive ændringer både sommer og vinter over det meste af Europa. Som et eksempel vises i Fig. 4 ændringen i 10-års returværdi (den døggnedbør, som normalt bliver overskredet en enkelt gang på 10 år) af nedbør for sommer. Dette skal sammenlignes med nederste panel af Fig. 3. Her fremgår det, at ændringen i denne ekstremværdi er meget mere støjfyldt, da enkelte begivenheders nøjagtige placering spiller en langt større rolle. Men det er alligevel tydeligt, at ændringen af ekstremværdien er positiv over et langt større område end ændringen i middelværdien.



Figur 4. Procentvis ændring i 10-års returværdi af nedbør i Europa om sommeren fra 1961-1990 til 2071-2100.

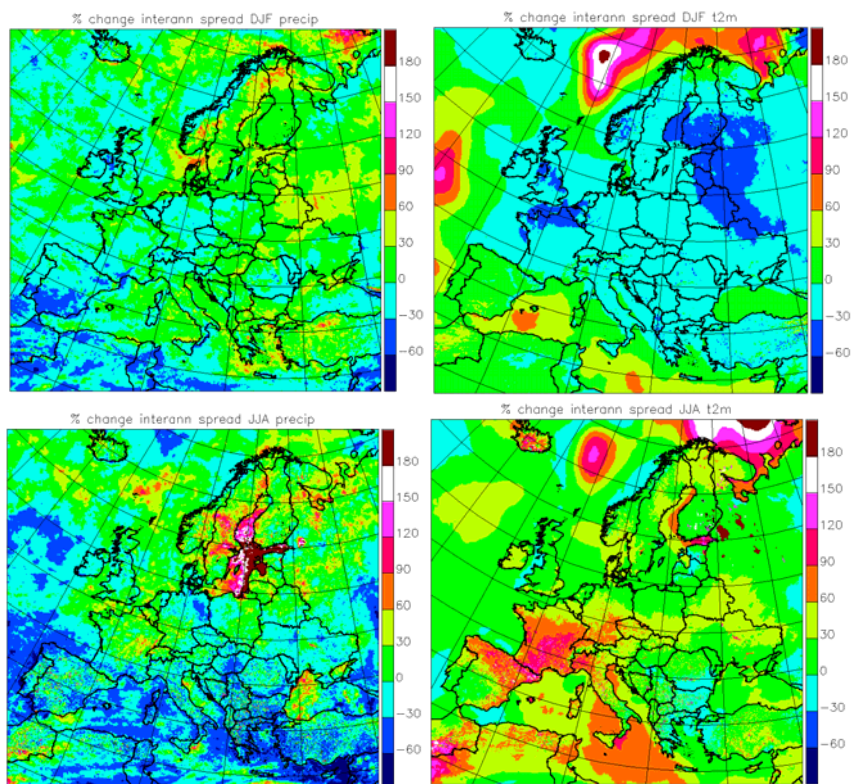
Dette illustreres på en anden måde i Fig. 5. Her vises andelen af punkter i området, hvor nedbørsværdien øges. X-aksen er returperioden i år, altså det antal år, der i gennemsnit er imellem den givne nedbørshændelse. Den orange kurve er for hele området, mens den sorte er for landpunkter. Man ser en systematisk stigning i størrelsen af det område, hvor intensiteten vil vokse, jo voldsommere begivenheder (længere returperiode), der kigges på. Effekten er stærkest for land. Kurven flader ud ved meget høje returperioder. Dette kan skyldes, at det regner særdeles sjældent i det sydligste Europa. Dermed er ekstremnedbøren egentlig ikke særlig ekstrem – den "måles" bare sjældent. Derfor har disse nedbørsværdier også ret normale værdier, der ikke varierer så meget.



Figur 5. Andelen af punkter, hvor klimaændringen af en ekstrem nedbørshændelse er positiv. X-aksen er returperioden i år, altså det antal år, der i gennemsnit er, imellem den givne nedbørshændelse. Den orange kurve er for hele området, mens den sorte er for landpunkter.

Variabilitet

Det ene år ligner ikke det andet. Det er vigtigt for mange biologiske systemer, hvor stor forskellen i temperatur og nedbør er fra det ene år til det andet. For at estimere ændringer i dette, har vi beregnet spredningen i årstidsmiddelværdier for de enkelte år, dels for nutidssimuleringen, dels for fremtidssimuleringen. I Fig. 6 vises den procentvise ændring i denne spredning for temperatur og nedbør og for sommer og vinter.



Figur 6a-d. Procentvis ændring i standardafvigelsen af årstidsmiddelværdier af nedbør (venstre søjle) og temperatur (højre søjle) i Europa fra 1961-1990 til 2071-2100 for vinter (øverst) og sommer (nederst).

De kraftigste ændringer i variabiliteten ses for temperatur, hvor der er en general reduktion i temperaturvariabiliteten over det meste af Europa om vinteren og en kraftig stigning i variabiliteten i det sydlige Centraleuropa om sommeren. Førstnævnte har forbindelse med den generelle tendens, at det er de koldeste temperaturer, der stiger mest; dette skyldes, at drivhuseffekten virker ved at bremse strålingsafkøling og derfor har en stor effekt i skyfrit vintervejr, der normalt er det kolde vejr. Sommereffekten i Centraleuropa har formentlig forbindelse med den tidligere nævnte udtørring: I rigtig varme år, vil varmen blive forstærket, fordi jordoverfladen vil blive udtørret, og da ikke længere kan afkøle området via fordampning. Den meget varme sommer i dette område i 2003 er blevet brugt som et eksempel på, hvad fremtiden vil kunne bringe (Schär *et al.* 2004). Denne sommer slog alle rekorder og medførte en overdødelighed på over 15.000 i Sydeuropa ud over mange andre alvorlige konsekvenser som fejlslagen høst (Beniston, 2004).

Opsummering

Vi har vist mulige klimaændringer, som de er simuleret med en højtopløst regional klimamodel. Det er vigtigt at huske, at den meget høje rumlige detalje ikke er det samme som en tilsvarende høj sikkerhed for, at virkeligheden faktisk vil blive sådan. Forskellige globale klimamodeller giver forskellige resultater, og resultaterne er desuden afhængige af statistiske tilfældigheder, af det brugte udslipsscenario og af den valgte regionale klimamodel. På den anden side, er de kvalitative resultater, som de er beskrevet i denne artikel, nogenlunde de samme i langt de fleste simuleringer.

Der foregår for tiden et stort arbejde med at forsøge at fastlægge sandsynligheder for givne klimaændringer ved sammenligning af mange kombinationer af udslipsscenario, global klimamodel og nedskale-

ringsmetode. Et af de vigtigste af den slags projekter er det store EU-finansierede projekt ENSEMBLES (<http://ensembles-eu.org>).

Litteratur

Beniston, M. (2004): The 2003 Heat Wave in Europe: A shape of things to come? -Geophysical Research Letters 31: L02202.

Christensen, J.H. & Christensen, O.B. (2007): A summary of the PRUDENCE model projections of changes in European climate by the end of this century. - Climatic Change 81: 7-30.

IPCC (2007): Summary for Policymakers. I: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (red.), Climate Change (2007): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. - Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom og New York, NY, USA.

Schär, C., Vidale, P.L., Lüthi, D., Frei, C., Häberli, C., Liniger, M. & Appenzeller, C. (2004): The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. - Nature 427: 332-336; doi:10.1038/nature02300.

Hvad fortæller fortidens klima om fremtidens natur?

Af lektor Jørgen Peder Steffensen, Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet

I disse år er der stor offentlig opmærksomhed om globale klimaforandringer, og især om hvorvidt klimaforandringerne kan være menneskeskabte. Taget i betragtning at man kun har observationer af vejret i de sidste 150 år, er det nødvendigt at kortlægge, hvorledes klimaet har udviklet sig i fortiden, ved hjælp af information fra sø- og havsedimenter og iskerner. I dagens debat taler man om de konkrete forandringer man oplever: Stigende temperaturer i det 20. århundrede, stigende indhold af drivhusgasser i atmosfæren, skrumpende isbræer (f.eks. i Skandinavien og i Alperne) og mange andre forhold.

Umiddelbart giver det jo anledning til bekymring, men man må sætte disse forandringer i perspektiv, for at undgå at drage forhastede konklusioner. Et eksempel på at sætte forandringerne i perspektiv er bræerne i Alperne, som er skrumpet i de sidste 100 år (det kan man bl.a. se ved at betragte gamle fotografier og malerier), og når man observerer en sådan tilbagetrækning, kommer man let til at antage, at bræerne havde deres "naturlige" størrelse før tilbagetrækningen. Men dette er ikke tilfældet.

Lad os tage på en rejse gennem Jordens klimahistorie for at finde det "naturlige" eller der "normale" klima.

Klimahistorien.

I Jordens 4.5 milliarder års levetid har der været perioder, hvor der har været store ismasser på kontinenterne, og der har været perioder, hvor der stort set ikke har været is. For ca. 250 millioner år siden, i den geologiske periode Perm, var der store iskapper på flere kontinenter. Aflejringerne fra denne periode giver os et billede af et tørt klima med udstrakte ørkener og med lav vandstand i oceanerne. Den lave vandstand skyldes, at vand fra oceanerne har været låst fast i store iskapper på kontinenterne. Ligeledes findes aflejringer som viser, at bræer har skuret hen over kontinenterne. Derefter er ismasserne gradvist forsvundet, og i perioderne Jura, Kridt og begyndelsen af Tertiær var der næsten ingen is. Vi mener, at dette skyldes, at Jordens kontinenter bevæger sig. Over perioder på mange millioner år glider kontinenterne rundt mellem hinanden på Jordens overflade. Når kontinenterne således kommer til at ligge tæt ved polerne, er der mulighed for at store ismasser kan opstå. For ca. 170 millioner år siden var alle kontinenter samlet i to superkontinenter: Gondwanaland og Laurasien. Laurasien bestod af Nordamerika og Europa/Asien. Gondwanaland bestod af Sydamerika, Afrika, Antarktis, Indien og Australien (Fig.1). Atlanterhavet eksisterede ikke. I denne periode var der ikke ismasser i nævneværdig grad på Jorden. Det var i denne tid dinosaurerne huserede på Jorden.

De to superkontinenter bryder derefter op i de kontinenter, vi kender i dag. Det er en langsom og gradvis proces. Atlanterhavet åbner sig og adskiller Nordamerika og Europa/Asien og Sydamerika og Afrika. Samtidigt rykker Afrika, Indien, Sydamerika og Australien nordpå og efterlader Antarktis alene på Sydpolen. I forbindelse med Dinosaurernes uddøen for 65 millioner år siden observerer vi ikke nogen nævneværdig klimaændring. Klimaet forbliver varmt, f.eks. beholder Skandinavien sit tropiske klima.

Gondwanaland: 200 Ma

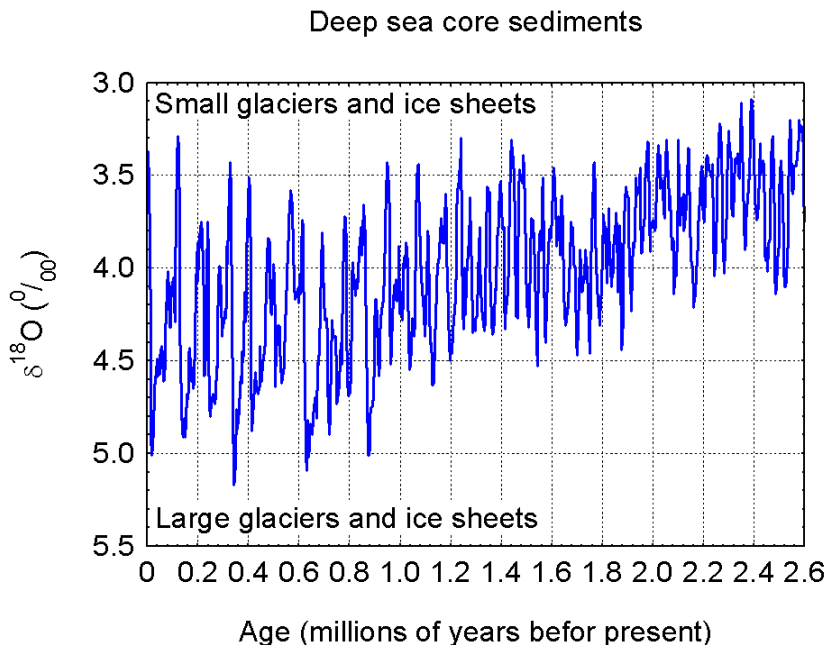


Figur 1. Skitse af superkontinentet Gondwanaland for 200 mio. år siden. Kontinentet bestod af Sydamerika, Afrika, Indien, Antarktis og Australien.

Men for 40 millioner år siden indtræffer en afkøling. Vi mener, at dette skyldes, at havet omkring Antarktis nu er blevet så stort, at havstrømme kan gå rundt om kontinentet. Dermed forhindres varmt ækvatorvand i at nå Antarktis. Der bliver så at sige "slukket for varmen". Antarktis bliver kold, og iskappen opstår. Dette fører til en global afkøling, bl.a. fordi det hvide snedækkede Antarktis reflekterer Solens varmestråling tilbage til Rummet i stedet for at opsuge den, hvilket giver Jorden et varmeunderskud. Kontinenterne fortsætter deres vandring: Atlanterhavet bliver bredere. Havet omkring Antarktis bliver bredere. Indien rejser

alene tværs gennem det Indiske Ocean for til slut at støde sammen med Asien. Himalaya bjergene er "bulerne" fra dette sammenstød. Undervejs har Indien efterladt Madagaskar ved den afrikanske kyst. Endnu er der dog ikke opstået ismasser på den nordlige halvkugle. Nu nærmer vi os vor tid, og mængden af vidnesbyrd om klimaet og deres detaljerighed vokser. Vi mener, at iskapper på den nordlige halvkugle, bl.a. Indlandsisen på Grønland, opstod for ca. 2 millioner år siden. Dermed når vi ind i den periode, som geologer kalder Kvartær.

Geologiske fund fra Kap København på Grønlands nordkyst viser et grønt Grønland uden is. Her har man fundet træer og rester af biller, som viser et varmt Grønland. Dette er tankevækkende, idet Grønland for 2 millioner år siden stort set lå samme sted som i dag. Derefter er der indtruffet en afkøling, som gradvist er blevet værre. Studier af sedimenter fra havbunden viser os udviklingen af mængden af is på kontinenterne (Fig. 2). Man kan se at mængden af is varierer. Fra for 2 millioner år siden til for 1 million år siden sker variationen i cykler på 40.000 år, og i den sidste million år i cykler på 100.000 år. Af figur 2 fremgår det, at der i de sidste 1 million år har der været 10 istider af 100.000 års varighed, og at der mellem hver istid har været en "varmeperiode" på ca. 10.000 år. Istid er således statistisk set det "normale". Der har været istid i 90 % af tiden, afbrudt af kortere "varmeperioder". Vi er i en sådan "varmeperiode" i dag, og vores varmeperiode har været 11.500 år. Derfor er det nærliggende at spørge sig, hvornår den næste istid kommer. Vi ved endnu ikke, hvorfor der skulle gå 38 millioner år fra Antarktis is opstod, til isen opstod i nord. Det er muligt, at det skyldes, at Nordamerika og Sydamerika bliver forbundet ved Panama, således at havstrømme mellem Stillehavet og Atlanten bliver afbrudt. Panamatangen er "kun" 2 millioner år gammel. Det er også muligt, at Himalaya og Tibet bliver så højt, på grund af Indiens sammenstød med Asien, at fugt og regn fra de indiske monsuner ikke længere kan nå ind i Centralasien.



Figur 2. Isotopværdier i marine sedimenter angiver mængden af is på kontinenterne. Når mængden har været stor (kurveværdierne nedad på grafen) har der været istid. Man ser, at de sidste 11.000 års lille ismængde er en sjælden situation i de sidste 1 million år. Kurven er sammensat af flere havbundskerner, bl.a. ODP 677 (ref. Shackleton and Hall)

Begge dele kan ændre vejrsystemerne, så iskapper på den nordlige halvkugle kan opstå og istider, som vi forstår dem, kan begynde. Selvom vi ikke ved hvorfor istidscyklerne begyndte, mener vi dog, at variationerne mellem istider og "varmeperioder" skyldes Jordens banebevægelse om Solen. Teorien om, at Jordens bane påvirker klimaet hedder Milankowich-teorien.

Jordens bane om Solen er elliptisk. Det vil sige, at der i løbet af et år er tidspunkter, hvor Jorden er hhv. nærmest ved Solen og længst væk fra Solen. Disse tidspunkter varierer. Samtidigt varierer ellipsens fladtrykt-

hed, dvs. at Jordens "nærmeste" og "fjerneste" afstand til Solen ikke altid er den samme. Endelig varierer jordaksens hældning. Jordaksen har for tiden en hældning på ca. 23 grader. Det er den, som giver os årstiderne, og som definerer positionen af polarcirklen. Hvis Jorden havde været fuldstændig symmetrisk, ville det være ligegyldigt, hvilken bane Jorden havde, og hvilken vej akse vendte. Jorden ville få den samme varme fra Solen per år. Jorden er imidlertid ikke symmetrisk: Langt størsteparten af landområderne befinder sig på den nordlige halvkugle. Derfor kan Jordens bane påvirke klimaet. Det, der tilsyneladende er afgørende for klimaudviklingen, er temperaturen på den nordlige halvkugle om sommeren. Lidt forenklet kan det illustreres således: Hvis sommer på den nordlige halvkugle falder sammen med (i) at Jorden er "nærmest" Solen, (ii) at ellipsebanen er mest fladtrykt, så dette "nærmeste" punkt har den mindste afstand til Solen, og (iii) at jordaksen hælder mest mod Solen, så er den nordlige sommer varm, og der er ikke istid. Hvis den nordlige sommer derimod falder sammen med Jordens "fjerneste" afstand til Solen og at jordaksen peger længst bort fra Solen, så bliver den nordlige sommer kølig, og vi har istid.

Planeternes bevægelser i Solsystemet forløber som et urværk. Det er muligt at beregne Jordens bane både tilbage i tiden og frem i tiden. Derfor bliver der i dag forsket meget i at beregne Milankowich teoriens forskellige aspekter. Det tidspunkt på året, hvor Jorden i sin bane er nærmest Solen, varierer med en cyklus på ca. 40.000 år. Dette "nærmeste" punkts afstand til Solen, dvs. ellipsebanes fladtrykthed, varierer med en periode på ca. 100.000 år. Endelig varierer jordaksens hældning med en periode på ca. 22.000 år. Hvis man ser på istidscyklerne på den ovenstående figur, kan man se, at istiderne i perioden 2-1 million år før nu har haft 40.000 år cykler, og i den sidste million år har haft 100.000 år cykler. Derfor er der meget der tyder på, at Milankowich-teorien spiller en rol-

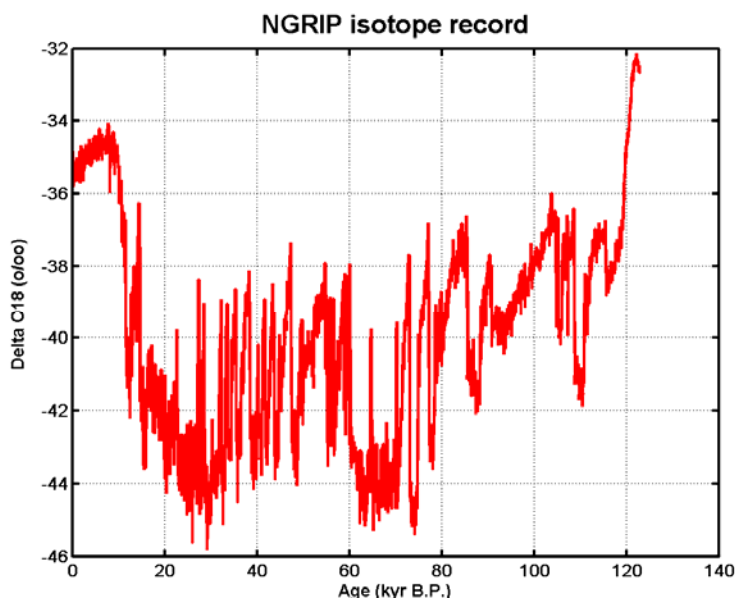
le. Der er imidlertid mange komplicerende aspekter. Der f.eks. et ganske betydeligt samspil mellem klima og istider og mængden af drivhusgasser i atmosfæren. De nyeste resultater fra en iskerne udboret ved Dome C i Antarktis viser, at i de sidste 900.000 år, eller over de sidste 9 istider, var atmosfærens indhold af drivhusgasser lavere i istider end i mellemistider. Resultaterne viser også, at klimaændringerne begyndte ca. 1000 år tidligere end ændringer i mængden af drivhusgasser. Derfor må vi betragte ændringer i atmosfærens indhold af drivhusgasser som en positivt selvforstærkende proces: Når et varmere klima begynder, stiger indholdet af drivhusgasser i atmosfæren, og dette fører til yderligere opvarmning. Omvendt forholder det sig under afkøling: Køliger klima medfører lavere indhold af drivhusgasser og dermed yderligere afkøling. Det er muligvis processer af denne type, som er årsag til, at den relativt svage påvirkning fra Jordens bane om Solen får så stor virkning på klimasystemet. Indtil videre tyder det derfor på, at Jordens banebevægelser er afgørende for istider, og så er vi heldige denne gang, idet vores nuværende "varmeperiode" vil blive meget lang, således at den næste istid ikke vil komme før om flere tusind år.

Således ser klimahistorien ud, over det lange tidsforløb; men efterhånden som vi i klimahistorien nærmer os vor tid, kan vi få flere og flere detaljerede oplysninger om klimaets dynamik. Det er i studiet af klimaudviklingen i de sidste 125.000 år, at grønlandske iskerner har en enestående rolle.

Klimahistorien fra iskerner.

Fra studiet af havsedimenterne kunne man få det indtryk, at klimaudviklingen foregår som en langsom vekslen mellem istider og mellemistider. Iskernerne fortæller imidlertid en meget mere dramatisk historie. I figur 3 ses isotopforholdene i en iskerne fra Nordøstgrønland (NGRIP

iskerne) over de sidste 125.000 år. Man ser istidens ophør for 11.700 år siden som et brat skift i isotopværdierne. Imidlertid kan man også se en række meget bratte klimaforandringer i sidste istid. Der optræder perioder af få tusind års varighed, hvor klimaet tydeligvis har været mildere end den rigtigt kolde istid. Vi har registreret 26 af disse såkaldte interstadialer i istiden. I geofysikken bliver disse kaldt Dansgaard/Oeschger begivenheder, da iskernerne fra Grønland var de første der afslørede dem. Fundet af disse begivenheder kom som et chok for klimaforskerne.



Figur 3. Isotopværdierne fra NGRIP iskernen fra de sidste 125.000 år. Istidens kulde (lave isotopværdier) ses tydeligt. Forskellen mellem vore dages klima og sidste istids maksimum (for 25.000 år siden) på 26 °C i gennemsnit er fundet ud fra temperaturmålinger i isen.

Deres eksistens beviste, at klimasystemet under istiden var ganske ustabil, og at klimaforandringer kan opstå med en hidtil ukendt ha-

stighed. Efter deres opdagelse opstod straks spørgsmålet om, hvorvidt en grønlandsk iskerne repræsenterer den globale klimaudvikling. Det er trods alt bare et lille punkt på Kloden. Men siden deres opdagelse har man i både havsedimenter og landsedimenter fundet tegn på denne variation, så der er tale om et globalt fænomen. mekanismen bag Dansgaard/Oeschger begivenhederne er en anden end den, der styrer istiderne (Milankowich). Det blev ganske klart, da det viste sig, at mens både Antarktis og Grønland glider ind i og ud af istiderne på samme tid, så optræder D/O begivenhederne ikke samtidigt ved begge poler. Det har man bevist på en særlig måde. Iskernerne viser, at hver gang der optræder en mildning i Grønland, så vokser indholdet af drivhusgassen metan i atmosfæren og metanindholdet falder igen når det bliver koldere. Metan i atmosfæren bliver imidlertid blandet op i hele atmosfæren både mod nord og syd. På grund af det lave snefald i Antarktis, er det svært at datere iskerner herfra præcist. Man målte derfor metan i antarktiske iskerner, og man fandt den samme variation som i Grønland. På denne måde blev det muligt at "låse" grønlandske og antarktiske iskerner sammen i tid.

Det har vist sig, at når Grønland var "kold", varmedes Antarktis op, og når Grønland blev "varm", køledes Antarktis af. D/O begivenhederne er derfor et globalt fænomen; men det har forskelligt udtryk forskellige steder på Jorden. Man taler på engelsk om "the bi-polar see-saw", den bipolare vippe. Tilsyneladende dirigeres varmen til Antarktis, når Grønland er "kold", og når varmen kommer til Grønland, så afkøles Antarktis. For øjeblikket er de fleste overbevist om, at forklaringen på de pludselige klimaskift skal søges i variationen af havstrømmene, bl.a. Den Nordatlantiske Strøm som er en gren af Golfstrømmen. Denne gren af Golfstrømmen har i dag afgørende betydning for vort klima, især i Norden. Verdens 4 nordligste hovedstæder er Reykjavik, Oslo, Stock-

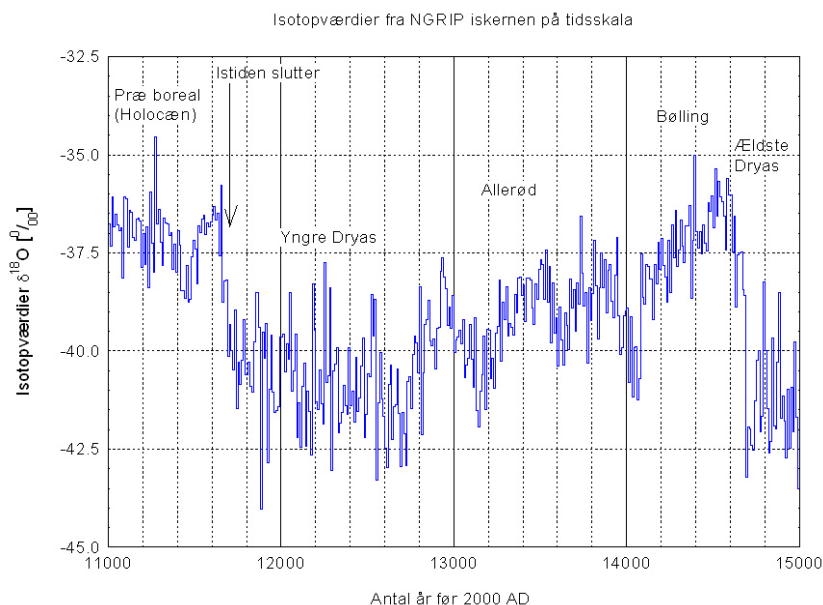
holm og Helsingfors. Der lever isbjørne i Canada på samme breddegrad som København. Under istiden var der ikke nogen nordlig gren, så hele Golfstrømmen gik mod øst og ramte således Afrikas vestkyst. Havisen strakte sig tværs over Atlanten fra New York til Lissabon. Vi forestiller os, at Golfstrømmen under istiden mange gange "har slået med halen", dvs. den er begyndt at få en nordlig gren. Det åbner for en transport af varmt tropisk vand nordpå, hvilket ændrer vindsystemerne, og der optræder en mildning i klimaet mod nord. På den anden side medfører dette, at Sydpolen ikke får så meget varmt vand tilført, derfor optræder der en afkøling. Billedligt kan man forestille sig en "nisse", som sidder ved Ækvator med en ventil i hånden, som dirigerer det tropiske varme havvand. Når han åbner for vandet mod nord, lukker han mod syd – og omvendt.

Der bliver i dag forsket meget i hvem denne "nisse" er, og hvorledes han fungerer. Vi ved f.eks. ikke, om det er Antarktis der styrer Grønland, om det er Grønland der styrer Antarktis, eller om "nissen" skal findes et helt andet sted, f.eks. ved Ækvator. Konsekvenserne står dog fast: Under istiden har der været mange store og bratte klimaændringer, og fund fra sedimenter over det meste af Kloden viser at disse ændringer har fundet sted.

I forbindelse med studiet af D/O begivenhederne har iskernerne vist, at under den nordlige halvkugles opvarmninger og afkølinger, vokser og aftager det atmosfæriske indhold af drivhusgasserne CO₂ og metan. Det bekræfter, at sammenhængen mellem klima og drivhusgasser er den samme i forbindelse med kortere og hurtige klimavariationer som i forbindelse med istider og mellemistider. I den naturlige klimaudvikling er ændringer af drivhusgasindholdet i atmosfæren derfor en konsekvens af klimaændringer – og ikke omvendt. Vore dages udledninger af driv-

husgasser er derfor en "joker" i diskussionen om fremtidens klimaudvikling.

For at komme nærmere en forståelse af bratte klimaændringer er det nødvendigt at studere dynamikken, dvs. hvor hurtigt kan ændringer forekomme. I figur 4 er istidens sidste del vist. I figuren er sat navne på perioder, som også er fundet i sedimenter i hele det nordatlantiske område. Istiden sluttede for 11.700 år siden. Der var en kold periode på 170 år for 8.200 år siden, og det er den eneste større klimabegivenhed efter istiden.

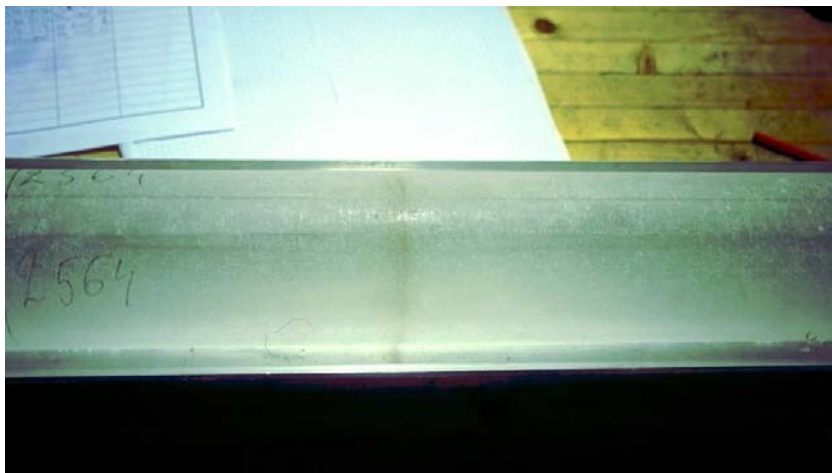


Figur 4. Isotopværdierne fra NGRIP iskernen fra omkring istidens afslutning. For 14.700 år siden indtraf Bølling-varmeperioden, denne blev afløst af den lidt mindre varme Allerød-periode, hvorefter Istidens kulde atter dominerede i Yngre Dryas. Istiden sluttede endeligt for 11.700 år siden.. Navnene på perioderne referer til sedimentlag fundet i Nordeuropa.

I forhold til istidens voldsomme og bratte klimaskift, som omfatter ændringer i gennemsnitstemperaturen i Europa og Nordamerika på 10 – 20 °C, har de seneste 8.200 år været præget af ro. I den forbindelse er det tankevækkende, at hele den menneskelige civilisations historie, dvs. alt hvad der har med agerbrug og bysamfund at gøre, er foregået i de sidste 8.000 år. Derfor har vi en kollektiv hukommelse, der siger os, at sådan, som klimaet er nu, har det altid været.

Vi er for øjeblikket i gang med at studere iskernerne fra istidens afslutning ganske nøje. Gennem målinger af isens kemiske sammensætning er vi i stand til at betragte hvert enkelt år under istidens afslutning. Der er tegn på at den atmosfæriske cirkulation har skiftet tilstand fra det ene år til det næste, således at gennemsnitstemperaturen i Grønland og Europa er steget med 10-15 °C indenfor en menneskealder. Meget tyder på, at alle D/O begivenheder er opstået med samme fart. Dette er vigtig viden for vor forståelse af klimasystemets dynamik.

Når vi begynder at studere fænomener i iskernerne, som optræder indenfor få årtier, er det vigtigt at få knyttet vidnesbyrdene fra moser, søer og havbunden til Grønlands klima. Og her er aldersbestemmelsen af sedimenterne normalt ikke god nok. Imidlertid indeholder både iskernerne og sedimenterne aske fra en stribe vulkanudbrud. Vi er for øjeblikket i færd med at analysere asken fra iskernerne. På denne måde kan vi få en række "søm" som tidsmæssigt låser sedimenterne fast til iskernerne, og vi vil blive i stand til at kunne sætte tal på istidens afslutning, som den tog sig ud i Europa (fig. 5).



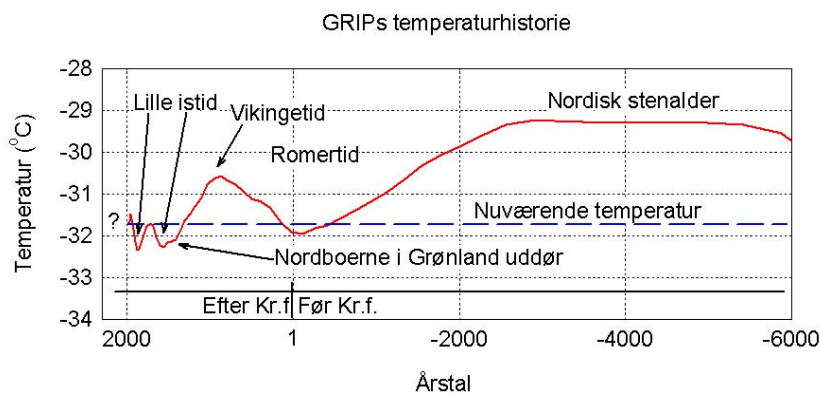
Figur 5. Er synligt lag af aske fra et islandsk vulkanudbrud i 10.280 år gammel is. Asken blev først fundet i Saksunarvatn mose på Færøerne. Siden er asken fundet i sedimenter i Sverige, Storbritannien og Irland. Fundet af dette lag i Grønland "låser" iskernerne fast til europæiske sedimenter i tid.

Klimaet i vor tid.

Som sagt, så ser klimaet i vor tid, det vil sige de sidste 8.000 år, ud til at have været ganske stabilt. Det har faktisk været mere stabilt, end det har været i øvrigt i de sidste 125.000 år. Vi ved endnu ikke, hvorfor det forholder sig sådan. Det er muligt, at de hurtige klimaudsving i istiden netop er en egenskab ved istiden, således at de ikke kan opstå i en mellemistid. Der bliver forsket på dette felt, fordi den menneskeskabte forstærkede drivhuseffekt i fremtiden muligvis vil kunne bringe klimasystemet ud af balance, således at vi i fremtiden kommer ind i endnu en ustabil periode.

Selvom klimaet har været stabilt i vor tid, har der dog været variationer. Variationerne har været mindre end de 10-20 °C skift i gennemsnits-temperaturen vi har set i istiden; men de har været betydelige nok til at have indflydelse på menneskers levevilkår. For at kortlægge disse varia-

tioner slår isotopmålingerne på iskerner ikke til. Her benytter vi en anden teknik. Indlandsisen kan nemlig "huske" tidligere tiders temperaturer. I fysikken taler vi om, at is har en dårlig varmeledningsevne og en stor varmekapacitet. Det betyder, at isens temperatur i en given dybde stadig er mærket af den temperatur den havde, da den lå på overfladen. Det tager nemlig tid for isens temperatur at udlignes med omgivelserne. Efter at boringerne er overstået, har vi derfor sænket et termometer ned i borehullet for at måle isens temperatur meter for meter ned i dybet. Termometeret skal kunne måle temperaturen med en nøjagtighed på 0,01 °C, for selv store temperaturforskelle udviskes hurtigt til ganske små forskelle. Men ved at kombinere vor viden om hvorledes isen bevæger sig, og om hvorledes temperaturforskelle i is udglattes over tid, kan vi rekonstruere overfladens temperaturhistorie. En sådan rekonstruktion ses i figur 6.



Figur 6. Temperaturerne ved GRIP i Grønland i de sidste 8000 år som isen "husker" dem (ref. D. Dahl-Jensen). Kurven er fremkommet ved at rekonstruere temperaturhistorien ud fra temperaturmålinger i GRIP borehullet efter iskerneboringen.

Temperaturkurven viser selvfølgelig temperaturerne i Grønland; men meget tyder på, at kurven også repræsenterer klimaudviklingen i Euro-

pa, Nordamerika og andre steder. F.eks. fremtræder stenalderen som en tid, der var 2,5 °C varmere end i dag. Pollenstudier fra nordiske moser og arkæologiske fund bekræfter, at stenalderen var varmere. I perioden fra 6.000 år før Kristi fødsel til 3.000 år før Kristi fødsel var Saharas ørken grøn over store dele. Jagtskener fra hulemalerier i Tibesti bjergene samt sedimentter fra udtørrede søer i Sahara vidner om dette. Derefter falder temperaturerne, og når et foreløbigt minimum i romertiden og folkevandringstiden. Det er i denne periode, at flere gletschere opstår, bl.a. på Grønlands nordkyst, på Svalbard og i Alperne. Derefter stiger temperaturerne igen til en tid med 1,5 °C varmere klima end i dag. Dette er vikingetiden, og set i dette lys er det måske ikke så sært, at nordboerne fandt på at bosætte sig i Island og på Grønland. Derpå blev klimaet atter køligere. I Grønland falder temperaturen med 2 °C i gennemsnit, og jeg er ikke i tvivl om, at denne afkøling har været stærkt medvirkende til at Nordboerne i Grønland uddøde. Nu kommer en periode med 0,5 °C koldere klima end i dag. Perioden fra ca. år 1600 til år 1875 kaldes ofte "den lille istid". Danskere og nordmænd har et traumatisk forhold til 1600-tallets kulde, som gjorde det muligt for den svenske hær at gå over de tilfrosne sunde og bælder, angribe København, tiltvinge sig herredømmet over Skåne, Halland, Blekinge, Gotland, Bohus Len, Häradalen og Jämtland og efterfølgende effektivt forsvenske befolkningen i disse lande. Denne periode var også barsk for den islandske befolkning. I 1695 nåede havisen således hele vejen rundt om øen – også om sommeren. Efter en lille mildning i 1700-tallet bliver det atter koldere, og temperaturen når et minimum i 1875. Derefter er temperaturen i Grønland steget indtil 1955, hvorefter de er faldet frem til 1990. Det grønlandske torskefiskeri, som var en stor succes i 60'erne, kollapsede pludseligt omkring 1970. Torsken forvandt simpelthen. Dette kan have forbindelse med afkølingen fra 1955 til 1990.

Når man opsummerer temperaturhistorien over de sidste 8.000 år, så må man konstatere, at om man ser bort fra variationerne, så er klimaet bestandigt blevet gennemsnitligt køligere, og den koldeste periode siden istiden har været fra år 1600 til år 1875. Dette er et vigtigt perspektiv at holde sig for øje i vore dages debat om globale klimaændringer. Moderne meteorologiske observationer begyndte netop i 1875. Alle tidlige fotografier og malerier af gletschere stammer fra denne kuldeperiode, og derfor stammer alle tidlige observationer af gletschere fra en tid, hvor de havde den største udstrækning siden istiden. Derfor er det forkert at antage at gletschernes størrelse i 1800-tallet var den "normale".

Set i dette perspektiv, bliver det meget svært at vurdere betydningen af den globale opvarmning i det 20. århundrede. Er opvarmningen menneskeskabt, eller er det en naturlig variation? Foreløbig er klimaforskerne sat "i skak". Omstændighederne har nemlig gjort, at vi er begyndt at observere klimaet på det dårligst tænkelige tidspunkt, hvis vi videnskabeligt skal påvise en menneskeskabt global opvarmning. Det er imidlertid en dårlig idé at vente med at skære ned på udledningen af drivhusgasserne CO₂ og metan, indtil et bevis foreligger. Indlandsisen på Grønland har afdækket en særdeles dynamisk klimahistorie, som vi kun til dels forstår, men hvis dynamik er så voldsom, at det kan være for sent, hvis vi venter med at reagere..

Litteratur

Jakobsen, B.H. et al.(eds)(2000): Topografisk Atlas Grønland. Atlas over Danmark Serie II 6, 112-115. København, Danmark: Det Kongelige Danske Geografiske Selskab / Kort & Matrikelstyrelsen.

Lowe, J.J. and Walker M.J.C.(1997): Reconstructing Quaternary Environments (2nd edition), Longman, London. ISBN 0 5821 10162, 446pp

Willi Dansgaard (2000): GRØNLAND - i istid og nutid *Forlaget Rhodos*, pp. 259.

Dansgaard, W. (1991): "Is och Klimat." Nordenskiöld-Samfundets tidskrift **50**: 18-27.

Dahl-Jensen, D., K. Mosegaard, et al. (1998): "Past temperatures directly from the Greenland ice sheet." Science **282**: 268-271.

Dansgaard, W., S. J. Johnsen, et al. (1993): "Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record." Nature **364**(6434): 218-220.

Shackleton, N.J. & Hall, M.A. (1990): Stable isotope history of the Pleistocene at ODP Site 677. In *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results 111* (edited by K. Becker & H. Sakai). College Station, Texas (Ocean Drilling Program) 296-316.

Iskernehemmesiden I København: www.gfy.ku.dk/glaciology har mange nyttige links til iskernes verden.

Nuværende rammer for en foranderlig natur

Af professor Peder Agger, Institut for Miljø, Samfund og Rumlig forandring, Roskilde Universitetscenter

Indledning

Afståelse fra handling kan tages som udtryk for en stillingtagen – en såkaldt ikke-handling. Ligeledes kan manglende rammer for naturforvaltningen tages som udtryk for en bevidst naturpolitik – en laden stå til. Det har allerede været sagt på tidligere Wilhjelm+ møder, at den danske naturpolitik er beskeden og alt for ad hoc præget. Det har ligeledes været påpeget, når dansk natur- og miljøpolitik er blevet evalueret af OECD (1999 og 2007), at manglende rammer for den overordnede naturforvaltning i form af en langsigtet plan og målsætning for den danske natur, er et af dansk naturforvaltnings væsentligste problemer.

I Danmark er naturen reduceret til overvejende at bestå af de restarealer, som enten har været for våde, stejle, magre eller fjernt beliggende til at kunne gøres til genstand for enten landbrugsmæssig benyttelse eller bymæssig bebyggelse. Rammerne for dansk natur er historisk set sat af landbruget¹. Uanset om landbrugets rammer er sat af markedet eller af landbrugspolitikken (og landbrugsstøtten ikke at forglemme), så er de sat uden smålig skelen til, hvilken natur der måtte komme ud af det i sidste ende.

¹ Ved Teknologirådets høring om biodiversitetsmålene for 2010 blev Fødevareministeriets repræsentant, vicedirektør spurgt om, hvor meget mere landbrugsjord, der vil blive brug for i fremtiden. Han svarede, at det er der ikke foretaget beregninger af. I øvrigt undlod han at omtale det kommende bortfald af EU's brakordning (Teknologirådet 2007). Begge kan tages som udtryk for den ligegyldighed, hvormed landbrugsdiskursen omfatter naturen.

Dette blev bekræftet af Wilhjelm-udvalget, der ellers afstod fra at opstille overordnede mål for naturpolitikken. Kun på enkelte delområder vovede udvalget at sætte kvantitative mål og milepæle for den videre udvikling. De efterfølgende regeringer har dog blot kunnet drives til stærkt forsinkede, underfinansierede og delvise implementeringer af Wilhjelm-udvalgets anbefalinger, og problemerne i den danske natur er siden fortsat - om ikke ligefrem forværret. Det eneste lyspunkt har, sagt i al ubeskedenhed, været strategien "Fremtidens natur i Danmark", som Danmarks Naturfredningsforening udsendte i 2004 (Lundsgaard 2004).

"Fremtidens natur i Danmark" er en konkret strategi, der på kort viser, hvor den bedste natur i landet er beliggende, og hvordan den mest hensigtsmæssigt kan bindes sammen til et netværk, der samlet set vil dække en tredjedel af landets areal. Miljøministeriet har svaret igen ved at henvise til de prioriteringer, der er udtrykt i de seneste regionplaner, som amterne nåede at få vedtaget inden de blev nedlagt. Regionplanerne har nu status som landsplandirektiv, indtil de er implementeret i de kommende kommuneplaner, men det kræver mod at tro på, at de vil blive opfyldt. Den stærkt forøgede politiske interesse for den nødvendige styrkelse af indsatsen på klima- og naturområdet, som følge af klimaudviklingen og det forestående folketingsvalg¹, kan desuden være svær at sætte sin lid til. Men lad nu i første omgang fremtiden være fremtid. I den videre tekst vil den nuværende naturforvaltning blive beskrevet, hvorimod en vurdering af, hvordan den kunne blive, vil blive udeladt.

¹ Folketingsvalget den 13/11/07

Hvilke retningslinjer er der for forvaltningen af naturen i Danmark?

Naturforvaltningen kan beskrives som en balanceakt – eller et dilemma mellem forskellige enten modsatrettede eller supplerende par af hensyn. Det er indenfor rammerne af disse balancerede par af hensyn, at naturen forvaltes, og i det følgende vil de fem mest relevante par blive gennemgået. Parrene er opstillet, så det først nævnes der, hvor vi delvist (men kun delvist) er - eller skulle være på vej væk fra, og derefter det vi er på vej hen i mod. De kommende retningslinjer lægger op til en bredere varetagelse af naturaspektet, til en bevægelse væk fra fredninger som "status-quo fredninger", der synes at bygge på en forestilling om naturens uforanderlighed, og arbejder hen i mod en mere dynamisk forvaltning, hvor naturgenopretning, pleje og naturlige processer får en større betydning.

Beskyttelse versus benyttelse

Den rette balance mellem beskyttelse og benyttelse er væsentlig, og de to hensyn er med lidt andre ord formuleret i Naturbeskyttelseslovens formålsparagraf. Under hensyn til en bæredygtig udvikling "*i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelse af dyre- og plantelivet*" skal loven beskytte vilde dyr og planter, levesteder, landskabelige -, kulturhistoriske -, naturvidenskabelige - og undervisningsmæssige værdier, samt sikre almenhedens interesser, ved at give befolkningen adgang til naturen og forbedre mulighederne for friluftslivet (LBK nr. 749 af 21/06/2007 kap. 1).

En række andre love indeholder ligeledes bestemmelser, der angår naturforvaltningen. Her kan nævnes Planloven, Jagtloven, Vandløbsloven og Loven om det Marine Miljø foruden den lovgivning, der knytter sig til produktionssektorerne især vedrørende skovdrift, landbrug, råstof-

indvinding og fiskeri. Lovgivningen hjemler etableringen af de institutioner, strukturer og processer, som har med naturen og dens forvaltning at gøre. Det gælder ikke mindst den fysiske planlægning, handlingsplaner og vejledninger i, hvordan man skal fortolke de rammer, som lovgivningen afstikker. Naturforvaltningen er desuden indlagt i en lang række andre dokumenter, herunder de internationale konventioner og aftaler Danmark har tiltrådt, som f.eks. EU-direktiverne, den nationale lovgivning der implementerer disse, og de retsafgørelser der præciserer fortolkningen af de rammer, som lovgivningen sætter.

Endelig er der det uformelle niveau, hvor retningslinjerne er betinget af sædvane, virksomheders- eller faggruppers traditioner, samt det der i bredere forstand omfattes af vores kultur, og som spiller en stigende rolle i den måde, hvorpå naturen forvaltes. Prioritering af værdier og inddragelse af netværk ændres over tid, og vil i nogen grad afhænge af den siddende regering. For indeværende har jordbrug og fiskeri en dominerende indflydelse på naturpolitikken, hvorimod de grønne organisationer har en noget mere tilbagetrukket rolle.

Government versus governance

Governance er alt, der ikke direkte kan ophænges i nedskrevne love, bekendtgørelser og vejledninger fra myndighederne. Det dækker over begreber, som formidling, holdningspåvirkning, dialog og forhandling, og står i kontrast til det tidligere lovgivning og kontrol -'Command & Control'-system.

Government og governance er et andet af de modsatrettede hensyn, som naturforvaltningen oftest må balancere imellem. Hvor meget skal overlades til centralstatslige organer og hvor meget til lokale interesser? Hvor meget skal eksperternes viden anvendes og hvor meget de lokales

kontekstuelle visdom? Hvor meget skal styres af love og bekendtgørelser og hvor meget af frivillighed og dialog? Svaret er, at alle niveauer skal i spil, så planerne for den danske natur ikke bliver ensidige.

Ejendomsret versus almenvellet

På et punkt er Command & Control imidlertid usvækket. Det handler om den private ejendomsret, der er sikret med grundlovens § 73 stk. 1, - som omhandler ejendomsrettens ukrænkelighed. *"Ingen kan tilpligtes at afstå sin ejendom, uden hvor almenvellet kræver det. Det kan kun ske ifølge lov og mod fuldstændig erstatning."* (jvf. Grundloven). Dermed er vi ved det tredje (med det foregående delvist overlappende) balancepar: Balancen mellem hensynet til det private og hensynet til almenvellet.

En højt estimeret tidligere direktør for Fredningsstyrelsen gav ved sin afskedsreception udtryk for, at den største hindring, han havde mødt i arbejdet for at gennemføre et hensigtsmæssigt naturfredningsarbejde, var den private ejendomsret. Dette virker meget sandsynligt. Dels blev ejendomsretten indskrevet i grundloven allerede i midten af 1800-tallet, fordi den enkelte borger skulle beskyttes mod overgreb fra den hidtil enevældige kongemagt. Dels fordi direktøren talte om fredning og ikke om det bredere begreb naturforvaltning, der ikke nødvendigvis i samme grad behøver at gribe ind i den hellige ejendomsret. Strukturudviklingen i landbruget er fortsat og har betydet, at der hver dag er færre til at bestemme over jorden i Danmark - et akkumulerende demokratisk underskud. Den gamle herremand er tilbage blot i en moderne forklædning. Og hans ejendomsret er fortsat en væsentlig hindring for varetagelsen af almenvellets interesser.

Vedtagelse versus implementering

Det fjerde balancepar er langt fra specifikt for naturforvaltningsområdet. Det handler om balancen - eller afstanden mellem (lov)vedtagelse og

implementering. For ét er at vedtage f.eks. en lov i Folketinget, noget andet er at få det gennemført rundt om i landet; Ikke bare indoptaget af institutionerne men også fulgt til dørs og om nødvendigt håndhævet. Eksempelvis er administrationen af § 3-arealer og etableringen af beskyttelsesbræmmer langs vandløb meget mangelfuld. Der mangler penge i de kommunale kasser til den nødvendige naturforvaltning, som er: naturetablering, -genopretning, -pleje, biologiske netværk og til beskyttelsen af naturen mod de store husdyrbrug.

Stabilitet versus dynamik

Det femte par af balancerede hensyn er balancen mellem stabilitet og dynamik. På den ene side kan manglende stabilitet – både i tid og rum – betragtes som et af de mest afgørende problemer for naturen i kulturlandskabet. Landbrugets fortsatte strukturudvikling har øget bedrifternes - og markernes - størrelse og fjernet en stor del af de småbiotoper, der ellers lå som 'oaser' af stabilitet imellem dem. Dertil kommer at tendensen i de senere år er gået mod flere arealer med enårige afgrøder og færre med flerårige. Endeligt er der kommet flere svin, hvilket har øget næringsstofftilførslen til småbiotoperne og ændret næringsstofbalancerne.

På den anden side, når man bevæger sig udenfor jordbrugslandet, er billedet omvendt. Der er det snarere manglende dynamik, der er problemet. Når vores sølle 340.000ha mest naturprægede arealer er splittet op i 90.000 fragmenter, er de enkelte stumper så små, at naturens dynamik ofte vil blive opfattet som en katastrofe, hvis f.eks. heden brænder af, skoven falder i stormen eller vandhullet tørrer ud om sommeren. Desuden er det svært i et gennem-matrikuleret landskab at få accept af, at kyster eroderes, og at vandløb skal have lov til at mæandre eller løbe over sine bredder.

Men intet er stabilt, og balanceniveauer er der flere af end blot de fem opstillet ovenfor. Walter Reid har udtalt, at *"Vore dages mål for natur- og miljøforvaltningen blev udtænkt af økologer, der mente, at dyre- og plantesamfund består af relativt stabile grupper af arter, at bestandsstørrelser udvikler sig hen imod bestemte balanceniveauer, og at mennesket spiller en underordnet rolle i udformningen af strukturer i de biologiske samfund."* (Reid 1994).

Dette udtryk stemmer godt overens med den nuværende situation, hvor naturen forvaltes ud fra faste rammer: Dette er udgangspunktet for det følgende afsnit om, hvilke retningslinjer eller forståelser der forvaltes efter, når det gælder naturen i Danmark.

Hvilke problemer kan den statiske tilgang have for fremtidens naturforvaltning.

Der har gennem årene været mange efterlysninger af bedre plads til naturens dynamik. De er i nogen grad blevet efterkommet med f.eks. fredningsdeklarationer, der levner bedre plads til pleje og til naturens dynamik. Store naturgenopretningsprojekter kan have samme formål og effekt. Selvom det i første omgang mere var COWI end Skjern åen selv, der bestemte, hvordan den skulle sno sig i det hidtil største danske naturgenopretningsprojekt, så er alene projektets store udstrækning en garant for, at ikke alt kan være planlagt og styret i mindste detalje.

Naturrådet efterlyste i år 2000 mere dynamik i den danske natur, dels ved etablering af større sammenhængende naturområder dels ved at sikre bedre plads til naturlig dynamik i landbrugs- og skovområder (Agger m.fl.2000). *"Fremme af økologiske processer såsom fri dynamik, succession og spredning af arterne indenfor områderne og ud i de tilstødende om-*

råder” var et af Wilhjelms-udvalgets argumenter for etablering af nationale naturområder (Wilhjelms-udvalget 2001 s.10).

Der er flere problemer bag ovennævnte balancerede hensyn. For det første, hvad angår fredningsdeklarationer, var mange af de tidlige fredninger ”status-quo fredninger” af halvkulturarealer som heder, enge og overdrev. De vil oftest springe i skov, hvis ikke de i passende omfang plejes med høslet, græsning eller afbrænding. Dernæst er der problemer med de omtalte forslag om udpegning af større naturområder med plads og funktionel sammenhæng, dels fordi arter har meget varierende mindstekrav til størrelsen af deres habitater, dels fordi mange arter er afhængige af bestemte successionstrin. I skoven er der eksempelvis arter, som knytter sig til tidlige successionsstadier, arter der knytter sig til den modne skov, og atter andre arter der knytter sig til senile træer og dødt ved.

”Der skal udlægges nye fuglebeskyttelsesområder, hvis fuglene vælger et nyt levested”, sagde eksperter i EU-ret Peter Pagh ved en nylig høring (Teknologirådet 2007). Dette stiller store krav til en overvågning og fleksibilitet i de administrative organer, som vi ikke hidtil har været vant til, og som der på nuværende tidspunkt ikke er penge til, da overvågningsbudgetterne skæres ned – men hvad man ikke ved, har man ikke ondt af.

Samlet set gælder det, at jo mere arealbegrænset og status-quo præget en fredning er, des tættere skal den overvåges og justeres. Som et ekstrem kan nævnes Bonsai-træet, et system der kun fylder brøkdele af en kvadratmeter, og som skal klippes og vandes flere gange i døgnet for ikke at bryde sammen. Et modsat ekstrem er Hanstholmsreservatet, der er et stort og rummeligt område, der næsten kan klare sig uden pleje, hvorfor det kan overlades til sig selv. Det samlede mål for den danske

natur må være at gøre den mere robust og bedre i stand til at tilpasse sig de klimatiske forandringer, der er i vente. Forskellige arter vil kræve forskellige tiltag, hvad angår habitatstørrelse og spredningsmuligheder. Ikke alle vil kunne hjælpes med sikring af 'naturlige' biologiske netværk, hvorfor 'kunstig' udsætning af arter kan komme på tale.

Plads til dynamik er ikke kun et behov i rumlig men også i juridisk forstand. Det er et problem, at flere af de naturtyper, der er beskyttet af Naturbeskyttelseslovens § 3, som heder, moser og overdrev, kan gro ud af beskyttelsen, når den naturlige succession forvandler de lysåbne plantesamfund til skov og krat. Et eksempel på dynamisk naturforvaltning kan hentes fra Norge, hvor redetræer for ørne og en cirkel på 250m omkring disse er fredet, så snart og så længe reden er i brug – og ikke i årtier efter. Plads til dynamik er også et spørgsmål om genetablering af naturlige hydrologiske forhold, så forårspytter og kilder kan genopstå, og vandløbene kan undgå udtørring hen på sommeren.

Manglende implementering, lokal modstand, krav om kystbeskyttelse, vandløbsregulering, faldende diversitet og forøgede udgifter til pleje er således alle problemer, der har med en statisk tilgang til naturbeskyttelsen at gøre. En øget vægt på ejendomsrettens betydning og landbrugsinteressernes næsten ukrænkelighed gør ikke situationen bedre, og resultatet bliver en naturbeskyttelse der ikke i tilstrækkelig grad tager hensyn til hverken naturens eller kulturens dynamik. Et problem der højest sandsynligt vil skærpes, efterhånden som klimaforandringerne bliver tydeligere.

I boksen nedenfor ses eksempler på biologiske effekter af den igangværende klimaforandring (Nordisk Ministerråd 2005):

- Vækstsæsonen er fra 1982 til 1999 forlænget med 4 uger
- Øget biomasseproduktion og nedsat omdriftsalder
- Øget risiko for skovbrand og stormfald
- Øget risiko for patogener og invasive arter
- Pollensæsonen er fremrykket med 3 uger
- 63 % ud af 35 europæiske sommerfugle er på 100 år rykket mod nord og 3 % mod syd
- 25 trækkende danske spurvefugle ankommer nu 6 dage tidligere end i 1970'erne
- Tropiske fiskearter er rykket nordpå med 50 km om året

Hvilke initiativer er der (før valget blev udskrevet, red.) i gang for at gennemføre danske implementeringer for sikring af biodiversiteten?

Miljøministeren fremførte på høringen om biodiversitetens tilstand "Biodiversitet 2010 - hvordan når vi målene?" de otte nedenstående punkter, om hvilke tiltag regeringen har gjort for at sikre netop denne (Teknologirådet 2007). Ministerens første punkt hed "natursynsdebatten", som skønt væsentlig ikke er noget at fremhæve som et særligt initiativ, da det burde være en selvfølge. Skal natursyn endelig tages alvorligt, bør der ikke kun arrangeres pæne diskussioner mellem pæne mennesker, men magtbalancen mellem centralstatslige eksperter og lokale lægfolk bør ændres. Dernæst fulgte et punkt, der hed 'Nye regler for husdyrbrug'. Dette er udeladt i denne sammenhæng, fordi implementeringen har vist, at der slet ikke er tale om en forbedring men en forværring for biodiversiteten på dette punkt. Et væsentligt punkt var dog ikke at finde på ministerens liste, nemlig det nu vedtagne ophør af EU's

brakordning, som indebærer den mest markante forringelse af naturens vilkår i disse år. Undskyldende kan det siges, at braklægning ikke direkte hører under Miljøministeriet. På listen nedenfor er der endeligt tilføjet "regeringens klimastrategi", som ministeren måske med klædelig beskedenhed ikke fandt anledning til at fremhæve, som noget der vil kunne gavne biodiversiteten. Om de syv punkter kan det surt bemærkes, at de, i den udstrækning de er med til at sløre effekten af de misgerninger, der blev begået under den forrige miljøminister, er mere til skade end gavn for naturen. Mere positivt kan man dog vælge at betragte dem som syv skridt i den rigtige retning.

- Statsskovenes udvikling
- Miljømilliarden,
- Etablering af nationalparker,
- 2010-målet,
- En ny handlingsplan for invasive arter,
- Natur- og vandrammeplaner og endelig
- Regeringens klimastrategi.

De statslige skove er under omlægning til naturnær drift og certificering. Dette kan på lang sigt vise sig at være den vigtigste beslutning af positiv betydning for den danske natur, der er taget i de senere år. Om ikke andet så fordi skoven i et nu intenst opdyrket gammelt skovland, netop rummer en væsentlig del af vores hjemmehørende arter og naturtyper. Dette indikeres af, at over halvdelen af vores rødlistede arter er tilknyttet skov, især gammel urørt skov.

Miljømilliarden, som ganske vist er betydeligt mindre end en milliard, er et forsøg på over flere år at få gennemført nogle af de naturgenopretnings- og plejetiltag, der længe har været ønsket for den danske natur. Fordelagtigt for landbruget kan disse projekter udføres i nogle af de

mange ådale, hvor jordbruget alligevel har været ved at forslumme på grund af jordsætning og manglende græsning. Projekterne kan samtidigt bidrage til at mindske udvaskningen af næringsstoffer til vandmiljøet.

Nationalparkprocessen var i 2007 nået dertil, at loven og beslutningen om etablering af en nationalpark i Thy var vedtaget. Der var endvidere (før valget, red.) signalleret, at yderligere to ud af fire parker (Skjern Å, Mols, Vadehavet og Kongernes Nordsjælland) kunne forventes at blive vedtaget som nationalpark inden udgangen af 2007. Dette blev ikke nået. (Til gengæld lykkedes det i begyndelsen af januar 2008 at forhandle en bred politisk aftale på plads, hvor alle 4 nationalparker er inkluderet).

2010-målet betyder, at den videre nedgang i biodiversiteten skal være vendt senest i år 2010. Ved høringen, om hvordan vi når dette mål, skulle oplægsholdere svare på titlens spørgsmål, og resultatet blev en overvejende enighed om, at målet ikke vil blive nået til den aftalte tid. Beskyttelse af Natura2000 områderne, som regeringen har koncentreret sin indsats om, er utilstrækkeligt til at indfri 2010-målet. Natura2000 områderne dækker nogle af de bedste naturområder. Men det er meget væsentligt at bemærke, at kun 8 % af landets areal derved er dækket. Det skyldes, at naturdirektiverne har fokus på den begrænsede del af naturen, der er af fællesskabsbetydning, og hvad der derudover er af naturværdier i de øvrige 92 % af landet er "glemt".

Natur- og vandrammeplaner er genstand for stor opmærksomhed. Frem til 22/12/07 løb den såkaldte 'ide-fase', hvor organisationer og borgere var opfordret til at fremsætte forslag til principper og konkrete udpegninger i forbindelse med indsatsplanerne. Regionerne skal arbej-

de med planerne i de følgende år med henblik på en endelig vedtagelse, inden kommunerne tager over i 2010 for at udarbejde de kommunale handleplaner for den egentlige implementering. Processen bliver svær, og ministeriernes meldinger om, hvordan de kunne tænke sig at fortolke direktivernes kriterier f.eks. for 'god økologisk tilstand', er stærkt urovækkende.

Regeringens klimastrategi har ikke været tilstrækkelig ambitiøs, og den bygger fortrinsvis på formidling, forskning og frivillighed samt lange tidsfrister. Alvoren af de igangværende klimaforandringer synes derfor på ingen måde at være erkendt. Et indtryk der forstærkes, når man læser om, hvad der foreløbigt er kommet fra infrastrukturkommissionen, som regeringen nedsatte. De synes at leve i lykkelig uvidenhed om, at noget så grundlæggende som klimaet er ved at forandres, og at der som følge heraf er behov for grundlæggende forandringer i vores måde at bevæge os og vores isenkram på. Klimaproblemerne kan dog i sidste ende ikke snakkes væk, ligesom manglende handling ikke i længden kan pakkes ind i spin. Derfor er det utroligt spændende at se, hvad der sker på dette område i de kommende år. Går det som det plejer, vil det under bombastisk fremførte påstande om det modsatte, være for lidt, for sent og for halvhjertet.

Punkter som regeringen ikke vil love konkrete handlinger på, men som de dog i første omgang vil analysere: (let omarbejdet efter "Regeringens nye klimastrategi", Altinget 5/9/07):

- Kystforvaltning: tilpasning til stigende vandstand og flere storme
- Byggeri og anlæg bl.a. vejregler, banenormer, afvandingssystemer
- Vandforsyning herunder omlægning af vandindvinding
- Mere vedvarende energi og ændret forbrugsmønster
- Jordbrug: Nye afgrøder, øget udbytte, flere skadedyr og mere gødskning
- Fiskeri: Nye redskaber, fiskemetoder og bådtyper
- Natur- og naturforvaltning: Justering af VVM
- Planlægning: Løbende justering af de statslige interesser i kommuneplanlægningen
- Sundhed: Smitsomme sygdomme: Tilpasning af overvågning, forebyggelse og behandlingstilbud
- Redningsberedskab: Øget statslig rådgivning
- Forsikringsmæssige aspekter: Højere præmier flere dækningsundtagelser?

Opsummering

Den primære udfordring for naturforvaltningen i lyset af klimaforandringerne er at få lagt en samlet plan for, hvordan man kan imødekomme naturens behov for plads, sammenhæng og dynamik – og så gøre det! Omlægningen af statsskovbruget er et stort skridt, mens miljømilliarden og nationalparkerne er små skridt i den rigtige retning, hvis de vel at mærke ikke kommer til at legitimere en i øvrigt utilstræk-

kelig indsats. Lad os håbe at den nuværende grønne bølge i den ophidsede debat forud for Folketingsvalget den 13. november 2007 får lov at fortsætte. Naturen og dens muligheder for omstilling kræver en forstærket og langsigtet indsats, hvilket kalder på brede politiske forlig om naturpolitikken.

Klimaforandringerne og dens effekter på naturen er et uhyre komplekst spørgsmål. Det kan ikke forsimples med henvisninger til, at klimaet altid har varieret gennem jordens historie. Det afgørende for os, der lever nu, er, om klimaet ændres i det 21. århundrede. Det kan heller ikke nytte, som Lomborg, at henvise til, at klimaet må prioriteres i forhold til andre samfundsmæssige problemer. Al politik handler om prioritering, så henvisningen er i bedste fald utidig. I værste fald og mest sandsynligt er den et forsøg på lige netop at prioritere - nemlig nedprioritere klimaproblematikken. Endelig kan det heller ikke nytte alene med naturvidenskabelig korrekthed at henvise til, at klimaændringen i Danmark efter alt at dømme vil føre til en større biodiversitet. Danmark er ikke en isoleret ø i universet men en del af et globalt samfund. Hvis naturforvaltningen bryder sammen f.eks. som et resultat af voldsomme budgetnedsækninger, fordi verdenssamfundet tvinges i knæ af katastrofer og miljøflygtninge andre steder i verden, er det i og for sig ligegyldigt, hvordan det ville have set ud lige netop i Danmark, hvis verden var mere simpel, end den er.

Litteratur:

Grundloven: www.grundloven.dk

Nordisk Ministerråd (2005): Nordisk Naturforvaltning i et ændret Klima. TemaNord 2005:571

LBK nr. 749 af 21/06/2007: Bekendtgørelse af Lov om Naturbeskyttelse. Miljøministeriet. www.retsinformation.dk

Lundsgaard, R. (red:)(2004): Fremtidens natur i Danmark. Danmarks Naturfredningsforening og Forlaget Rhodos.

OECD (1999): Environmental performance: Denmark. OECD

Agger, Peder; Baagøe, Jette; Hamann, Ole & Primdahl, Jørgen (2000): Dansk naturpolitik - visioner og anbefalinger. Vismandsrapport. Naturrådet.

Reid, W. in Forey, P.L. et al.(1994): Systematics and Conservation Evaluation. Calderon Press, Oxford.

Teknologirådet (2007): Høring om biodiversitetsmålene 2010. Redigeret udskrift og resumé af høring for Miljø- og Planlægningsudvalget, den 15. maj 2007 i Landstingssalen. www.tekno.dk/høringer

Wilhjelmudvalget (2001): En rig natur i et rigt samfund. Skov- og Naturstyrelsen.

Jordbund, klima og fremtidens natur

Af seniorforsker Inger Kappel Schmidt, Skov og Landskab, Københavns Universitet¹

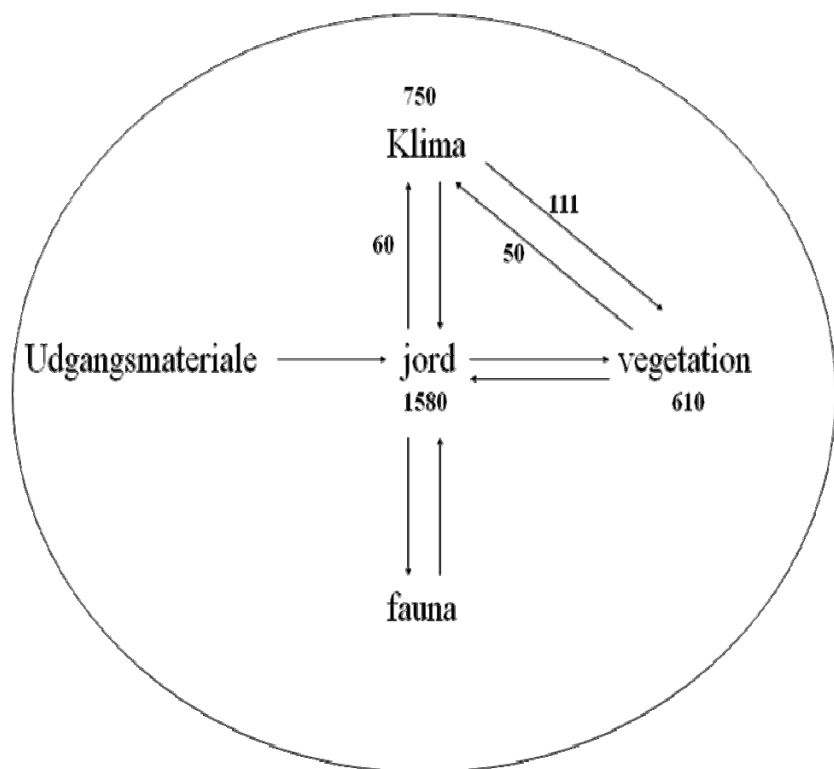
Jordbunden har udviklet sig i årtusinder i et samspil mellem klima, planter og dyr. Samspillet mellem jordbund og klima er centralt, hvis vi vil forstå de fremtidige forandringer i den danske natur. Alligevel er det sjældent, at der tales om jordbund i forbindelse med klimaændringerne. I forbindelse med jordbundens interaktion med klimaet, er der særligt to funktioner, der har betydning; dels jordbunden som levested for planter og dyr, dels jordbundens rolle i kulstofkredsløbet.

Forvaltningsmæssigt har der ikke været den store interesse for jord, men det er der ændret markant på i de senere år. Det skyldes muligheden for at indregne den CO₂, der bindes i vegetation og jord, som CO₂-bevarende foranstaltninger i henhold til Kyoto-protokollen (UNFCCC, 1992). Den øgede politiske bevågenhed på området og de muligheder, der ligger i at reducere CO₂ udslippet gennem binding i biomasse, har også øget mulighederne for finansiering af forskning. Dette står i skarp kontrast til, at klimaændringernes konsekvenser for den danske natur sjældent udløser store eksterne bevillinger.

Af kulstofkredsløbet fremgår det, at Jordens samlede vegetation årligt, via fotosyntese, optager en betydelig mængde af det atmosfæriske kulstof, svarende til 111 gigaton. Omkring halvdelen respireres af planterne og vender tilbage som CO₂ til atmosfæren. Jorden modtager den anden halvdel i form af dødt plantemateriale og rodexudater fra planter-

¹ Transskriberet og tilpasset af redaktionen med accept fra forfatteren

ne, som så i stort omfang respireres af nedbryderfødekæden. Samlet set er resultatet derfor kun et lille nettooptag af kulstof i plante- og jordsystemet.

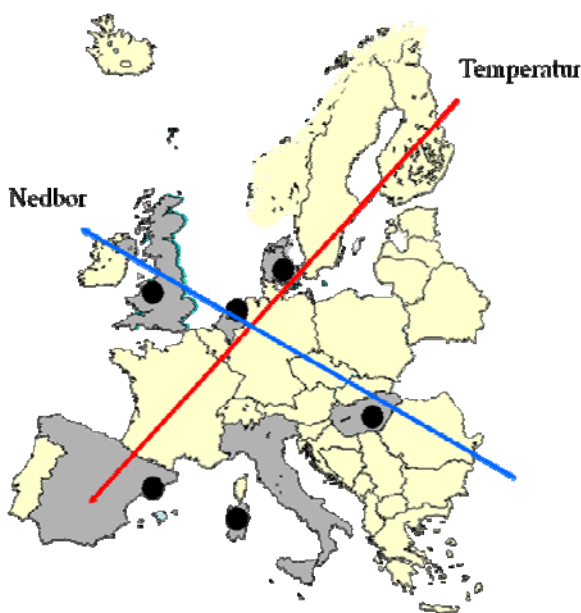


Figur 1. Globalt Kulstofkredsløb angivet i gigaton dertil: Fossilt brændstof +6.3 Gt, Arealanvendelse +1.6 Gt, Økosystem -1.4 Gt, Havet -1.7 Gt, Atmosfæren +3.2 Gt

Jordbunden fortæller om fremtidens klima

Sammenhængen mellem jordbundens stofomsætning i specifikke økosystemer og klimaet inddrages sjældent i diskussioner om de globale klimaforandringer, hvilket der ellers er god grund til. Klimaets påvirkning af jordbundsprocesserne er undersøgt i klimaforsøg flere steder. På seks lokaliteter i Europa er der opsat klimaforsøg, for at undersøge ef-

fekten af klimaforandringerne på sårbare økosystemer, som f.eks. områder præget af lyngbevoksning. Forsøgsopsætningerne er langt hen ad vejen baseres på DMI's scenarier med sommertørke og forhøjede temperaturer på 1-2° C. Det er altså forholdsvis moderate klimaændringer, der arbejdes med. Selvom opsætningen er den samme på de seks lokaliteter, er der naturlige gradienter mellem de seks forsøgsområder, og de forskellige lokale klimaforhold, som har udviklet sig naturligt gennem årtusinder, kan benyttes. Det vil sige, at klimaet i det enkelte økosystem manipuleres, samtidig med at klimaet i andre økosystemer på lokaliteter, som har det klima, vi forventer i fremtiden i det pågældende økosystem undersøges. Der er to vigtige gradienter i forsøget: Dels er der (i) en temperaturgradient fra Spanien i syd til Finland i nordøst, og (ii) dels er der en nedbørsgradient fra det meget tørre Pusta-område i Ungarn til Calluna-heden på tørvejord i Wales.



Figur 2. De to grundlæggende gradienter ved undersøgelsen af sårbare naturtyper i Europa, nedbør (blå) og temperatur (rød). De sorte prikker angiver de øvrige forsøgsområder.

Den danske del af forsøget er placeret i Mols Bjerge. Det er felter på 20m² opdelt i uberørte kontrolfelter og selve forsøgsfelterne. I alle felter eksperimenteres der med både opvarmning og tørke. Opvarmningen sker om natten, ved at et tag (gardin) rulles henover vegetationen. Gardinerne på varmfelterne er styret af lysmålere eller timere, og på den måde kan den opvarmning, der sker i økosystemerne om dagen, bibeholdes. Det er, som DMI-scenariet antager, udelukkende minimumstemperaturen der forhøjes, hvorimod der om dagen ikke er nogen varmebehandling af felterne. I tørkefelterne er der plastikgardiner, der rulles ud i tilfælde af regn og forhindrer den naturlige vanding af vegetationen. Dermed er det muligt at simulere sommertørke. Gardinerne er styret af en censor, der registrer selv den mindste regn. For både varmfelterne og tørkefelterne gælder det, at gardinerne fjernes ved hård blæst, så felterne oplever et naturlig vindstress. Samtidig reduceres belastningen på selve forsøgsopsætningen.



Figur 3. Forsøgsopstillingen i Mols Bjerge.

I Jægerspris er der et tilsvarende om end mere avanceret forsøg, kaldet CLIMAITE. Her er tre forskellige behandlinger; (i) temperatur, (ii) sommertørke og som en ekstra behandling (iii) CO₂-niveau. Forsøget er opstillet, så alle kombinationer af de tre behandlinger samt kontrolplots er med. Forsøgsfelterne er, ligesom i Mols bjerge, opbygget med varmetage om natten for at øge minimumstemperaturen og tørketage om sommeren for at simulere sommertørke.

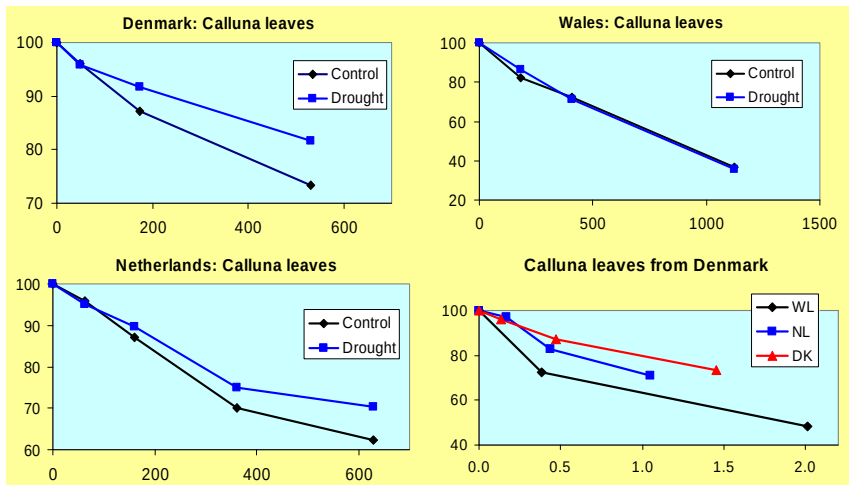
Vigtige faktorer for den mikrobielle omsætning

De vigtigste faktorer for den mikrobielle omsætning i jorden er (i) temperaturen, (ii) fugtigheden og (iii) kvaliteten af det organiske stof i jorden. Disse faktorer er meget centrale i forbindelse med klimaændringerne. Temperaturen og fugtigheden er direkte relateret til klimaet, mens kvaliteten af organisk stof er indirekte relateret til klimaet. Det skyldes, at det organiske stof er produceret under givne klimaforhold og vil ændre sig, når klimaet forandres. CO₂ er en vigtig faktor, der di-

rekte påvirker balancen mellem kulstof og andre næringsstoffer i vegetationen og dermed også sammensætningen af det plantemateriale, som tilføres jorden. Det skyldes, at mængden af tilgængeligt CO₂ i atmosfæren stimulerer planternes fotosyntese, men ikke mineralisering af næringsstofferne. Dermed ændres planternes kulstof/næringsstof-forhold.

I fire af de europæiske klimaforsøg er der fundet en sammenhæng mellem jordrespiration og temperatur. Jordrespiration er et udtryk for den samlede respiration, og dermed den samlede aktivitet, i jordbunden. Den hollandske hede og den danske hede i Mols Bjerge ligger tæt på hinanden, og begge steder ses en mindre respons i respirationen, som følge af en øget temperatur, end i den våde hede i Wales.

Der ses også en direkte effekt af tørke på nedbrydningen. I forbindelse med nedbrydningsforsøg med blade fra hedelyng i forsøgsefter på heder i Holland, Wales og Danmark ses det, at der i tørkeefterterne er en langsommere nedbrydning end i kontrolfelterne. Der forventes en øget sommertørke i forbindelse med klimaforandringerne, hvilket kan betyde en nedsat omsætning i jordbunden. Det kunne føre til en ophobning af kulstof i jorden, men da plantevækst, og dermed tilførsel af organisk stof til jorden, mindskes ved tørke, betyder det samlet set en mindsket binding af kulstof i jorden. I Wales, hvor jorden næsten er vandmættet, har udtørringen stort set ingen effekt på nedbrydningen. Den langsomste nedbrydning blev observeret i Danmark, som er det koldeste og tørreste land af de tre.



Figur 4. Resultaterne fra nedbrydningsforsøgene i projektet på forsøgsområderne i Mols Bjerger (Danmark), Holland og Wales, hvor nedbrydning i tørkefelterne er lavest i Danmark. Dette gælder også, når der bruges hedelyng blade fra samme lokalitet til nedbrydning på de tre hedeområder.

Ser man på forskellige naturtypers respons på et forandret klima, er det nyttigt at opstille et responskema, hvor sensitiviteten overfor de forskellige faktorer kan aflæses. Eksempelvis kan man ud fra et sådan responskema se, at sydlige egne, hvor temperaturen allerede er høj, vil reagere langt mindre på en øget opvarmning end områder med lave temperaturer. De præcise forandringer afhænger dog også af en lang række andre økosystemfaktorer som eksempelvis nedbør og jordtype. Der er mange faktorer, der spiller ind i forbindelse med størrelsen af klimarespons i jord. Hvis der er anaerobe forhold (iltfattige forhold), går nedbrydningen meget langsomt, og der er en meget lille sensitivitet overfor opvarmning, stort set uafhængigt af temperaturen. Hvis der derimod er aerobe forhold, det vil sige gode ilt forhold i jorden, vil nedbrydning blive væsentligt fremmet af stigende temperaturer. Det samme billede er gældende for tørkestresset jord modsat, hvis der er rigeligt med vand.

En naturtype som højmoser kan også vurderes i forhold til et respons-skema. Der er masser af kulstof, men ofte er mosen vandmættet og har anaerob nedbrydning. Det betyder, at en opvarmning ikke umiddelbart vil påvirke højmosen væsentligt, men i det øjeblik, der kommer en opvarmning samtidig med ekstrem tørke, stiger sensitiviteten. Derfor får den dræning, der er i det danske landskab, stor betydning, selv med de relativt små klimaændringer, der har været indtil nu.

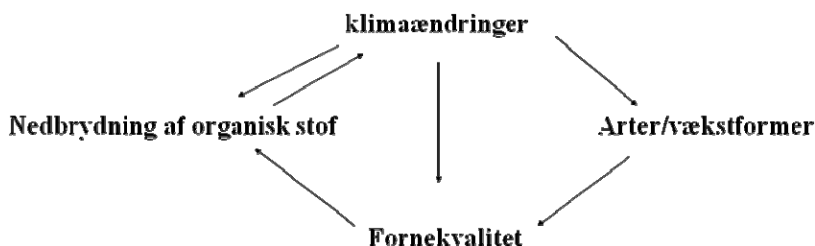
Mineralisering

Kvælstofmineraliseringen reagerer ikke kraftigt på temperaturændringer, derimod reagerer den i høj grad på fugtigheden i jorden. Nettomineraliseringen er den rest, der bliver tilbage som overskud i jorden, når mikroorganismene har optaget deres del af næringen. Denne rest bliver meget lille, når klimaet er ekstremt tørt eller ekstremt vådt, og sammenhængen følger dermed en klokkeformet kurve i intervallet mellem den ekstremt tørre og den ekstremt våde jord. Kort sagt betyder det, at kvælstofmineraliseringen i jorden overvejende responderer på vandforholdene frem for temperaturforholdene.

Kulstofmineraliseringen i jord reagerer derimod tydeligt på temperaturen. I de europæiske klimaforsøg tegnede der sig et særligt billede i Holland, hvor effekten af opvarmning var tydelig. Der er en høj deposition af kvælstof på det hollandske hedeområde, og dermed et meget stort indhold af kvælstof i jorden. Den mikrobielle omsætning i jorden stiger i takt med opvarmningen, men mikroorganismene og planterne har sandsynligvis ikke behov for det kvælstof, der frigives ved mineraliseringen, da jorden allerede er meget rig på kvælstof. Det medfører, at en meget stor mængde kvælstof udvaskes, og der er risiko for eutrofiering, når temperaturen stiger.

Substratkvalitet

CO₂-niveauet i atmosfæren har betydning for kulstofindholdet i førne, som er mængden af endnu ikke nedbrudt organisk stof på jordoverfladen. Klimaændringerne kan betyde, at der kommer et overskud af kulstof i plantematerialet, flere sekundære metabolitter og en langsommere nedbrydning. Derudover vil sammensætningen af plantearter blive påvirket af klimaændringerne. Samlet set har disse faktorer en betydning for mængde og kvalitet af førnen. Denne problematik er blevet undersøgt i materiale fra klimaforsøg i arktiske og alpine områder, hvor førnen er blevet indsamlet og derefter inkuberet under både subarktiske og højarktiske forhold. Det har vist sig, at der i de to områder er en meget stor direkte effekt af temperaturen og vejrforholdene på nedbrydningen af førnen. Desuden har det stor betydning for førnenedbrydningen, om plantesamfundet udgøres af græsser, urter eller dværgbuske. Derimod har det en meget lille effekt, hvorvidt førnen er produceret under manipulerede klimaforhold i forsøgsselterne eller i de uberørte kontrolfelter. Overordnet betyder det, at direkte ændringer i temperatur og vandforhold i jorden, har den væsentligste effekt på kvaliteten af det organiske stof i jorden. Effekten af plantesammensætningen er dog ligeledes betydelig, i og med mosser nedbrydes langsomt, mens urter nedbrydes relativt hurtigt.



Figur 5. Sammenhængen mellem klimaforandringerne, nedbrydningen af organisk stof, førnekvaliteten samt hvordan artssammensætningen styres af klimaet, og hvordan det har betydning for førnekvaliteteten.

Opsummering

Klimaeffekterne har en direkte indvirkning på jordens kulstofpulje. Både tørke og opvarmning kan betyde mindre kulstof i jorden af forskellige årsager. Ændringer af kulstofmængden i jorden vil ændre vandbindingsevnen, da den er knyttet til organisk stof i jorden. Derudover kan ekstrem tørke ændre jordens vandbindingsevne, på grund af strukturelle ændringer af organisk stof, da der skabes hydrofobe forhold. Endeligt påvirker også temperatur og vand omsætningen af organisk stof direkte, hvilket kan ændre næringsstoftilgængeligheden og potentielt eutrofiere terrestriske og akvatiske økosystemer. Effekten af disse ændringer afhænger dog både af økosystemernes næringsstatus og planternes respons. Resultatet er, at der med stor sandsynlighed er nogle af balancerne mellem arterne, der blive forskubbet, hvilket kan føre til ændringer i artssammensætningen i jorden, ikke mindst fordi klimaændringer kan påvirke enkelte arter meget forskelligt. Det betyder, at der givet vil opstå nogle forskydninger i artssammensætningen, som kan medføre tab af arter, der ikke kan tilpasse sig de nye klimatiske forhold. Artsændringer vil betyde funktionelle ændringer i jorden, men også en risiko for tab af biodiversitet, da nye jordbundsarter kun indvandrer langsomt.

Litteratur

UNFCCC (1992) Kyoto-protocol.

www.climaite.dk

www.vulcanproject.com

Schmidt, I.K., Beier, C., Kongstad, J., Andresen, L., Michelsen, A., Albert, K., Ambus, P., Selsted, M., Maraldo, K., Holmstrup, M., Arndal, M., Mikkelsen, T.N., Ro-Poulsen, H., Jonasson, S., Karsten, R.J. (2008) Klimaændringer og processer og funktion i terrestriske økosystemer. Flora og Fauna 113(4): 113-124.

Ændrede vilkår i landbruget: En ny natur?

Af professor Peter Esbjerg, Institut for Økologi, Københavns Universitet¹

Klimaændringerne påvirker jordbruget både direkte og indirekte; Primærproduktion, organismer knyttet til de dyrkede arealer, skadedyr og plantesygdomme påvirkes af klimaet. Valget af afgrøder og dyrkningspraksis vil dermed blive påvirket af et ændret klima og give anledning til nye tanker i hele jordbruget, hvilket vil åbne for helt nye problemstillinger. Endeligt kan der forventes store ændringer i naturelementerne i agerlandet.

Uforudsigelighed

De væsentligste træk af klimaændringerne i Danmark er en generel temperaturstigning på 1,5-4,5 °C over både sommer og vinter, altså en stadig større varmetilførsel per år, samt en 10 % større nedbørsmængde, med mindre i dele af vækstperioden og mere i eftersommer- og vinterperioden. Det vil få betydning for jordbruget, og et centralt begreb vil være uforudsigeligheden; det bliver sværere at overskue, hvornår der for eksempel skal gødskes og sprøjtes. I sommeren 2007 havde vi en periode i juni måned, hvor det var særdeles tørt og varmt, og perioden efterfulgtes af intensiv regn. Et sådan vejrmønster betyder, at der er risiko for, at gødningen bogstavelig talt flyder væk om foråret, når den er blevet spredt, inden den bliver optaget i de afgrøder, den er rettet mod. Der er ligeledes en risiko for længere tørkeperioder.

¹ Transskriberet og tilpasset af redaktionen med accept fra forfatteren

Klima og skadedyr

Med temperaturstigningerne sker der en sæsonforskydning for mange organismer, og den varmesum, deres udvikling kræver, opnås hurtigere. De fleste kender begrebet graddage i relation til opvarmning af huse. Varmesumsbehov er derimod, hvis man vender begrebet på hovedet, og i stedet for at snakke om, hvor meget varme der skal skabes, snakker om, hvor meget varme der er til rådighed. Det har betydning for vækst og aktivitet, og alle de vekselvarme dyr og planter. Det betyder mindre for større dyr, med en større masse, end små dyr. De vekselvarme organismer er afhængige af, at få tilført energi i form af varme for at kunne gennemføre en given vækst. Det kan for eksempel være vækst fra insektlarve til færdigudviklet insekt, eller det kan være vækst af planter frem til modenhed. Hos planterne er ændringer i varmetilførsel allerede tydelige: Siden 1997 har vi kunnet dyrke majs til modenhed nord for Limfjorden, som ellers er det koldeste område i Danmark.

Somrene 1994, 1995 og 2006 er vigtige i klimasammenhænge i forhold til skadedyr. Disse somre fik en række insekter en ekstra varmetilførsel, der var så gunstig, at de kunne producere en ekstra generation. Det betød, at der pludselig kom mange flere individer end normalt. I 1994 og 1995 eksploderede antallet af Elmebarkbiller (*Scolytus multistriatus*), og dermed Elmesygen. I 1995, og med stor sandsynlighed også i 1994, skyldtes fænomenet, at billerne nåede en ekstra generation inden for sæsonen. Resultatet var, at flere individer kom på vingerne, og koblet med godt flyvevejr det meste af sommeren, var det nok til at forskyde den naturlige balance i systemet. Det kan dog også gå som i den forgangne sommer 2007, hvor det regnede intensivt i væsentlige dele af sommeren, hvilket *forringer* betingelserne for blandt andet Elmebarkbilleren. Både blandt insekter og planter findes der arter, der vil nyde godt af forandringerne, og andre hvis muligheder vil forringes. Det er derfor

nødvendigt at vurdere de enkelte arter og sammenhænge for at få et detaljeret billede af de forventelige ændringer.

I Danmark er 62 % af arealet dækket af landbrug, og de dominerende afgrøder er kornafgrøder. Det er især vinterhvede og vårbyg, men også en del vinterbyg. Kornbladlusene (*Sitobion avenae*) og havrebladlusene (*Rhopalosiphum padi*) er to af de mest almindelige og betydningsfulde skadedyr i kornafgrøder og samtidig blandt de skadedyr, der reageres hurtigst på fra landmændenes side..

Milde vintre gavner bladlusene. I 2006 og til dels i 2007 var forholdene milde og uden nætter med hård frost. Det betød, at man i efteråret 2007 tilrådede landmændene at sprøjte vinterhvede og vinterbyg, hvilket er afgrødetyper, der normalt ikke kræver sprøjtning om efteråret. Det skyldes, at bladlusene kan sprede virussygdommen havrerødsot, med store økonomiske konsekvenser til følge.

Vinteren 2006 viste sig ligeledes gunstig for Sitkabladlusen (*Elatobium abietinum*), knyttet til Sitkagran (*Picea sitchensis*) og Blågran (*Picea pungens*). Angrebene har været så slemme, at mange blågraner er døde allerede i 2007, og der er fortsat en usædvanligt høj forekomst af sitkabladlus. Sitkabladlusen er egentlig ikke et betydningsfuldt skadedyr, men den er en god markør for, hvad der sker.

Milde vintre har meget forskellig betydning for forskellige arter af skadedyr. Bladlusene er blandt dem, der overvejende bliver begunstiget. "Dræbersneglen", som hele Danmark har været plaget af sommeren igennem, er ligeledes begunstiget af milde vintre, men i lige så høj grad af en lang fugtig periode uden for høje temperaturer. Afhængighed af både varmere vintre og fugtige somre er noget, der kendes fra andre nøgensnegle, men i år har antallet af "dræbersnegle" været på et niveau,

som har vakt opsigt og omtale. Med udsigterne til det kommende klima må vi nok også forvente, at denne snegl forsat får avisplads.



Figur 1. Bladlus på blågran

Andre insekter, som nogle af dem mennesket selv har hjulpet til Europa fra andre kontinenter - eksempelvis den nordamerikanske Coloradobille (*Leptinotarsa decemlineata*) - klarer dårligt en mild vinter, da dens opbyggede energiresourcer, ikke rækker hele vinteren ved en øget passiv forbrænding på grund af de milde temperaturer. Nyere studier tyder på, at også nogle af bladlusenes vigtigste fjender, løbebiller, brænder for meget energi af om vinteren, hvis denne er for varm, hvilket i flere billearters tilfælde blot er nogle få grader. Resultatet er øget dødelighed og nedsat fertilitet.

Knoporme påvirkes også af klimaændringerne og fremmes af tørre og varme somre, hvilket fik katastrofale følger for især kartoffel- og roehø-

sten i 1975 og 1976 (et par af de varmeste på hinanden følgende år). Knoporme kan få op til to generationer, og i år med særlig høj varmetilførsel (som 1995) viser undersøgelser, at de delvis nåede at få 2. generation. I 1975 og 1976 nåede knopormene to fulde generationer. Det kan dog i virkeligheden ikke betale sig for populationen, da 2. generation er spildt, fordi afkommet ikke kan nå at udvikle sig til overvintringsstørrelse. Når det drejer sig om skadedyr, er det selvfølgelig godt for os, men det gælder desværre ikke kun skadedyr. Det kan betyde tab af værdifuld biodiversitet, at arter oplever en mangelfuld udvikling af den sidste generation i sæsonen og derfor et reduceret og mindre levedygtigt antal individer, der overlever vinteren.

For andre kendte skadedyr ser det imidlertid modsat ud. Æblevikler, hvis larve også kaldes: "orm" i æbler, ses sjældent i dag, da de bliver sprøjtet væk. Kålfluernes larver er "orm" i radiser og kål. Begge kan med succes få en ekstra generation, når vi får varme somre som i 1995 og til dels 2006.

Den vilde flora og fauna kan således tilpasse sin udvikling over året, hvis der for eksempel er perioder med milde vintre. Vi havde tre på hinanden følgende milde vintre omkring 1990. Der havde vi blomstrende mælkebøtter allerede i januar måned – særligt i det sidste år i rækken. Forskydning sås altså hurtigt, og den tog til år for år. Desværre er der ingen garanti for, at forskydningerne af arterne følges helt ad, således at de økologiske balancer opretholdes.

Klima og landbrugets vision

Landbruget øjner nye muligheder. Den 25. juli 2007 var der i Politikken en kronik af Landbrugsraadets præsident Peter Gæmelke, hvor han med vanlig entusiasme argumenterede for landbrugets nødvendighed og berettigelse, når de i 2040 skulle brødføde ni milliarder mennesker.

Han kom i den forbindelse med nogle bemærkninger om hensyntagen til miljøfølsomme områder, hvor han udtalte; *"det vil betyde, at meget sårbare områder vil blive taget ud af den normale landbrugsproduktion, og der vil blive etableret randzoner omkring alle søer og vandløb"*. Umiddelbart lyder det godt, at landbruget nu reagerer med de rette midler. Men man er klogere end som så:

Efterfølgende udtaler Peter Gæmelke omkring kvælstof: *"samtidig med, at der skæres ned på tilførslen til de følsomme områder, skal der gives tilladelse til øgede mængder af kvælstof på de jorde, der er egnede"*. Som Peder Agger har bemærket, er naturen resterne i landskabet, omringet af landbruget, og desværre får de allerede rigelige mængder kvælstof. Desuden er der stor risiko for, at den øgede mængde kvælstof på de egnede jorde har andre steder end de tiltænkte, hvilket er yderst uheldigt, da det hurtigt kan komme til at påvirke naturen negativt.



Figur 2. Dansk landskab, naturen er resterne

Landbruget hæfter sig ved temperaturstigningerne, som er gode for hveden, og dermed følger Gæmelke-argumentationen; *"det danske korn kan igen blive godt"*. Men der er ikke solskinstimer nok i Danmark, og der bliver sandsynligvis heller ikke nok i fremtiden til at få et udbytte, der kan konkurrere med hveden fra den amerikanske midtvest. Hvede skal helst have sol som i Italien, men der vil hveden blive brændt væk af tørke med det nye klima (ligesom i 2003).

Det mest foruroligende, i forbindelse med Gæmelkes udtalelser, er forestillingen om, at der skal etableres miljørigtige afgrøder på de jorde, som tages ud af den intensive landbrugsdrift. Det vil sige planter som elefantgræs, energipil, majs og nonfood raps. Meningen er, at disse planter skal optage det overskydende kvælstof fra de intensivt drevne marker. Følges tankegangen til ende, er det skræmmende at tænke på konsekvenserne af en sådan udnyttelse af Danmarks randzoner. Mange randzoner har igennem mange år fået lov at ligge uforstyrret, og udgør derfor i dag et vigtigt naturelement sammen med de levende hegn. Der er rigtig mange kilometer hegn i Danmark, også selv om man mange steder forsøger at skrælle nogle af dem væk. Hegnene og randzonerne er i dag så væsentlig en del af de rester, der er tilbage, og så væsentlig en del af den danske biodiversitet, at det vil betyde en omfattende fattiggørelse af den danske natur, hvis disse randområder også dyrkes.

Landbruget har allerede lagt planer for produktionen i et fremtidigt klima, hvor de ser en verden med flere mennesker og øgede muligheder for indtjening. Derfor går deres vision ud på at øge planteproduktionspotentialet, undgå braklagte arealer, dyrke større arealer med majs, dyrke mere korn med en større kvælstof- og pesticidbehandling og ervedover dyrke energiafgrøder på alle anvendelige randområder. Men

der vil opstå øgede problemer med skadedyr og sygdomme i landbruget, som resultat af en øget uforudsigelighed i vejret, og øgede produktpriser kan betyde, at flere hjælpemidler anvendes i landbruget, hvilket vil nedsætte det generelle naturhensyn. Hvis vi derfor skal målrette vores naturforvaltning til et nyt og foranderligt klima, er det vigtigt, at vi indtænker jordbesidderne af 62 % af vores danske areal, og deres forestillinger om et nyt og mere produktivt landbrug.

Fremtidens naturindhold

Danmarks fremtidige naturindhold vil, som i dag, være styret af den måde, hvorpå vi udnytter arealerne. Majs, hvede og især energiafgrøder, vil føre til en voldsom fattiggørelse af den danske natur. Majsmarker hører generelt til de fattigste på andet liv. Hvede, kræver ikke alene en høj tilførsel af kvælstof, men vil også have brug for øgede mængder af fungicid til bladpletsvampe og mere insekticid mod bladlusene. Ved at dyrke energiafgrøder i randområder vil der ske en betydelig biologisk fattiggørelse, da disse områder i dag indeholder interessante naturområder. Samlet set vil disse ændringer trække mod en forringelse af den danske biodiversitet.

Men vil Danmark få en ny natur? Klimaændringerne er allerede ved at forrykke naturen, uden at der dog er sket dramatiske ændringer endnu. Får landbruget imidlertid lov til at følge deres egen vision, vil der opstå en interaktion mellem denne vision og klimaet, hvorved effekterne af klimaændringerne forstærkes. I så fald vil det kunne betyde, at mange af de standfaste, specialiserede og dermed mindre forandringsparate dyr og planter vil komme under pres. Derimod vil der være etableringsmuligheder for de mere mobile generalister, og de vil derfor vinde frem. Heriblandt mange af de invasive arter, opportunisterne, som vandrer kraftigt i disse år, da den menneskelige transport i samspil med de

nye klimatiske forhold giver et øget rum for disse arter. Tyske forskere på området mener, at mange skadedyr i disse år rykker 50 km nordpå om året. Der er desværre endnu ikke trykt dokumentation for disse iagttagelser. Samlet set *vil* klimaændringerne betyde en ændret artssammensætning i Danmark, med et meget sandsynligt tab af biodiversitet til følge. En væsentlig del af virkningerne *kan* mindskes betragteligt, men det vil kræve et politisk slagsmål med især landbruget.

Forvaltningen af den terrestriske natur i fremtidens Danmark

Af forskningsprofessor Jørgen E. Olesen, Afd. for jordbrugsproduktion og miljø, Århus Universitet

Indledning

Klimaet er under forandring, og dette er medvirkende til de forandringer, der allerede nu ses i afgrødevalget i landbruget. Den eksplosive vækst i areal med majs er således nært koblet til et varmere klima. Klimaet er tilsvarende blevet vådere (især om vinteren) over de seneste årtier, hvilket er medvirkende årsag til den forsat høje udledning af kvælstof og fosfor til vandmiljøet. Samtidigt betyder de vådere vintre, at det i stigende grad bliver vanskeligt at holde lavtliggende arealer i dyrkning. Effekterne vil blive forstærket over de kommende årtier under de forventede klimaændringer. Dette medfører konsekvenser ikke blot for landbruget, som må tilpasse sig ændringerne, men også for natur og miljø, som både direkte og indirekte vil blive påvirket af klimaændringerne. Naturforvaltningen i Danmark har hidtil været baseret på et paradigme om en statisk natur, som påvirkes af en lang række faktorer som fragmentering, invasive arter, forurening, erosion og habitatdestruktion. Klimaændringerne vil medføre ændrede dyrkningsmønstre i landbruget og ændrede forhold for naturen. Dette giver et behov for at revurdere samspillet mellem landbrug og natur i det danske landskab, som også bør afspejles i implementeringen af EU's Vanderammedirektiv og Habitatdirektiv.

Danmark er et betydende landbrugsland med en stor eksport af især animalske produkter og frø. Samlet udgør landbrugseksporten med ca.

11 % fortsat en betydelig andel af den samlede danske eksport. Der har i det seneste år været stigende fokus på miljøeffekterne af landbruget, hvilket har ført til handlingsplaner for reduktion af udledningen af kvælstof og fosfor samt begrænsninger i pesticidforbruget. På det seneste er også udledningerne af drivhusgasser fra landbruget kommet i fokus, og landbruget vil også bidrage betydeligt til opfyldelse af Danmarks Kyoto-forpligtelse.

I international sammenhæng har Danmark med 61 % en meget høj andel af det samlede landareal, som anvendes til landbrugsformål, hvor korn og raps samlet udgør over halvdelen af landbrugsarealet. Dette er med til at understøtte den meget store animalske produktion i Danmark og eksporten af især svinekød og mejeriprodukter. Vandmiljøplanerne har betydet et betydeligt fald i udledningerne af især kvælstof til vandmiljøet, men overskuddet af både kvælstof og fosfor er fortsat for højt i forhold til naturens tålegrænser. Implementeringen af EU's Vandrammedirektiv og Habitatdirektiv vil medføre yderligere restriktioner i landbrugets arealanvendelse og dyrkningsmønstre. Samtidigt vil klimaændringerne medføre ændrede dyrkningsmønstre i landbruget og ændrede forhold for både den terrestriske og akvatiske natur i Danmark. Dette giver et behov for at revurdere samspillet mellem landbrug og natur i det danske landskab.

Menneskeskabte klimaændringer

De menneskeskabte klimaændringer skyldes udledning af drivhusgasser, især kuldioxid, metan, lattergas og CFC. Den samlede udledning af disse gasser er stigende og forventes frem til år 2100 at føre til en stigning i den globale middeltemperatur på mellem 1,4 og 5,8 °C (IPCC, 2007). Variationsbredden er udtryk for variation mellem en række mulige scenarier for udslip af drivhusgasser samt usikkerhed i klimamo-

dellerne. De forskellige emissionsscenarier er udtryk for forskellige udviklingsmuligheder for verdens befolkningstilvækst, energiforbrug, velstand m.v. Selv med en stabilisering af atmosfærens indhold af drivhusgasserne på det nuværende niveau vil der ske en yderligere global temperaturstigning på op mod 1 °C (IPCC, 2007). Det skyldes, at det tager lang tid at varme oceanerne op. Havtemperaturen vil stige langsommere end lufttemperaturen over land, og dette vil forsinke de globale temperaturstigninger. Dette er i overensstemmelse med observationerne, som har vist mindre stigninger i lufttemperaturen over havet end over land.

Menneskeskabte klimaændringer er dog ikke blot noget, der hører fremtiden til. Over de seneste 50 år er den globale middeltemperatur steget med 0,6 °C, og temperaturstigningerne i Danmark har været i samme størrelsesorden. I Danmark har det ført til en forøgelse af vækstsæsonen med ca. en måned. Samtidigt har nedbørsmønstrene ændret sig. På verdensplan er der blevet mere udbredt tørke, især i de subtropiske områder. Det ses i Europa mest tydeligt i Middelhavsområdet, hvor stigende hyppighed af tørke har ført til stigende pres på vandingssystemerne. I områder i Spanien, Sydfrankrig og Italien har det ført til et fald i det vandede areal og til ændringer i sædskifterne mod mindre vandforbrugende afgrøder. I Nordeuropa har der derimod været en stigning i nedbørmængderne. For Danmarks vedkommende er nedbørmængden steget med ca. 100 mm over de sidste 50 år. Ændringen er næsten udelukkende sket i vinterhalvåret.

Det er dog ikke kun gennemsnitsklimaet, der har ændret sig. Der er også blevet flere ekstremer. Over det meste af verden er størrelsen og hyppigheden af meget intens nedbør steget. Det hænger sammen med, at varm luft kan rumme mere vanddamp, og dermed bliver der også

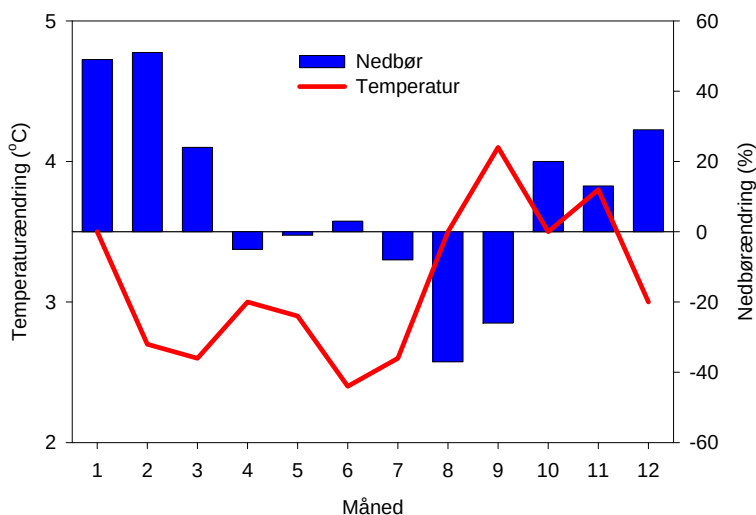
mulighed for meget større nedbørmængder under regnvejr. De højere temperaturer og dermed højere energiindhold i atmosfæren giver også mulighed for kraftigere storme. Om sommeren vil tørre klimaområder, som f.eks. i Sydeuropa, kunne opleve meget større variation i temperatur og nedbør fra år til år.

Scenarier for klima og arealanvendelse

Klimaændringerne afhænger af, om det lykkes at begrænse udledningerne af drivhusgasser. Dette afspejles i forskellige scenarier for udledninger af drivhusgasser. Nogle af de mest anvendte scenarier kaldes A2 og B2, hvor A2 betegner et scenarie med høje udledninger og B2 et scenarie med betydelige tiltag til reduktioner af udledningerne. EU har en målsætning om at holde klimaændringerne under 2 °C over førindustrielt niveau (scenarie EU2C). Hvis klimaændringerne skal holdes på dette niveau, kræver det, at udledningerne af drivhusgasser begynder at falde inden for de næste 10 år.

For de mest anvendte emissionsscenarier ventes de menneskeskabte klimaændringer i år 2100 at føre til stigninger i den årlige danske middeltemperatur på 3-5 °C i forhold til 1990-niveauet (Olesen et al., 2006). Nedbøren i vinterperioden vil stige med 20-40 %, mens nedbøren i sommerperioden vil falde med 10-25 %. Der forventes samtidig havspejlsstigninger på 25-50 cm. Klimaændringerne i år 2050 bliver noget mindre. Til gengæld er der også meget mindre variation mellem de forskellige emissionsscenarier. Det betyder, at vi med nogenlunde sikkerhed kan forudsige de generelle klimaforhold ca. 50 år frem. Hvad der kommer til at ske herefter, afhænger meget af, om det lykkes at reducere udledningerne af drivhusgasser.

Sæsonvariationen i ændringer i temperatur og nedbør i Danmark i 2080-2100 under A2-scenarier er vist i figur 1. Nedbørstigningerne forekommer især i vinterhalvåret, mens der især sker et fald i nedbøren i sensommeren. Den tørrere sensommer er koblet til lidt højere temperaturstigninger. På grundlag af temperaturændringer for disse scenarier kan der laves analogier til områder, som i normalperioden 1961-90 har haft et tilsvarende temperaturklima (tabel 1). For hver grads stigning i middeltemperatur rykker klimazonerne ca. 2-300 km nordpå. Frem til år 2050 forventes temperaturstigninger på 1,5-2,0 °C. Det giver et dansk klima, der stort set svarer til det nuværende klima i Holland eller Midt-tyskland.



Figur 1. Modelberegninger af ændringer i temperatur og nedbør i Danmark under A2 scenariet i 2080-2100 (Christensen og Christensen, 2007).

Tabel 1. Europæiske regioner med et temperaturklima, som i normalperioden 1961-90 har haft et temperaturklima, der i store træk svarer til scenarierne for klimaændringer i Danmark.

Periode	Scenario	Region med tilsvarende nuværende temperatur
2010-2020	alle	Hamborg, Luxembourg
2040-2050	EU2C	Hannover
	A2, B2	Stuttgart, Holland
2090-2100	EU2C	Stuttgart, Holland
	B2	Nordfrankrig, Midtengland
	A2	Midtfrankrig, Sydengland

Antagelserne omkring den fremtidige europæiske arealanvendelse afhænger i betydelig grad af udviklingen og indpasningen af ny teknologi i landbruget (Ewert et al., 2005). For de to nævnte scenarier er der estimeret stigninger i afgrødeproduktivitet på 20-117 % afhængig af tidsrum (2020 til 2080) og scenarie. Stigningerne er mindst for B2 og størst for A2.

Effekter af klimaændringer

Jordbrugsproduktionen påvirkes af miljøet gennem effekter på de biologiske og fysisk-kemiske processer i planter, dyr og jord (tabel 2). Menneskets udledning af drivhusgasser påvirker agroøkosystemet både direkte (især gennem effekter af CO₂ og troposfærisk ozon) samt indirekte via effekter af ændringer i klimaet (især temperatur og nedbør). De eksakte påvirkninger varierer betydeligt mellem forskellige økosystemer og afhænger desuden af de relative ændringer i de enkelte bestemmende faktorer.

Tabel 2. Effekter af CO₂, temperatur, nedbør og vind på forskellige dele af agroøkosystemet.

Økosystem komponent	Effekter		
	CO ₂	Temperatur	Nedbør/vind
Afgrøder	Tørstof tilvækst Vandforbrug	Varighed af vækst	Tørstoftilvækst
Husdyr	Foderudbytte	Vækst og reproduktion	Sundhed
Vand	Jordvandindhold	Vandingsbehov	Grundvand
Jord	Omsætning af organisk stof i jord	Omsætning i jord Næringsstofforsyning	Vind- og vand- erosion
Sygdomme/ skadedyr	Kvalitet af bio- masse for skade- gørere	Generationstid Tidlighed i angreb	Sygdomsover- førsel
Ukrudt	Konkurrence med afgrøden	Effekt af herbicider	Effekt af herbi- cider

Vejrforholdene påvirker også muligheder for at kunne gennemføre markarbejdet rettidigt, hvilket har stor betydning for afgrødevalget (Rounsevell et al., 1996). Især våde forhold begrænser mulighederne for at kunne færdes på jorden og dermed kunne bearbejde jorden eller høste afgrøderne. En stor del af de danske jorder er kunstigt dræned primært for at sikre rettidighed i markarbejdet. Antallet af høsttimer i efteråret er en af de væsentlige begrænsninger for afgrødevalget. Varmere klima vil føre til tidligere høst og dermed mere favorable høstvilkår. På den anden side kan vådere efterår føre til ringere muligheder for høst af sent modnende afgrøder.

En øget CO₂-koncentration i luften kan have en betydelig vækststimulerende virkning på planter (Kimball et al., 2002). Øget indhold af CO₂ i atmosfæren øger planternes fotosyntese og reducerer vandforbruget på grund af større modstand mod fordampning gennem planternes spalteåbninger. Resultatet er øgede udbytter samt stigende udnyttelse af lys,

vand og kvælstof. Resultater fra en lang række forsøg viser samlet, at en fordobling af luftens CO₂-koncentration i gennemsnit vil øge kerneudbyttet i hvede med ca. 30 %. Der er dog betydelige forskelle mellem plantearter. Således er der kun små produktivitetsstigninger i tropiske græsser (C₄-planter) som f.eks. majs, mens der er fundet noget større udbyttestigninger ved stigende CO₂-koncentrationer i rodfrugter som f.eks. kartoffel. Den stigende CO₂-koncentration vil især give øget produktion i bælgeplanter, og dermed øge N-fikseringen i disse arter (Kimball et al., 2002). Dette giver især øgede udbytter i kløvergræsmarker på grund af en større kløverandel, men også mulighed for en større N-ubalance i kvægfoderet med et stort N-overskud om sommeren.

Indstrålingen bestemmer, hvor stor fotosyntesen og dermed planternes produktion kan blive. Dette modificeres dog meget af temperatur og tilgængelighed af vand og næringsstoffer (Olesen & Bindi, 2002). Temperaturen spiller især ind ved at bestemme længden af vækstsæsonen. De lave temperaturer og lysmangel om vinteren forhindrer aktiv plantevækst. En temperaturstigning vil derfor på vore breddegrader øge længden af vækstsæsonen. Vækstsæsonens længde kan beregnes som længden af den periode, hvor middeltemperaturen overstiger 5 °C. Den globale opvarmning vil for Nordeuropa føre til en længere vækstsæson. I Danmark vil en temperaturstigning på 1 °C øge vækstsæsonens længde med mere end en måned. En sådan ændring har allerede kunnet konstateres i Danmark over de senest ca. 30 år. En længere vækstsæson vil især øge landbrugets produktivitet i forårs månederne, hvor de lave temperaturer begrænser plantevæksten, hvorimod lyset er begrænsende i de sene efterårsmåned.

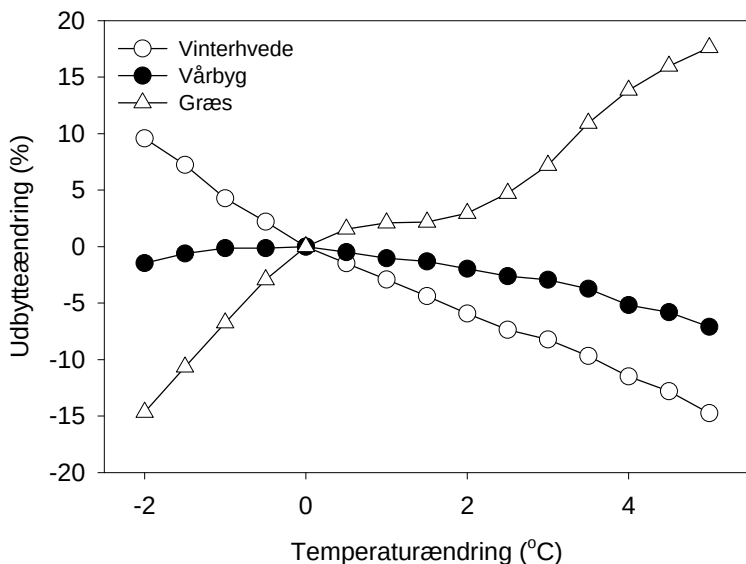
Generelt vil højere temperaturer og deraf følgende højere fordampning sammen med mindre sommernedbør øge risikoen for vandmangel på

de lettere jorder. På de fleste jordtyper vil ændringer i nedbøren især påvirke afstrømningen om vinteren.

Arealanvendelse og afgrødevalg

Afgrødernes udbytte afhænger overordnet af tre forhold: 1) længden af den aktive vækstperiode, 2) den daglige produktion i vækstperioden, og 3) andelen af tørstofproduktionen, der går til høstbart udbytte. Alle disse faktorer varierer mellem afgrøderne og påvirkes også af klimaændringer. Et øget CO₂-indhold øger produktionen i de fleste afgrøder (majs er en undtagelse). For afgrøder, som ikke modner (f.eks. græs og sukkerroer), vil en øget temperatur øge længden af vækstperioden og dermed give større udbytter, forudsat at der ikke optræder vandmangel (Olesen et al., 2006).

I enårige landbrugsafgrøder, som f.eks. korn, raps og kartofler, er planternes udviklingsforløb afhængigt af temperatur og daglængde. En temperaturstigning vil for disse afgrøder reducere længden af den aktive vækstperiode, fordi afgrøderne vil modne tidligere. Dette vil alt andet lige reducere udbyttet. Reduktionen i udbytte er størst i vintersæd og mindre i vårsæd, hvor det er muligt at modvirke en del af effekten gennem tidligere såning, således at afgrøderne bedre udnytter de gunstige lysforhold om foråret (figur 2). Et øget udbytte vil især kunne opnås ved at skifte afgrødearter og sorter.



Figur 2. Modelberegnet ændring i gennemsnitsudbytte i tre landbrugsafgrøder ved ændringer i middeltemperatur for en lerjord i Danmark (Olesen, 2005).

Klimaændringerne vil formentlig ikke i nævneværdig grad påvirke kvægbrugene, som i stort omfang allerede er skiftet til fodring med kløvergræs og majs. Det svarer stort set til de sædskifter, der praktiseres på intensive kvægbrug. Dog vil udbytterne i græsmarkerne blive stimuleret, ikke blot af den længere vækstsæson, men også af det højere CO₂-indhold, som især er gavnligt for kløver og andre bælgplanter.

I et varmere klima vil vinterhvede udvikle sig hurtigere. Hvis udbyttet skal udgå, må der dyrkes sorter, som udvikler sig langsommere og blomstrer på omtrent samme tid som for nuværende. Afgrøden vil under alle omstændigheder modne tidligere end nu. Det giver en længere periode i efteråret med bar jord og større risiko for kvælstofudvaskning i efterår og vinter. Der bliver derfor et øget behov for at dyrke efterafgrøder. Tørre somre kan dog gøre det vanskeligt at etablere efteraf-

grøderne ved såning i juli eller august. Det kan gøre det nødvendigt at underså efterafgrøder i foråret.

Danmark vil fortsat have et gunstigt klima for dyrkning af vinterraps, og med en tidligere høst af vinterhvede, kan det blive attraktivt at så vinterrapsen efter vinterhvede. Nye frøafgrøder som solsikke og soja-bønne kræver temperaturstigninger på 2-4 °C, før de bliver interessante for dyrkning i Danmark.

En temperaturstigning på 1-2 °C giver mulighed for at dyrke majs til modenhed i Danmark. I første omgang vil kernemajs til svinefoder formentlig blive høstet i våd tilstand og opbevaret i gastætte siloer. Et stigende areal med majs i Danmark vil øge fokus på denne afgrødes miljøbelastning, og det medfører behov for dyrkning af efterafgrøder efter majs for at undgå tab af kvælstof og fosfor.

Inden for grønsagsproduktionen ligger mulighederne især i en længere vækstsæson, hvilket betyder at dansk produktion af frilandsgrønsager vil kunne dække markedet i en længere periode. Et varmere sommerklima giver naturligvis også muligheder for nye produktioner, f.eks. tomater og agurker i uopvarmede væksthuse eller måske endda på fri-land. Inden for frugtavlen vil stigende temperaturer hovedsageligt medføre en række fordele for de danske producenter, især i form af større frugter og bedre kvalitet. Desuden vil der være muligheder for lokal dansk vinproduktion. Det vil formentlig fortsat være en nicheproduktion, som især kombineres med lokalt salg.

Det nuværende klima gør det ofte vanskeligt at dyrke økologiske proteinafgrøder i Danmark. Det vil formentlig blive lettere i et varmere klima, hvor mange bælg-sædsafgrøder vil kunne modne tidligere, og der-

med dyrkes med større sikkerhed. Det gælder f.eks. hestebønne, hvor det også kan blive relevant under et mildere vinterklima at dyrke vinterhestebønne. Der er dog også nye muligheder for proteinafgrøder, f.eks. solsikke og sojabønne. Produktionen i økologiske kornsædskifter vil også blive begunstiget af mildere efterår, som giver mulighed for større produktion i kvælstoffikserende efterafgrøder, som kan gødske efterfølgende afgrøder uden, som i dag, at behøve et helt år med en kvælstoffikserende grøngødningsafgrøde.

Næringsstofanvendelse og tab

Stigende udbytter i planteavlen som følge af varmere klima og højere CO₂-koncentration vil formentlig øge behovet for kvælstofgødskning, hvis kvaliteten i afgrøderne skal opretholdes og det større udbyttepotentiale realiseres. Samtidigt må det forventes, at øget jordtemperatur vil øge omsætningen af jordens organiske stof i efterårs- og vintermånederne, som igen vil øge frigørelsen af mineralsk kvælstof i jorden, hvilket kan føre til øget kvælstofudvaskning. En øget vinternedbør vil også øge risikoen for kvælstofudvaskning til vandmiljøet.

Olesen et al. (2004a) har for ensidig vinterhvede beregnet effekten af scenarier for klimaændringer for det økonomisk optimale niveau for kvælstofgødskning. Stigningen i beregnet optimal N-gødskning for A2- og B2-scenarierne for år 2050 ligger på 7 til 44 kg N/ha for A2 og -3 til 24 kg N/ha for B2. I begge scenarier var der en stigning i N-udvaskningen for et Vestsjællandsk klima, hvorimod der især for lerjorderne var en tendens til et fald for et Østdansk klima. Effekterne af klimaændringer på miljøet kan derfor meget vel have en regional variation i Danmark. Desuden spiller jordtypen en rolle. Modelberegninger viser, at øget anvendelse af vårsæd med efterafgrøder vil kunne begrænse stigningen i N-udvaskningen (Olesen et al., 2004b).

Der er også andre tab af N, der vil være betingede af de klimatiske vilkår. Dette gælder i særlig grad for ammoniakfordampningen, som stiger med stigende temperatur (Sommer et al., 2003). Da ændrede klimaforhold også vil betyde ændringer i tidspunktet for udbringningen af gødningen, giver klimaændringerne dog formentlig kun mindre ændringer i ammoniakfordampningen fra udbragt husdyrgødning.

Tab af fosfor fra landbrugsjorden til vandmiljøet sker enten i form af opløst fosfor eller som partikelbundet fosfor (Kronvang et al., 2007). I begge tilfælde transporteres fosforet typisk med vand via udvaskning, overfladisk afstrømning eller erosion til vandløb, søer og fjorde. De forventede klimaændringer med mere intens nedbør og større nedbørmængder uden for vækstperioden vurderes at ville øge risikoen for fosfortab betydeligt, og det gælder alle de tabsprocesser, der vedrører vandbevægelse (Andersen et al., 2006).

Der er knyttet betydelige usikkerheder til vurderingen af mulige effekter af klimaændringer på landbrugets miljøpåvirkning. Usikkerheder knytter sig dels til scenarierne for fremtidens udledning af drivhusgasser og til klimaændringernes omfang og karakter. Andre usikkerheder vedrører den fremtidige landbrugspolitik, miljøpolitik og landbrugsstruktur, som formentlig har større betydning for afgrødevalget end klimaændringer. Der er dog ingen tvivl om, at de skitserede klimaændringer vil øge produktiviteten i dansk planteavl med deraf følgende større behov for N-gødning. Usikkerhederne knytter sig især til vurderingen af miljøeffekterne, hvilket for effekten på kvælstofudvaskningen skyldes modsat rettede effekter af temperaturstigningen og af stigningen i CO₂-koncentrationen. Der skal ikke meget ændring til i balancen mellem disse ændringer og deres effekt på planteproduktion og omsæt-

ning i jorden, for at effekten på N-udvaskningen kan ændres betydeligt. Der er derfor på miljøeffekt-området et betydeligt behov for at forbedre de eksisterende modeller for at kunne øge præcisionen i vurderingen af effekterne af klimaændringer. Dette gælder også for de processer, der betinger tab af fosfor fra landbrugsjorden..

Tilpasninger til klimaændringer

Dansk landbrug vil være gunstigt stillet med hensyn til de forventede klimaændringers virkninger på produktionspotentialet. Udnyttelse af dette potentiale forudsætter dog tilpasninger i landbrugets dyrkningspraksis. Der kan skelnes mellem kortsigtede tilpasninger, som sigter mod at optimere produktionen under de givne vilkår, og langsigtede tilpasninger, som involverer ændringer i landbrugets struktur, arealanvendelse, vandingssystemer m.v. samt udvikling og tilpasning af nye arter og sorter af afgrøder. De fleste af disse tilpasninger vil kunne foregå autonomt i sektoren, dvs. uden overordnet styring og planlægning. Dette forudsætter dog, at klimaændringerne sker tilpas langsomt, og at forskning, udvikling og rådgivningen inden for sektoren er opmærksom på, at ændringerne i de klimatiske grundvilkår gør, at ældre data og erfaringer skal bruges med varsomhed.

Især inden for samspillet mellem landbrugets miljøpåvirkninger vil der være brug for styring af tilpasningen. Dette skyldes den omfattende regulering inden for dette område. En overordnet regulering og styring af tilpasningen forventes derfor især at være relevant inden for følgende områder:

- Afdræning af lavbundsarealer
- Vanding
- Gødskning
- Plantebeskyttelse

Stigninger i vandstanden vil visse steder give anledning til oversvømmelser eller til så høj grundvandstand, at landbrugsmæssig udnyttelse umuliggøres. Dette kan være tilfældet langs nogle fjorde samt vandløb med meget lille fald. Problemet vil nogle steder kunne løses gennem digebyggeri, hvilket dog kan have negative konsekvenser for naturen. Alternativt kan disse arealer opgives til landbrugsmæssig udnyttelse. Der er behov for en kortlægning af problemets arealmæssige omfang og af tidshorisonten.

En stor del af danske sandjorder er vandede. Der kræves tilladelse til indvinding af vand til markvanding. Med højere sommertemperaturer og længere perioder med sommertørke øges behovet for markvanding. Dette kan have konsekvenser for vandføringen i vandløb, og der kan derfor være behov for at justere de eksisterende tilladelser til vandindvinding. Der er dog behov for en kortlægning af problemets omfang.

Under uændrede produktionsforhold og miljøregulering forventes en større udledning af fosfor og til dels kvælstof til vandmiljøet. Der er dog fortsat store usikkerheder omkring størrelsen af disse ændringer i udledningerne. De stigende vandtemperaturer giver samtidigt grundlag for øget algevækst og iltsvind i de indre danske farvande. Tilsammen vil de stigende udledninger og den større følsomhed i vandmiljøet indebære behov for yderligere tiltag til reduktion af udledningerne, hvis miljøbeskyttelsen af danske søer, fjorde og indre farvande skal oprettholdes. For at reducere det mulige fremtidige fosfortab kan der være behov for allerede nu at mindske fosfortildelingen til mange danske landbrugsjorder.

De fleste sygdoms- og skadedyrsproblemer i planteavlen er nært knyttede til værtsafgrøde og klima. Omfanget og karakteren af sygdoms- og

skadedyrsproblemer vil derfor ændre sig, hvis klimaændringer giver ændringer i afgrødevalget. Højere temperaturer vil mindske generationstiden hos både sygdomme og skadedyr, og mildere vintre kan også forbedre overlevelsen af både skadedyr og deres naturlige fjender. Det er sandsynligt, at højere temperatur vil øge planteværnsproblemerne i landbruget og dermed behovet for pesticider. Dette vil i sig selv øge behovet for kemisk plantebeskyttelse, og kan yderligere vanskeliggøre overholdelse af målsætningen om reduktion i behandlingsindekset i Pesticidplanen.

Klimaet i Nordeuropa, herunder Danmark, er blevet varmere og vådere i løbet af de seneste 20-30 år. Stigningen i temperaturen er en af de meget betydende årsager til at der i løbet af de sidste 15 år er sket et totalt skifte i afgrødevalg i kvægbruget fra grovfoder baseret på græs, foderroer og helsæd til en foderproduktion baseret på græs og majsensilage, som meget ligner produktionen i Tyskland og Holland. De højere temperaturer er formentlig også medvirkende til, at nye skadedyr som coloradobillen og sygdomme som bladplet og brunrust på hvede nu optræder almindeligt i Danmark, hvilket naturligvis har øget behovet for anvendelse af bekæmpelsesmidler. Stigningen i nedbøren har formentlig været en medvirkende faktor til den fortsat høje udledning af kvælstof fra landbruget til vandmiljøet.

Forvaltning af naturen

Størstedelen af det terrestriske miljø i Danmark, som kan udnyttes, anvendes til jordbrug, skovbrug og bebyggelse i form af byer, industri og veje. En del af det areal, der anvendes til jord- og skovbrug, er i en slags halvnaturform, kun opretholdt ved ekstensiv jord- eller skovbrugsdrift. Det resterende land dækkes af naturlige økosystemer såsom højmoser, strandenge m.v., alle kendetegnet ved at være næringsfattige (Nordisk

Ministerråd, 2005). Generelt kan der, afhængig af hvad der er den begrænsende faktor, forventes temperatur, nedbørs- og kuldioxidbetingede ændringer i primærproduktionen i alle terrestriske systemer med konsekvenser for økosystemernes artsfordeling, diversitet og funktionalitet (Wessel et al., 2004).

I Danmark vil den mest sårbare natur blandt andet være de lysåbne naturtyper som enge, overdrev, moser mv., der allerede nu trues af tilgroning og overgødskning. Disse naturtypers vegetation er tilpasset næringsfattige kår - den vil blive yderligere presset, når konkurrenceforholdene ændrer sig med de højere temperaturer og øget CO₂, som begunstiger næringselskende og opportunistiske arter. Noget andet som kan få betydning for den danske natur er, at de ændrede konkurrenceforhold muligvis vil øge antallet af invasive arter (Skov et al., 2006). Arter er invasive, når de er ført hertil af mennesket og har en sådan succes, at de dominerer den naturlige danske natur, som vi kender det fra kæmpebjørneklo og rynket rose. De ændrede klimaforhold vil kunne betyde, at flere fremmede arter klimatisk set vil være naturligt hjemmehørende i Danmark på bekostning af de nuværende arter.

Naturens sårbarhed øges, fordi den i det intensivt udnyttede landskab er opdelt i mange meget små områder, som gør det vanskeligt for arterne at sprede sig. Her kan vi hjælpe arterne ved at sikre dem bedre muligheder for at vandre mellem levestederne, f.eks. i form af konkrete spredningskorridorer som hegn, dyrkningsfrie zoner og en ekstensiv og mere naturvenlig driftsform. Det intensivt dyrkede landbrugslandskab gør det også svært at sikre tilpasninger langs kysterne, hvor vandstandsstigninger vil gøre det nødvendigt for strandengene at vandre ind i landet. Det kan dog blive svært at opnå, da dette ofte vil indebære, at landbrugsland må opgives.

Sikring af naturen i Danmark under klimaændringerne kræver både, at de nuværende stressfaktorer på naturen afhjælpes samtidig med, at der gives plads til, at nye arter kan indvandre og etablere sig i den danske natur i takt med, at klimaet tillader dette. Naturen i Danmark er især presset af en fortsat alt for stor næringsstofftilførsel fra landbruget. Med Miljømålsloven, som implementerer EU's Vandrammedirektiv og Habitatdirektiv, skal der opstilles vandplaner og naturplaner for vandområder og terrestrisk natur i Danmark. I første omgang indgår effekter af klimaændringer dog ikke i denne planlægning. Der vil formentlig være betydelige gevinster ved i højere grad at indtænke et positivt samspil mellem landbrug og natur i den fremtidige forvaltning af naturen i Danmark.

De forventede klimaændringer vil i forhold til de fleste andre regioner i verden stille dansk landbrug gunstigt produktionsmæssigt. Det vil øge presset for en fortsat intensiv landbrugsproduktion i Danmark, og dermed også presset på naturen. Hvis vi skal kunne opretholde en acceptabel natur i Danmark, må der i højere grad ske en adskillelse mellem det intensivt dyrkede landbrug og naturen. Der er brug for effektive bufferarealer mellem landbrug og natur, som mindsker næringsstoffpåvirkningen fra landbruget på naturen. Samtidigt må landbruget bidrage til at fjerne næringsstoffer fra den natur, som allerede er blevet forurenset med både kvælstof og fosfor. Det kan f.eks. ske ved at fjerne høstet biomasse og anvende det som biomasse til energiformål i landbruget, f.eks. i biogasanlæg. Herved vil landbruget kunne bidrage positivt til at sikre kvaliteten i naturen samtidigt med, at der sker et positivt bidrag til klimaregnskabet.

Litteratur

Andersen, H.E., Kronvang, B., Larsen, S.E., Hoffmann, C.C., Jensen, T.S., Rasmussen, E.K., (2006) Climate-change impacts on hydrology and nutrients in a Danish lowland river basin. *Science of the Total Environment* 365, 223-237.

Christensen, J.H., Christensen, O.B., (2007) A summary of PRUDENCE model projections of changes in European climate by the end of this century. *Clim. Change* 81, 7-30.

Ewert, F., Rounsevell, M. D. A., Reginster, I., Metzger, M. J. & Lee-mans, R., (2005) Future scenarios of European agricultural land use. I. Estimating changes in crop productivity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107, 101-116.

IPCC (2007) Summary for Policymakers. I Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. & Miller, H.L. (red.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kimball, B.A., Kobayashi, K. & Bindi, M., (2002) Responses of agricultural crops to free-air CO₂ enrichment. *Advances in Agronomy* 77, 293-368.

Kronvang, B., Vagstad, N., Behrendt, H., Bøgestrand, J., Larsen, S.E. (2007) Phosphorus losses at the catchment scale within Europe: an overview. *Soil Use and Management* 23, 104-116.

Nordisk Ministerråd (2005): Nordisk naturforvaltning i et ændret klima. Nordisk Råd.

Olesen, J.E. & Bindi, M., (2002) Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16, 239-262.

Olesen, J.E., Petersen, S. O., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M. H., Jacobsen, B. H., Vesterdal, L., Jørgensen, A. M. K., Christensen, B. T., Abildtrup, J., Heidmann, T., Rubæk, G. (2004a) Jordbrug og klimaændringer - samspil til vandmiljøplaner. DJF rapport Markbrug nr. 109.

Olesen, J.E., Rubæk, G., Heidmann, T., Hansen, S. & Børgesen, C.D., (2004b) Effect of climate change on greenhouse gas emission from arable crop rotations. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 70, 147-160.

Olesen, J.E., Jacobsen, B.H., Thorup-Kristensen, K., Andersson, N., Kudsk, P., Jørgensen, L.N., Hansen, L.M., Nielsen, B.L., Boelt, B., (2006) Tilpasning til klimaændringer i landbrug og havebrug. DJF rapport Markbrug nr. 128.

Rounsevell, M.D.A., Brignall, A.P., Siddons, P. A., (1996) Potential climate change effects on the distribution of agricultural grassland in England and Wales. *Soil Use & Management* 12, 44-51.

Skov, F., Svenning, J.C., Normand, S., (2004). Sandsynlige konsekvenser af klimaændringer på artsudbredelser og biodiversitet i Danmark. Miljøstyrelsen.

Sommer, S.G., Générémont, S., Cellier, P., Hutchings, N.J., Olesen, J.E., Morvan, T., (2003) Processes controlling ammonia emission from livestock slurry in the field. *European Journal of Agronomy* 19, 465-486.

Wessel, W.W., Tietema, A., Beier, C., Emmett, B.A., Peñuelas, J., Riis-Nielsen, T., (2004) A qualitative ecosystem assessment for different shrublands in Western Europe under impact of climate change. *Ecosystems* 7, 662-671.

Fastholdelse eller fornyelse af artssammensætningen i Danmark

Af professor Carsten Rahbek, Center for Makroøkologi, Biologisk Institut, Københavns Universitet¹

Når talen falder på klima, skal man tænke på den gode gamle sætning: "*det er svært at spå, især om fremtiden*". Det bør vække til eftertanke, når man arbejder med simuleringsmodeller om arters udbredelse i fremtiden.

Det er værd at bemærke, at den uddøen og de indvandring, vi har haft af arter i Danmark igennem de sidste 50 år formentlig ingen, relation har til klimaforandringer. Urfuglen uddøde ikke pga. klimaforandringer. Kirkeuglen og den hvide stork er ikke ved at uddø pga. af klimaforandringer. Genindvandringen af vores rovfugle, som rød glente, havørn og kongeørn har intet med klimaforandringer at gøre. Disse forandringer har noget at gøre med den måde, som vi bruger det danske landskab på, herunder især ødelæggelser af habitater som en negativ faktor og stop for efterstræbelse af rovfugle som en positiv faktor. En del af de arter, der nu er truede af vores forarmning af naturen og ændringer i landbrugsdriften, indvandrede oprindeligt som følge af klimaforandringer for flere hundrede år siden. Den truede Hvide Stork vil formentlig få det bedre i Danmark pga. forandringerne i klimaet.

Kirkeuglen er et andet eksempel på en art, der arbejdes med som et modelstudium. Den er i ekstrem tilbagegang og er en af de næste kan-

¹ Transskriberet og tilpasset af redaktionen med accept fra forfatteren

didater til at uddø fra Danmark. Nedgangen har sandsynligvis intet med den negative indvirkning fra klimaforandringer at gøre. Faktisk vil de potentielle klimaforandringer; tørre somre og vådere vintre, have en positiv effekt for Kirkeuglen i Danmark. Dette er bemærkelsesværdigt, når man nu alligevel ser, at populationsstørrelsen går drastisk tilbage. Det skyldes den måde, vi bruger det danske landskab på.



Figur 4. Kirkeugle, der kunne være en af de næste arter vi må sige farvel til i den danske natur. Foto af Lars Bo Jacobsen

Klimaet er ikke afgørende for den danske biodiversitet

Hvad er problemet for biodiversitet i Danmark? Overordnet set er der sket en homogenisering som følge af den kvælstofsky, vi har lagt ud over det danske landskab. Det bevirker, at mange arter optræder i monokulturer, og følgelig bliver det svært at opretholde en stor diversitet. Et andet problem er manglen på plads. Hertil hører hele diskussionen om få store områder versus mange små områder. Et tredje problem er

invasive arter. Klimaforandringer er derimod ikke en primær problemfaktor for Danmark og det danske økosystem, men de kan forværrer effekterne af de andre faktorer. Klimaforandringer, som isoleret effekt i forhold til den danske biodiversitet, betyder formentlig ikke ret meget.

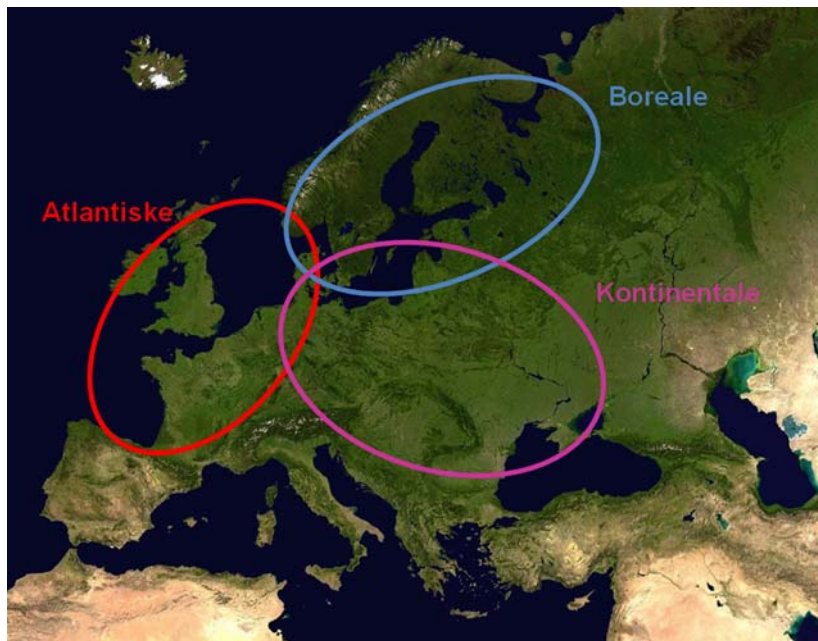
Traditionelt har man argumenteret for, at store sammenhængende områder er bedre for biodiversitet end mange små områder, men der er rigtig mange af de danske arter, der slet ikke findes i de store områder. De er afhængige af en mosaikstruktur i landskabet. Det vil sige at begge typer er vigtige, både store sammenhængende og små isolerede områder. Oprettelse af spredningskorridorer er i sig selv ikke af så stor betydning. Det handler derimod om arternes spredningsevne, og om der eksisterer passende habitater inden for arternes spredningsradius, hvilket er essentielt i en klimaforandringssammenhæng.

Kan vi se nogen effekter allerede? Klimaforandringer betyder ikke så frygtelig meget for biodiversitet, men de betyder, at der vil ske en enorm forandring i kompositionen af arter. Der har været en temperaturstigning i Danmark på ca. 0,6 °C over de sidste tredive år, og det har betydet en lang række forandringer i arters udbredelse, i populationsvingninger og i fænologien.

Der er arbejdet med trækfugles ankomst til Danmark. Ph.d. studerende Anders Tøttrup fra Center for Makroøkologi har kigget på de danske trækfugle, som overvintrer i Afrika, og har observeret en markant forandring i trækfugles fænologi. De ankommer tidligere, og forandringen er ret bastant. Effekten ses primært på fortroppen af trækfuglebestandene, dvs. de første fugle fra bestanden ankommer meget tidligere til Danmark. Indvirkningen på hovedbestanden er lidt mindre, men der sker forandringer. Kommer der et misforhold mellem tilgængeligheden

af insekterne/føden, og hvornår vores sangfugle ankommer til Danmark? En del tidligere undersøgelser argumenterede at dette kunne være et stort problem, men allerede nu peger hollandske studier på, at fuglene tilpasser sig, og at synkronien imellem fugle og insekter genetables. Det behøver altså ikke nødvendigvis at gå galt.

Danmark er et lille land. Her er meget lidt natur, men biodiversiteten er forholdsvis stor. Det skyldes, at Danmarks arter groft sagt er sammensat fra tre zoogeografiske områder, det atlantiske, det boreale samt det kontinentale zoogeografiske område. I forhold til Danmarks landareal er der rigtig mange forskellige arter.



Figur 5. Danmark ligger i centrum for tre zoogeografiske zoner: (rød) den atlantiske, (blå) den boreale fennoskandiske og (violet) den kontinentale europæiske. Figuren er en forsimpning for at give en oversigt over Danmarks centrale placering i Europa

Mange af arterne findes på grænsen af deres udbredelse i Danmark. Det betyder, at faunaen og floraen er meget følsom over for de klimaforandringer, der kommer. Avancerede modeller, der antager, at IPCC scenarierne er rigtige, kan vise potentielle ændringer i arters udbredelse som følge af klimaforandringerne. Grundet usikkerhederne i modellerne forsøger man at arbejde med forskellige scenarier, der karakteriserer arternes klimatiske vindue i dag, altså hvilket klima en art eksisterer i. En hel del af Danmarks sjældne og rødlistede arter er netop sjældne og rødlistede, fordi de ligger på kanten af deres udbredelse. De arter, der på nuværende tidspunkt har deres nordgrænse i Danmark, vil potentielt set blive mere almindelige. Hvorimod arter med en nuværende sydlig udbredelsesgrænse sandsynligvis vil blive langt mere sjældne eller helt forsvinde fra Danmark. Et godt eksempel er engfuglene, herunder især vadefuglene og ænderne. Mange af disse arter ligger på sydgrænsen af deres yngleudbredelse, og med klimaforandringerne vil de formentlig flytte grænsen nordpå.

Klimaforandringernes betydning for forvaltning af arter

Klimaforandringerne rejser en problematik omkring, hvad man skal satse på at bevare i Danmark? Skal man bruge pengene på at prøve at bevare de arter, der måske er på vej ud, eller skal man bruge ressourcerne på at forbedre forholdene for de arter, der er på vej ind?

Edderfuglen er et andet eksempel på en art, der i den danske forvaltning bruger rigtig mange penge på. Den repræsenterer det, mange godt kan lide at skyde på, så der er samfundsmæssige interesser i at bevare Edderfuglen i Danmark. Modellering af Edderfuglens udbredelse i Danmark om 50-100 år, hvis man antager at arten følger sit klimatiske nichevindue, viser, at der ikke vil være Edderfugl i Danmark. For andre arter ser vi, at der er sket en udvandring eller uddøen fra Danmark med

en lignende problematik som Edderfuglen. Skal vi satse alle pengene på at forsøge at bevare Tinksmeden og Hjejlen? Det rejser et spørgsmål i forvaltningen:

- Betyder det, at vi skal satse endnu flere penge på at prøve at fastholde de karaktertypiske arter, som vi elsker og er vokset op med, eller
- betyder det i stedet, at vi skal bruge penge på at forbedre levestandarderne for de fremmede, der er på vej ind.

Klimamodelsimuleringer fra Center for Makroøkologi for hele den danske fuglefauna viser, at udskiftningen over 50-100 år er op til 20 %. Antallet af fuglearter er uforanderligt, men scenarierne viser dramatiske ændringer i sammensætningen af den danske fuglefauna.

Igen skal man huske på, at der er store usikkerhedsfaktorer for disse scenarier for tendenserne for den enkelte art, hvilket betyder, at man skal passe meget på at bruge dem til at sige, man intet skal gøre ved, at Hjejlen forsvinder som ynglefugl. Den statistiske sikkerhed i resultaterne ligger i det overordnede resultat.

Der er ligeledes lavet modelleringer for alle de europæiske pattedyr. Arbejdet er udført af Ph.d.-studerende Irina Levinsky fra Center for Makroøkologi. Hun har set på hvordan udbredelsen af de europæiske pattedyr vil forandre sig, hvis klimaet bestemte det hele? Birkemus vil sandsynligvis udvandre fra Danmark, mens Hus-Spidsmusen vil etablere sig med gode bestande. Det samme gør sig gældende for Mørk-Husmus. Hvis man ser på den potentielle artsrigdom i Danmark tyder modelleringerne på, at der kommer mange nye pattedyrarter ind i Danmark. Fjerner man menneskers indflydelse og kun lader klimaet styre, kan der ske en potentiel fordobling i antallet af arter af pattedyr. Dette er altafgørende viden for naturforvaltningen, der netop handler

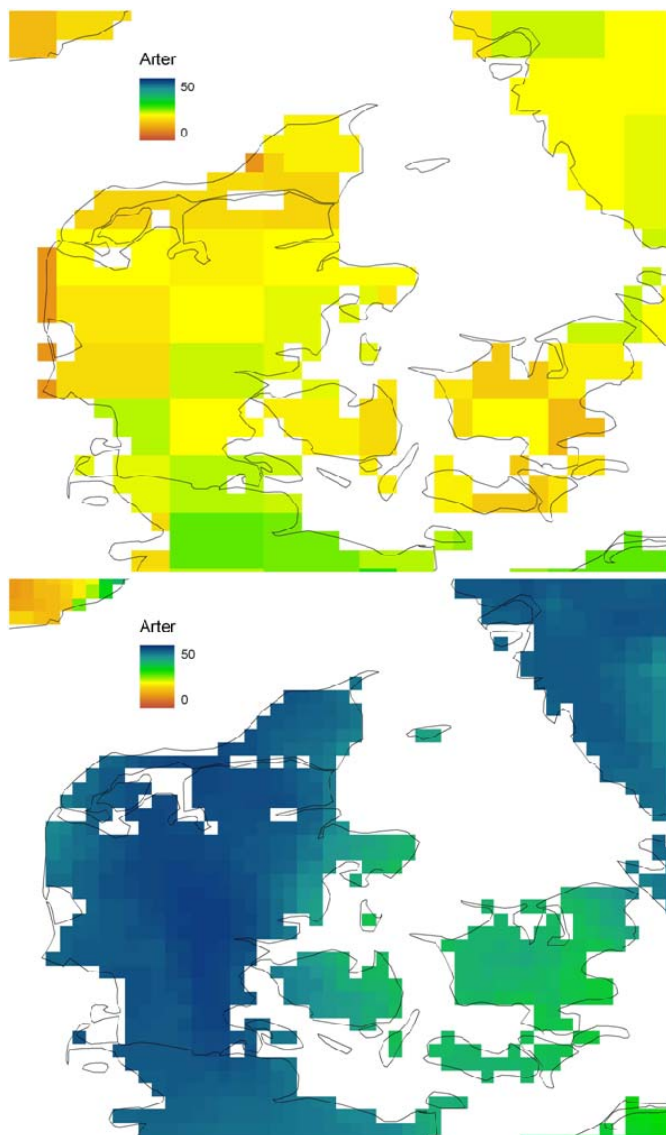
om at håndtere den menneskelige påvirkning. Men traditionelt set, når man snakker klimaforandring, er der en tilbøjelighed til altid at fokusere på de negative konsekvenser. Hvis man bruger nogle af naturens grundlove for arters evne til sameksistens, så er de dybest set, lidt groft generaliseret, at jo højere temperatur, jo mere vinternedbør og jo tørrere somre desto større biodiversitet kan der forekomme i et land som Danmark.

Det er netop disse forhold, som er de fremtidige klimascenarier for Danmark. Så i virkeligheden forårsager klimaforandringerne potentielt en række nye interessante muligheder for at få spændende natur og diversitet i Danmark.

Der er lavet tilsvarende studier af udbredelserne for plantearter udført af Jens-Christian Svenning, Signe Normann og Flemming Skov fra Århus Universitet. De har set på nogle af de truede plantearter, der ligger på deres udbredelsesgrænser i Danmark. Størstedelen af arterne vil få en negativ udvikling, men der er også nogle, der vil få en positiv. Fremtidsscenarier for plantearternes udbredelse viser den samme karakteristiske store potentielle foranderlighed.

Tabel 1. Den forventede effekt af klimaforandringer på 88 arter fra EU's habitatdirektiv fra Skov et al. 2006, Miljøstyrelsen

Arter der påvirkes negativt	67 %
Arter der påvirkes positivt	12 %
Arter med neutralpåvirkning	21 %



Figur 3. Oversigt over nuværende pattedyr artsrigdom (øverst) og den potentielle fremtidige artsrigdom i år 2100 (nederst) for Danmark givet IPCCs klimascenarie, som den ville være hvis Europas pattedyr uhindret følger og kan følge deres klimatiske "niche". Figuren er baseret på Levinsky (upubliceret materiale).

Klimaforandringerens betydning for artsudbredelsen

Simulationsstudier over effekten af klimaforandringerens betydning for artsudbredelsen bygger på nogle antagelser. Det er altid vigtigt, at man forholder sig til, hvad det er for nogle antagelser, modellen bliver baseret på, og i hvilken grad de er bestemmende for modelresultatet. Det er ikke nogen kunst at få alle mulige udbredelser til at flytte sig frem og tilbage. Det er bare et simuleringsspil. Antagelserne for modeller, der simulerer effekter af klimaforandringer, er, at arters udbredelse og niveauet af artsrigdom er 100 % bestemt af det nutidige klima. Rigtigheden af denne antagelse argumenteres understøttet af, at man finder en stor korrelationsfaktor mellem artsdiversitet på den ene side og temperatur, nedbør og klima på den anden, samt at arters udbredelse ofte kan beskrives af klimatiske faktorer. Dette har ført til antagelsen af, at nutidigt klima bestemmer alt.

Men generelt viser analyser af forskellen i arters udbredelse i forhold til klimaets potentielle påvirkning, at det primært er de vidt udbredte almindelige arter, der flytter rundt. De sjældne arter med lille udbredelse er i mindre grad påvirkelige af klima. Det er typisk de sjældne og truede arter, man koncentrerer sig om, når man diskuterer tab af arter og tab af biodiversitet. Derimod har den evolutionære historie en ekstrem høj forklaringsgrad for arter med lille udbredelse. Der er altså nogle studier som argumenterer for, at det ikke er det nutidige klima, men arternes evolutionær historie sammenholdt med historiske klimasvingninger, der er betydende for arter med lille udbredelse og geografiske placering i dag.

Miguel Araujo påviste de samme tendenser for padderne som for pattedyrene, altså næsten dobbelt så mange potentielle nye paddearter i Danmark. Sammen med forskere fra Center for Makroøkologi har Mi-

guel også set nærmere på krybdyrarter med en meget lille udbredelse. Stort set alle arterne med de mindste geografiske udbredelser findes stadigvæk i dag syd for permafrostlinjen fra den sidste istid. Der er stort set ikke nogen af dem, der har flyttet sig. Der har været masser af klimaforandringer i de områder hvor de findes siden, men arter er blevet, hvor de er, de sidste 10.000 år. Om det så skyldes, at de ikke har noget problem med at tilpasse sig klimaforandringer, eller de har svært ved at sprede sig, er et andet spørgsmål.

De vidt udbredte arter flytter altså rundt på sig, men det er heller ikke dem, der har de store problemer. Korrelationsfaktoren mellem artsdiversitet og klima er meget høj, men man glemmer, at en korrelation ikke nødvendigvis betyder, at der er en direkte årsagssammenhæng. Det er barnelærdom i statistik, men man glemmer det.

Hvad er forklaringerne, og hvad er mekanismerne for denne statistiske korrelation imellem klima og arters udbredelse og diversitet? Hvis klima udelukkende kontrollerer udbredelsen af arter, hvordan skal verden så se ud? Hvis man laver en sådan model, så finder man, at klima stort set ikke er i stand til at forudsige observerede mønstre af artsdiversiteten. Det betyder dog ikke, at klima ingen påvirkning har på arternes udbredelse, men derimod at vores forståelse af mekanismerne er meget ringe. Det bør give stof til eftertanke, når vi laver fremtidsscenarier. De sammenhænge mellem klima og arters udbredelse, som vi bygger ind i fremtidsscenarierne for effekten af klimaforandringer, har vi ikke en forståelse af mekanismerne for.

Opsummering

Der er meget opmærksomhed omkring de store, dramatiske og negative effekter af klimaforandringer. Pressen og offentligheden er i selvsving -

og sammen med dem i nogen grad forskerne. Forårsager klimaforandringer en masseuddøen af arter? En stor historie i den danske presse var her for nylig, at 50 % af alle arter ville uddø, men den byggede på en pressemeddelelse som fortalte en god og letforståelig historie, mens der ikke var evidens for en sådan udlægning i selve den forskningsartikel som pressemeddelelsen beskrev. Isbjørnen er et andet godt eksempel. Den er blevet et ikon for de negative effekter af klimaforandringer, men der er ingen konkrete analyser i den videnskabelige litteratur, der underbygger alt det, der bliver sagt om isbjørnen. Der er nogle videnskabelige essays, som argumenterer for, at klimaforandringer kunne være negative - men altså intet der er underbygget af deciderede analyser. Det er dog ikke det samme, som at det ikke passer, men isbjørnen er blevet et farligt ikon. Hver gang forskerne prøver at modificere og nuancere debatten, og det ikke kan forsimples til en problematisering om, hvorvidt isbjørn uddør eller ej, er det ikke interessant for mange af journalisterne, der skriver om natur og klimaforandringer. Dette skaber et medie billede for samfundet og beslutningstagere, der er ekstremt stor-hvidt i forhold til den viden, der generes af forskere og som findes dokumenteret i den videnskabelige litteratur.

Der er en lang række empirisk evidens for, at klima potentielt set vil give en masse foranderlighed. Klimaforandringerne er dog ikke den primært styrende faktor, men de kan have en forstærkende negativ effekt, når arter f.eks. skal sprede eller flytte sig. Hvis man fjernede effekten af mennesker, så ville der ikke være noget større problem. Arterne vil uden tvivl kunne håndtere de klimafluktuationer, man nu ser. Problemet er alle de eksisterende primære faktorer; ødelæggelse af levesteder, langt mellem levestederne og en øget konkurrence fra introducerede arter. Klimaforandringerne kommer oveni og giver en forstærkning. Lidt provokerende sagt, kræver det, at vi i Danmark skal åbne op for vores sydlige grænse, så de fremmede kan indvandre.

Danmark har en naturforvaltning i dag, som forsøger at fastholde den type natur, vi er vokset op i. Vi kan bedst lide den natur, vi er vokset op med. Men den natur er forårsaget af klimaet for 150 år siden. Det store naturområde på Vestamager var ved at vokse til, og det kunne vi ikke lide. I stedet ville man godt have rastende vade- og andefugle, når de trak nordpå, derfor satte man hele området under vand. Det habitat, man ødelagde på Vestamager, var potentiel kommende kernehabitatet for mange af de arter, der skal komme sydfra som følge af klimaforandringer. Så den eksisterende naturforvaltning i Danmark kan faktisk forårsage, at effekterne af klimaforandringer bliver endnu værre.

Københavns Universitet har i forbindelse med deres stjerneforskningsprogrammer netop givet 25 mio. kr. til et projekt, som skal se på betydningen af jordens tidligere klima for den nutidige udbredelse af biodiversitet, og sammenholde dette med effekten af nutidige klimafaktorer. Projektet bygger på den nyere forskning, som antyder, at det er variationen og foranderligheden i klima over historisk tid, som har en indflydelse. Kan man forstå påvirkningen af klima over historisk tid på biodiversitet, kan man lave mere realistiske scenarier fremover.

Litteratur

Araujo, M.B. and Rahbek, C. (2006): How does climate affect biodiversity. *Science* 313:1396-1397.

Araujo, M. B. and Rahbek, C. (2007): Conserving biodiversity in a world of conflicts. *Journal of Biogeography* 34: 199-200.

Araujo, M.B., Nogués-Bravo, D., Diniz-Filho J. A. F., Haywood, A.M., Valdes, P.J. and Rahbek, C. (In press): Quaternary climate changes explain diversity among reptiles and amphibians. *Ecography*.

Huntley, B., Collingham, Y. C., Green, R. E., Rahbek, C. and Willis, S.G. (2006): Potential impacts of climatic change upon birds. *The Ibis*. 148: 8-28.

Jetz, W., and Rahbek, C. (2002): Geographic range size and determinants of avian species richness. *Science* 297: 1548-1551.

Levinsky, I., Skov, F., Svenning, J., and Rahbek, C. (2007): Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. *Biodiversity and Conservation* 16: 3803-3816

Rahbek, C. Disease ecology - The silence of the Robins. *Nature*: 652-653

Rahbek, C. and Graves, G. R. (2001): Multiscale assessment of patterns of avian species richness. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 98: 4534-4539.

Rahbek, C., Gotelli, N.J., Colwell, R. K., Entsminger, G L., Rangel T.F.L.V.B. and Graves, G.R. (2007): Predicting continental-scale patterns of bird species richness with spatially explicit models. *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences* 274:165-174.

Skov, F., Svenning, J-C. og Nordmand, S. (2006): Sandsynlige konsekvenser af klimaændringer på artsudbredelser og biodiversitet i Danmark, miljøprojekt 1120. Miljøstyrelsen.

Willis, S.G., Hole, D.G. Collingham, Y.C. Hilton, G., Rahbek, C. and Huntley, B. (In press): Assessing the impacts of future climate change on protected areas networks: A method to simulate individual species responses. *Environmental Management*

Thorup, K, Tøttrup, A.P. and Rahbek, C. (2007): Patterns of phonological changes in migratory birds. *Oecologia* 151: 697-703.

Tøttrup, A.P, Thorup, K and Rahbek, C. (2006a). Patterns of change in timing of spring migration in North European songbird populations. *Journal of Avian Biology*. 37:84-92

Tøttrup, A.P, Thorup, K and Rahbek, C. (2006b): Changes in timing of autumn migration in North European songbird populations. *Ardea*. 94:527-536-92

Forvaltning af nye og gamle arter

Af biolog Hans Erik Svart, Skov- og Naturstyrelsen¹

Der er ikke nogen klar definition på "nye" og "gamle" arter, men som udgangspunkt kan man sige, at de "gamle" arter er arter, som er indvandret ved egen hjælp. Nogle af dem er stadig at finde i den danske natur, mens andre er forsvundet igen. Årsagen til, at de er forsvundet, er enten at forholdene ikke længere har været egnede til dem, at vi mennesker har efterstræbt dem, eller at vi har ændret på naturen og landskabet. De "nye" arter kan defineres som de arter, der er indvandret hertil i nyere tid, fordi forholdene i Danmark i takt med menneskekulturens udvikling er blevet gunstige for dem. Derudover kan det være arter, som mennesket har transporteret til denne del af verdenen, enten direkte til eller til landområder nær Danmark, hvorefter de selv er vandret det sidste stykke.

Efter istidens ophør herskede den naturlige dynamik i det danske landskab. På et tidspunkt kom mennesket dog til, og efterfølgende er dynamikken blevet bremsed. Som følge af menneskets kontrol og udnyttelse af naturen, skete der store forandringer; vi havde dyr med, som skulle fodres, vi havde brug for brændsel og byggematerialer i form af træ, og vi skulle have plads til dyrkning af afgrøder. Den vilde natur, der var i forvejen, blev således erstattet af halvnaturtyper, og udviklingen er fortsat, frem til det kulturlandskab vi lever i nu. Dyre- og plantearter påvirkedes ligeledes væsentligt af menneskets fremfærd. Nogle dyr blev fortrængt, og planter som bøgen fik fæste i den danske natur, og er som bekendt endt med eller mindre at fortrænge egetræet.

¹ Transskriberet og tilpasset af redaktionen med accept fra forfatteren



Figur 1. Dansk bøgeskov

I dag er indvandringen af dyr og planter betinget af mennesket. Skandinavien er et forholdsvis ungt landområde, der endnu ikke har stabiliseret sig efter istiden, og som i princippet stadigvæk er præget af indvandring. Den væsentlige ændring i forhold til tidligere indvandring er dog, at mennesket betinger, hvorvidt de nye arter etableres i den danske natur ej. Arterne, der indvandrer i nyere tid, klassificerer vi som "nye" arter. Men da nogle arter spredte sig langsommere end andre, kan man diskutere, hvorvidt de med tiden var indvandret af sig selv og således burde klassificeres som hjemmehørende arter, sammen med de "gamle" arter.

En sådan diskussion har vi i forhold til ahorn. Det skyldes, at Danmark ligger lige på grænsen for ahorns naturlige udbredelse, og det er derfor usikkert, om arten ville være kommet hertil af sig selv. Faktum er dog, at mennesker har introduceret ahorn i den danske natur og dyrket den i

vidt omfang. Der er altså arter, hvor vi ikke rigtigt kan afgøre, om de bør klassificeres som hjemmehørende eller ej.

Et andet fænomen af stor betydning for indvandringen af arter er opsplitningen af naturen, som medfører, at arterne ikke længere har mulighed for at bevæge sig mellem forskellige naturlokaliteter. Når naturen har frit råderum, sker det, at plantearter, som har været her rigtigt længe, også har en stor diversitet af insekter og andet liv knyttet til sig. Det modsatte er tilfældet, hvis arten ikke har været her så længe, og der ikke har været tid til at udvikle et tæt samspil med de øvrige elementer i økosystemet, således at der er en langt lavere diversitet knyttet til den.

Invasive arter

I dag har vi splittet naturen op, og, som Peder Agger nævner, udgør den nu de hjørner og kanter, som ikke rigtigt kan bruges til andet. Den seneste opgørelse over naturtyper omfattet af Naturbeskyttelseslovens § 3 viser, at de nu fylder knap 10 % af landets areal. De 10 % af landets areal er fordelt på 212.000 lokaliteter, hvilket betyder, at der er 212.000 små klatter natur rundt omkring i landet, som de vilde arter skal bevæge sig imellem. Der *er* større områder, som eksempelvis visse Natura2000-områder, men det er ikke desto mindre de små områder, som er levesteder for hovedparten af de vilde arter.

Tabel 1. Arealer omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3 (december 2006)

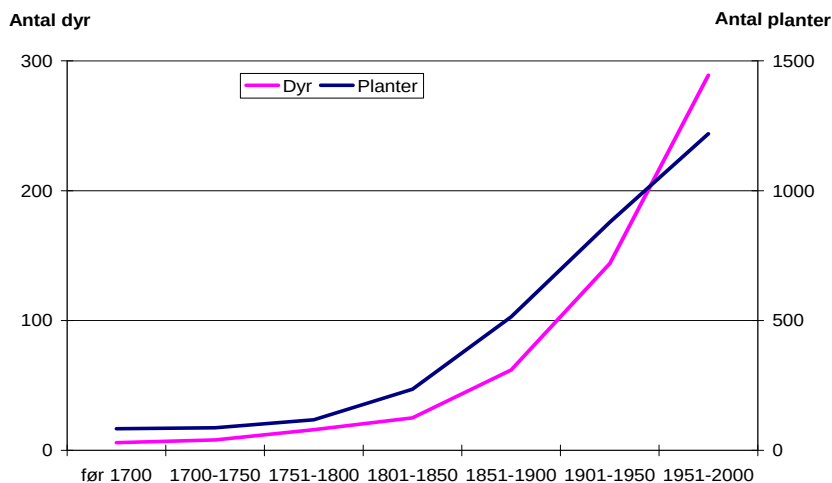
Naturens indhold i dag	
Sø	1,46 %
Mose	2,15 %
Ferske enge	2,24 %
Strandeng	0,99 %
Hede	1,96 %
Overdrev	0,64 %
I alt	9,49 %

Udover en opsplitning af naturen er mange arter samtidig under pres fra introducerede arter. Der er i dag registreret over 2000 introducerede plantearter og 500 introducerede dyrearter i Danmark. Tommelfingerreglen er, at ca. 1 % af disse bliver til invasive arter. Nogle introducerede arter er allerede at betragte som invasive, mens andre på nuværende tidspunkt er i dvale og venter på gunstige betingelser (som f.eks. at klimaet ændrer sig), så de får de livsvilkår, de har brug for. Et eksempel herpå er stillehavsøstersen, som kom til Vadehavet for få år siden. Stillehavsøstersen er blevet dyrket i mange år i Holland og har været uden betydning for de danske økosystemer. Men da havtemperaturen steg med 2 °C, opstod de vilkår, den skulle bruge til at formere sig i den danske del af Vadehavet. Nu spreder den sig op i Limfjorden, og kun tiden vil vise, hvor langt omkring den kan nå.

Vi har også fået bynke-ambrosia, som er en introduceret art, der knytter sig til dyrkning af majs. Planten er sandsynligvis kommet hertil i forbindelse med den øgede efterspørgsel på majs. Planten har hidtil været begrænset af, at den ikke kunne nå at danne levedygtige frø og etablere en bestand inden vinterkulden satte ind. Klimavilkårene har simpelthen ikke været optimale for planten, der blomstrer i sensommeren og ind i efteråret. Nu har vi imidlertid fået en længere vækstsæson og har således nået den grænse, der gør, at bynke-ambrosia kan reproducere sig i Danmark, og vi har altså fået en ny frøsættende plante med mulighed for at brede sig. Bynke-ambrosia er et meget stort problem for folk med pollenallergi; dels er pollensæsonen meget lang (6-8 uger), dels starter sæsonen for denne plante, når de øvrige væsentlige pollenplanter er ved at dø hen.

Figur 2 viser en graf over udviklingen af nye dyre- og plantearter i Danmark (akkumuleret). Det ses, hvordan kurvernes hældninger nær-

mer sig eksponentiel vækst. Kurverne slutter i midten af sidste århundrede, men hvis tallene fremskrives, vil linjen fortsætte deropad, og den store vækst i antallet af nye arter i Danmark vil fortsætte.



Figur 2. Naturens indhold i dag. Udvikling i antallet af nye dyre- (violet) og plantearter (blå). Begge grafer viser den akkumulerede mængde af arter.

Fremtiden for den danske natur

Det er tidligere beskrevet, hvordan forholdene vil ændre sig i vores del af verden som resultat af klimaændringerne: ekstremvejret vil vinde frem, vi får en længere vækstsæson, dyrene yngler tidligere, trækfuglene kommer tidligere, der er indvandring og udvandring af arter og mange andre ting af stor betydning, når man skal vurdere forvaltningsindsatserne i forskellige områder. Det hele betyder, at der kommer et yderligere pres på de enkelte små naturlokaliteter i Danmark. Alle de "gamle" arter er sådan set allerede under pres. De lever i en fragmenteret natur under konstant påvirkning af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, og derudover er der lavet en hel del dræninger, udretninger og opgravninger omkring og i deres levesteder. Dertil kommer truslen fra

de invasive arter, og nu har vi også klimaforandringerne. De naturlige levesteder og konkurrenceforholdene indenfor disse vil ændre sig.

Der er mange af de hjemhørende arter, som sagtens kunne overleve i vores nabolande i stedet for i Danmark. Det kan dog tænkes, at nogen af de danske populationer repræsenterer genotyper, som bør bevares. Årsagen til, at genotyper er vigtige at bevare, er, at biodiversitetskonventionen dikterer, at økosystemer, arter og genotyper skal bevares. Danmark har underskrevet denne konvention, og har derfor en international forpligtigelse til at bevare genotyperne.

Danmarks forpligtigelser betyder, at der lavet nogle overordnede mål for, hvilke tiltag der ønskes i den danske natur. Følgende er taget fra "Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen 2009" under afsnittet "statslige mål":

- Økologiske forbindelser mellem naturområderne bliver udbygget og suppleret ud fra økologiske kvalitetsmål.
- Arealer med potentielle naturkvaliteter identificeres med henblik på ... [at etablere] større sammenhængende naturområder.
- Ved placering og udformning af trafikanlæg i det åbne land tages hensyn til naturen, herunder økologiske forbindelseslinjer.

Ovenstående er de statslige mål. Under "Krav til den kommunale planlægning", står der:

- Kommuneplanen skal indeholde retningslinjer for varetagelsen og etablering af økologiske forbindelser, herunder for potentielle naturområder og potentielle økologiske forbindelser.

- Områderne skal udgøre et naturnetværk, og de skal udpeges og indtegnes på kort og koordineres på tværs af kommunegrænser.

Jeg vil opfordre alle, der arbejder i kommunerne, til at lægge mærke til ovenstående citater. Her har man nemlig et håndtag, som skal udnyttes. Vi skal arbejde sammen. For vi skal ikke bare have nogen økologiske forbindelser, der ender ved kommunegrænsen. Vi skal have et netværk, som er et reelt netværk, der kan dække hele landet, og som kan hjælpe nogle af de arter, der skal kunne flytte sig rundt mellem naturområderne.

Videre står der om krav til den kommunale planlægning:

- Der skal fastlægges retningslinjer, som sikrer, at det samlede naturnetværk beskyttes mod indgreb i form af byvækst, veje, andre tekniske anlæg mv. der kan forringe den biologiske mangfoldighed og spredningsmulighederne for de vilde planter og dyr.

Teksten om Kommunal Planlægning kan findes på by- og landskabsstyrelsens hjemmeside (www.blst.dk).

Billedet på næste side viser to motorveje, der krydser hinanden; en motorvej for biler og vinkelret på denne en vandmotorvej. Vandmotorvejen er en typisk form for korridor i landskabet, hvor mange dyr og planter er henvist til at være. Vandmotorvejen kunne ligge i en let slynget ådal med mere plads til dyr og planter. Det vigtigste i forbindelse med korridorer er at sikre, at dyr og planter får en chance for at sprede sig.



Med åen på billedet er det blevet prioriteret, at vandet skal lynhurtigt forbi, hvilket har efterladt blot en halv meter "natur" på hver side af vandet - her skal dyr og planter så sørge for at opretholde deres levevis.

Forvaltning af nye arter

Hvordan forvalter vi de nye arter? Hvis arten udvider eller ændrer sit nuværende naturlige udbredelsesområde på grund af ændrede biotiske eller abiotiske faktorer og derved også spredes til Danmark, vil vi oftest acceptere, at denne art må finde sin plads i naturen. Men skulle der komme en art, som truer landbruget, og det således vurderes, at det kunne koste Danmark mange milliarder kroner i tabt svineeksport, vil der blive gjort en ihærdig indsats for at komme af med arten hurtigst muligt. Generelt gælder det dog, at kommer der nogle nye arter hertil af sig selv, er de velkomne. Forvaltningsmæssigt vil vi oftest lade arten

finde sin plads i naturen, men det er jo som nævnt en sandhed med modifikationer

Til gengæld skal vi forhindre arter, der ved menneskets hjælp er introduceret til vort område, i at etablere sig. Den forvaltningsmæssige anbefaling er her, at arten så vidt mulig skal hindres i at etablere sig, hvis der er en formodning om, at den vil optræde invasivt. Hvis arten allerede er til stede i landet, og den vil blive begunstiget af en klimaændring, vil det være hensigtsmæssigt med et overvågningssystem, der kan opfange ændringer i forekomst af ikke hjemhørende arter.

Det overordnede mål er, at bevare og styrke den biologiske mangfoldighed i Danmark, på trods af et ændret klima. Midlet til at nå dette vigtige mål er politisk prioritering gennem eksempelvis naturplanlægning og støtteordninger.

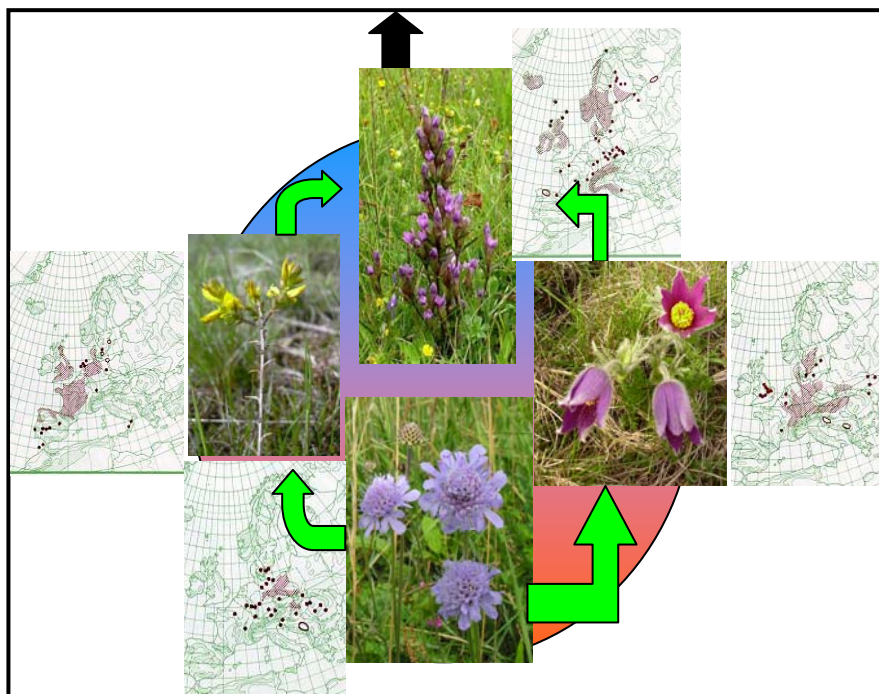
Hvilken natur skal vi satse på i fremtiden?

Af seniorforsker Rasmus Ejrnæs, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet

Jeg vil i det følgende diskutere, hvilke typer af effekter klimaændringerne kan få på de beskyttelseskrævende arter og naturtyper i Danmark, og hvordan disse effekter ser ud, når man sammenligner med effekterne af andre kendte påvirkninger. Ud fra denne undersøgelse vil jeg give et bud på, hvad der bør være indeholdt i en plan for klimatilpasning på biodiversitetsområdet. Mit indlæg vil særligt omhandle planter og vegetation på landjorden – fordi det er min hjemmebane, og fordi vegetationen er fundamentet for biodiversiteten.

Manglende viden

Først vil jeg pege på en lang tradition for ikke at prioritere viden om natur og biodiversitet i Danmark. Først i 2003 kom der efter pres fra EU's habitatdirektiv gang i en dansk naturovervågning. Det halter dog stadigvæk gevaldigt med at prioritere den strategiske forskning i biodiversitet. Man vil hellere prioritere forskningen i nyttige emner, og derfor hober data fra naturovervågningen sig op, uden at der er de nødvendige ressourcer til at analysere og formidle resultaterne. Samtidig er biodiversitet noget alle gerne taler om; et plus-ord som man husker at få med i skåltalerne, avis-indlæggene, ansøgningerne og planerne. Men det er også blevet et billigt ord, som alle kan bruge som det passer dem, fordi ingen har gjort sig umage med at sætte nogle klare mål for biodiversiteten i Danmark. Det er overraskende, at man tager så let på biodiversiteten set i lyset af de ambitiøse internationale direktiver og konventioner, som Danmark har tiltrådt (eksempelvis EUs 2010-biodiversitetsmål).



Figur 1. En teoretisk gravhøj med en varm sydside og kølig nordside. På nordsiden er vist bredbægret ensian, på vestsiden engelsk visse, på østsiden opret kobjælde og på sydsiden vellugtende skabiose. Ved siden af foto af arterne ses deres nordeuropæiske udbredelse.

Gravhøjen som eksempel

På en dansk gravhøj kan man over ganske små afstande se store klimaforskelle afspejlet. Sydsiden kan på en varm sommerdag nå temperaturer over 40 °C, mens nordsiden næppe kommer over 20 °C. Disse topoklimatiske forskelle afspejles af vegetationen, som på den sure og fugtige nordside præges af arter med en atlantisk eller nordlig udbredelse, arter man ellers kan finde i heder, skove og enge, mens sydsiden præges af tørketålende arter med en sydlig udbredelse og ofte mange enårige arter, der overlever udtørringen som frø. Dette er eksemplificeret i figur 1 med vellugtende skabiose på den varme sydside, engelsk visse på den

forblæste og nedbørrige vestside, bredbægret ensian på nordsiden og opret kobjælde på den lidt tørre østside. Arternes nordeuropæiske udbredelse er vist på figuren. Mens de mere varmeelskende arter vil kunne forskydes mod højens nordside, hvis klimaet bliver varmere, så vil der være en risiko for, at den nordlige art (her ensianen) vil blive fortrængt helt fra højen. Denne fortrængning vil naturligvis finde sted generelt fra alle nordvendte græslandsskrænter.

Der findes ikke mange modeller, som kan vise hvad der vil ske med biodiversiteten efter en klimaopvarmning, og slet ingen modeller som kan måle sig i kompleksitet og datagrundlag med de modeller, som forudsiger selve udviklingen i klimaet. Men det er interessant, at en model for påvirkningen af beskyttede plantearter ved de forventede klimaændringer forudsiger, at flertallet af arterne får indskrænket deres levesteder væsentligt frem mod år 2100 (Nordmand et al. 2007). Der findes desværre ikke længere mange gravhøje med græslandsplanter som i eksemplet i figur 1. I dag er gravhøjene hovedsageligt bevokset med konkurrencesterke græsser og urter eller med træer og buske (se figur 2). Årsagen hertil skal dog ikke findes i den globale opvarmning, men derimod i forureningen med næringsstoffer og ophørt græsning (Jelnes m.fl. 2002, Tranberg m.fl. 2002).

I løbet af de sidste 200 år har landbruget forandret sig fra et underskud af næringsstoffer og græssende husdyr til et overskud af næring og husdyr på stald. Når man forandrer økosystemernes mest grundlæggende egenskaber gennem dræning, næringsstofforurening og ophørt græsning, har det voldsomme konsekvenser for naturen. Konsekvenser som i Danmark har været, og stadigvæk er, mere omfattende end de direkte konsekvenser af global opvarmning. Derfor er det vigtigt, at man midt i klimabegejstringen husker, at biodiversitet stadig først og

fremmest handler om menneskers vilje til at give plads til levesteder med en naturlig variation i de økologiske rammer.



Figur 2. Gravhøj ved Rønde i Østjylland. Her overlever man ikke længe, hvis man er en lille græslandsplante med bladene placeret i roset tæt ved jorden.

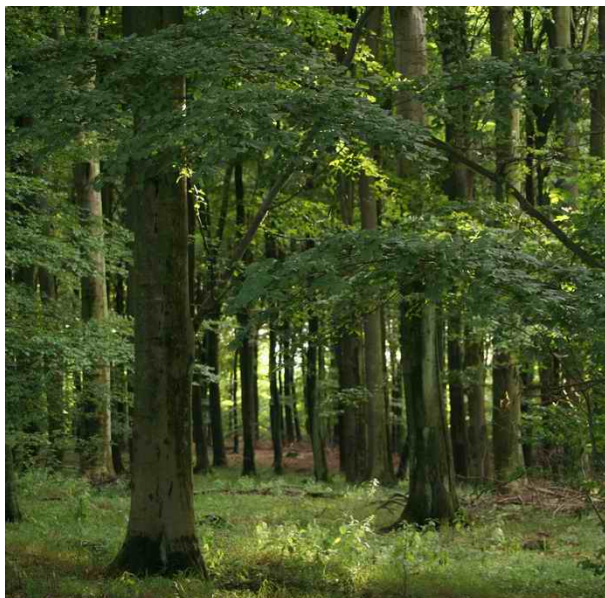
De økologiske rammer

Det er en gammel biologisk sandhed, at plantearterne fordeler sig efter gradienter i naturen. Af samme grund har planteøkologer længe ledt efter de vigtigste plantefordelende faktorer for at kunne lave forudsigelser af udviklingen (Warming 1908). For planterne er de vigtigste faktorer indenfor et afgrænset klima som det danske: Vand, næring og forstyrrelse. Vand skaber en fascinerende variation fra tørt græsland og heder til enge, vandløb og højmoser. Næringstilgængelighed bestemmer, om naturen bliver præget af nøjsomme arter eller konkurrencear-

ter, og fordi næringsfattige miljøer har været reglen i et evolutionært perspektiv, er langt de fleste arter og naturtyper tilpasset en eller anden grad af næringsstoffbegrænsning. Graden af forstyrrelse bestemmer, om der udvikles skyggende skov eller lysåbne naturtyper som enge, kær, klitter, græsland og heder. Ekstreme forstyrrelser fører til naturtyper præget af pionerarter med en kort livscyklus.

Mennesker har grebet voldsomt ind i disse fundamentale gradienter (Ejrnæs 2000). Vandet er blevet drænet væk fra store dele af landskabet, og vandindvinding har sænket trykket på grundvandet mange steder med udtørring og tilgroning af lysåbne kilder og moser og udtørring af vandløb til følge. Næringsstofforurening af overfladevand og grundvand har ført til forskydning af de naturlige samfund af dyr og planter mod hurtigt voksende arter og akvatiske arter, som tolererer iltfattige levevilkår. Den intensive forstyrrelse i det dyrkede land levner kun et lille antal stærkt specialiserede arter en chance, og fjernelsen af de store græsædere fra landskabet har ført til en omfattende tilgroning af udyrkede lysåbne naturtyper. Dette gælder også lysningerne i skovene, som har været levested for stærkt specialiserede, varmekrævende insekter, men som er forsvundet i takt med at de græssende dyr blev forment adgang til skovene med fredsskovsforordningen. Et særtilfælde af ændret forstyrrelsesregime har haft særlig negativ effekt på biodiversiteten i skovene. Den systematiske fjernelse af gamle træer og dødt ved er et forstyrrelsesindgreb i skovene, som fuldstændig fjerner livsgrundlaget for et meget stort antal insekter, svampe og epifytiske laver og mosser, som er specialiseret i at vokse på og nedbryde gamle og døde træer (Bruun 2007). Et eksempel herpå er den truede billeart eremit som lever i træsmuldet i gamle døende løvtræer. Larvestadiet er flerårigt, og billen lever blot i få uger, i hvilke den skal parre sig og finde et nyt egnet træ til æglægning. Billen kan blot flyve få hundrede meter, og er derfor helt afhængig af en kontinuert lokal tilgang af gamle træer, hvilket er sjæl-

dent i danske løvskove (figur 3). I dag er der kun 10 levesteder tilbage for eremitten, som deler sin sørgelige skæbne med en lang række smældere, træbukke og torbister, der alle er velrepræsenterede på den danske rødliste over truede arter (Wind, 2007).



Figur 3. Den truede billeart eremit med udsigt til en typisk dansk bøgehøjskov med ensaldrende sunde stammer, som vil blive hugget længe inden biologisk modenhed.

I takt med at det økologiske rum indskrænkes af ovennævnte grunde, bliver de tilbageværende levesteder for sårbare arter færre og mindre, og der bliver større afstand mellem dem. Dette kaldes fragmentering, og det øger risikoen for at en art uddør lokalt, samtidig med at det mindsker chancen for at arten kan genindvandre fra andre levesteder. Fragmenteringen er gået særligt ud over arter, som er kortlivede, og har en begrænset spredningsevne, eksempelvis insekter i gamle træer og i ko-

kasser, sommerfugle i skovlysninger, græsland og moser og padder i små rene vandhuller.

Klimaændringerne oveni den økologiske indsnævring

Vi kan endnu kun gisne om, hvilke effekter klimaændringer vil få, når denne forandring lægges oveni de forandringer, som allerede har fundet sted i landskabet. Mekanismerne er ekstremt komplekse, og vores datagrundlag og viden rækker endnu ikke til troværdige modeller. Men måske kan vi opstille nogle relevante hypoteser, som kunne undersøges i de kommende år:

1. **Klima og næringsstoffer.** En opvarmning vil generelt resultere i en længere vækstsæson og et højere CO₂-indhold i atmosfæren - faktorer som vil føre til en potentielt øget produktivitet. Det må forventes, at denne effekt vil virke overvejende negativt, idet den vil favorisere de konkurrencesterke hurtigtvoksende arter, som i forvejen dominerer i de fleste terrestriske plantesamfund med tab af biodiversitet til følge. En forøget produktivitet vil dog også afhænge af nedbørsmønstret. Hvis sommernedbøren falder i takt med opvarmningen, kan der opstå tørkestress i tørre naturtyper som græsland, hede og klitter. Og hvis vinternedbøren til gengæld øges, vil der kunne udvaskes flere næringsstoffer fra de terrestriske naturtyper. Både tørkestress og forøget udvaskning vil sænke produktiviteten, hvilket må forventes at bidrage positivt til biodiversiteten.
2. **Klima og vandbalance.** Hvis nedbørsmængderne stiger, og særligt om vinteren, vil der kunne opstå flere temporære vådområder, hvilket potentielt vil være en ressource for mange af de arter, hvis levesteder er blevet stærkt decimeret af den effektive dræning af landskabet.

3. **Klima og forstyrrelse.** Hyppigere oversvømmelser, stormfald, vindbrud og forøget kysterosion vil kunne bidrage til at genoprette noget af den dynamik og de levesteder, som er forsvundet fra landskabet på grund af menneskets intensive skovdrift, kystsikring og dræning. Dette kunne blive et værdifuldt bidrag til opretholdelse af visse lysåbne naturtyper og vedboende arter.
4. **Klima og fragmentering.** Der er en overvejende risiko for, at klimaforandringerne vil føre til en yderligere fragmentering af arternes i forvejen fragmenterede levesteder. Klimaforandringen vil i sig selv føre til at arternes levesteder bliver mindre optimale der, hvor de lever i dag, med øget risiko for lokal uddøen. Samtidig vil den eksisterende fragmentering gøre det meget vanskeligt for arter at migrere fra syd mod nord med det resultat, at uddøen bliver større end indvandring. Den forventede havstigning er måske den allerstørste trussel mod biodiversiteten i Danmark, fordi så stor en del af vores biodiversitet er koncentreret langs kysten i et smalt bælte med strandenge, rørsumpe, strandoverdrev, klitlavninger, vældmoser og græslandsskrænter (Vestergaard (red.) 2007).
5. **Klima og invasive arter.** Der er en stigende fokus i samfundet på problemerne med invasive arter og det må formodes, at en global opvarmning vil føre til mange nyindvandrede arter, hvoraf en vis andel vil være invasive. Uden at underkende problemet med invasive arter som rynket rose, bjergfyr og kæmpebjørneklo, vil jeg tillade mig at foreslå, at de invasive arter ofte er symptomer på en dårlig naturtilstand, og at de effekter, som de har i naturtyperne, i mange tilfælde også kan forårsages af fuldt hjemmehørende arter. De invasive arter er, når vi taler planter, typisk arter med dominanstræk og en hurtig vækst og

effektiv vegetativ formering, så de kan danne store sammenhængende bevoksninger. Sådanne planter har vi også i den hjemmehørende danske flora – blåtop, ørnebregne, stor nælde, lodden dueurt for blot at nævne nogle få – og de har lige så negative effekter på biodiversiteten som de invasive arter (figur 4). I det hele taget er der behov for at flytte fokus fra arterne til processerne i økosystemerne. Der er for mange næringsstoffer i naturen, og der mangler vand, gamle og døde træer og dynamik, i særdeleshed helårsgræsning. Og der mangler plads til, at naturen kan udvikle sig og udfolde sig.



Figur 4. Stor nælde er en af det moderne landskabs sejrherre. I kraft af sin hurtige vækst, størrelse og vegetative spredning, danner den store monotone bevoksninger – hvis bare der er næringsstoffer nok.

Klimatilpasning af hensyn til biodiversitet

En klima-tilpasningsstrategi bør tage udgangspunkt i en analyse af de forventede forandringer og deres effekter. Dette gælder også på biodiversitetsområdet, hvor væsentlige spørgsmål kunne være:

1. Hvilke arter og økosystemer er mest følsomme over for de forventede forandringer?
2. Hvordan vil klimaforandringerne påvirke de vigtigste økologiske gradienter og processer?
3. Hvordan kan vi forbedre arternes mulighed for at overleve i deres nuværende levesteder?
4. Hvordan kan vi forbedre arternes mulighed for at migrere til egnede levesteder?
5. Hvordan kan vi give plads til den forandring, som vil finde sted?

Klima-tilpasning bør ikke være et adskilt indsatsområde, men bør indgå som en del i en samlet biodiversitetshandlingsplan (Anon 2007). Klimaeffekterne er nemlig tæt forbundne med og afhængige af, hvordan naturen i øvrigt forvaltes. Og der er i høj grad brug for forpligtende målsætninger på biodiversitetsområdet. Danmark har netop sendt sin nationale vurdering af bevaringsstatus for Habitatdirektivets arter og naturtyper til EU-kommissionen, og langt hovedparten af de ca. 60 arter og 60 naturtyper vurderes i dag at have ugunstig bevaringsstatus i Danmark (Anon 2007b).

Det mest akutte klimaproblem

Et af de områder, som på det seneste har været i fokus for klimaforudsigelserne, er vandstandsstigninger som følge af accelereret afsmeltning af polernes iskapper og udvidelse af vandets volumen som følge af stigninger i havets temperatur. Konsekvenserne af selv en beskednen

havstigning for biodiversiteten kan blive meget store, fordi så stor en del af vores biodiversitet er koncentreret i kystzonen. De nyeste målinger af afsmeltningen leder til forudsigelser på op mod 2½ meters havstigning over de næste 100 år (Rignot et al. 2008). Hvis samfundet møder de kommende årtiers kysterosion med omfattende kystbeskyttelse og digebyggeri, vil konsekvensen være en voldsom indskrænkning af sårbare arters levesteder. En mere fleksibel samfundsindstilling, hvor man af hensyn til naturen rykker bebyggelser og landbrug væk fra kystzonen for at give plads til naturen, vil forudsætte en langsigtet planlægning og ændret indstilling til balancen mellem de fælles langsigtede naturinteresser og de private og mere kortsigtede lodsejerinteresser. Derfor er det på høje tid at analysere og planlægge udviklingen i kystzonen.

Multifunktionelle ådale

I visse områder vil der kunne være en synergi mellem forskellige tilpasninger til et ændret klima. En af klimaforudsigelserne er, at hyppigheden og voldsomheden af oversvømmelser i vinterhalvåret vil være stigende (Christensen 2007). Hvis man ændrer opfattelsen af vandløb og ådale, kan det åbne for nye muligheder, som kan hjælpe naturen og samtidig samfundet med at håndtere de stigende vandmængder. I dag opfattes ådalene i høj grad som dyrkningsområder med vandkanaler, hvis formål er at lede vandet hurtigst muligt væk - til stor skade for vandløbets flora og fauna og ådalens biodiversitet og naturlige processer. Hvis vi i stedet tænker på ådalene som potentielle nye naturområder, som kan virke som reservoirer for store vandmængder i vinterhalvåret, vil man på en gang kunne medvirke til at reducere skadevirkninger af store nedbørsmængder og samtidig skabe plads til et stort sammenhængende netværk af natur. Harmonikravet i landbruget synes at udgøre en væsentlig strukturel barriere for en sådan beslutning.

Harmonikravet betyder, at værdien af marginal landbrugsjord, f.eks. vandlidende ådalsjord, er urealistisk høj, fordi det dyrkbare landbrugsareal er afgørende for hvor mange slagtesvin, der kan produceres på bedriften.

Det egennyttige, det almennyttige og det unyttige

Vi har netop haft folketingsvalg, og når man i det daglige arbejder med bevarelsen af den biologiske mangfoldighed, kan man ikke undgå at bemærke, at biodiversitet ikke er et emne, som optager politikere og borgere i Danmark. I det hele taget synes alle først og fremmest at være optaget af egennyttige aspekter ved livet: Skatteprocent, trafikpropper og månedsløn. Dernæst er der en betydelig interesse for almennyttige forhold: Sygehusvæsen, skoler og børnehaver samt plejehjem. Miljø kniber sig lige netop ind, men denne gang kun i form af klimaændringerne. Man kunne fristes til at sige, at den danske befolkning, og dermed også politikerne, mest interesserer sig for ting som står egoet nær. Risikoen for at blive snydt eller risikoen for at dø.

Den biologiske mangfoldighed hører vel nærmest til blandt de unyttige aspekter. Selvom naturen på mange måder bidrager til vores materielle velfærd med væsentlige tjenesteydelser, så er disse tjenesteydelser ikke truet i Danmark af tabet af biologisk mangfoldighed. De fleste arter, og især de sjældne, bidrager først og fremmest med mangfoldighed, som dybest set er unyttig for mennesker. Det vil være min påstand, at den biologiske mangfoldighed først og fremmest bidrager til vores liv i kraft af vores følelse af en samhørighed med den levende natur. Den levende natur er så at sige udtryk for det forunderlige tilfælde eller den forunderlige ånd, som har givet os et liv på en levende jord. Uanset at dette forhold utvivlsomt betyder meget for de fleste mennesker på et eller andet plan, så ligger det dog for langt fra vores navle og umiddelbare dagligdag til, at det bliver en del af vores politiske dagsorden. Eller må-

ske glemmer vi bare at mærke efter. Derfor vil jeg også tillade mig at være pessimistisk på naturens vegne i forhold til effekterne af de forestående klimaændringer.

Opsummering

Til sidst vil jeg vende tilbage til åbningsspørgsmålet: Hvilken natur skal vi satse på i fremtiden. Det er min opfattelse, at vi først og fremmest bør satse på at give naturen plads til udfolde sig i store sammenhængende områder, hvor rammerne er i orden. Det vil sige, at områderne skal friholdes fra næringsstofforurening, at der skal være masser af rent vand med naturlige fluktuation, og at der skal være naturlig dynamik i form af stormfald, erosion, brande, oversvømmelser og helårsgræssende dyr. Endelig skal der være gamle træer og dødt ved. En naturplanlægning som vægter processerne højt, bør tage udgangspunkt i områder, som allerede har højt artsindhold og velfungerende processer, i erkendelse af at mange arter har vanskeligt ved at sprede sig til nye levesteder. Sådanne områder kunne udformes som nationalparker, men det forudsætter en helt anden forpligtende tilgang til nationalpark-begrebet, end i dag hvor begrebet synes at dække over et uforpligtende tag-selv-bord med stier, bænke og turistindtægter.

Det er min vurdering, at en afgørende forudsætning for indsatsen for naturen er, at vi tager udfordringen alvorligt ved at fremlægge forpligtende mål og ved at dokumentere, at vi når målene.

Litteratur

Anon (2007): Biodiversitet 2010 – hvordan når vi målene? Høring for Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg tirsdag den 15. maj i Landstingssalen på Christiansborg.

Link:<http://www.tekno.dk/subpage.php3?article=1399&toppic=kategori5&language=dk>.

Anon (2007b.): Vurdering af bevaringstilstand for Habitatdirektivets naturtyper og arter i Danmark. Submitted 21. december 2007.

Link:http://cdr.eionet.europa.eu/dk/eu/art17/envrlq_ka/overview.

Bruun, H. H. (2007): Råddenskabene i de danske skove. Kronik i Politiken 26. februar 2007.

Christensen, O. B. (2007): Scenarier for fremtidens klima i Danmark. Præsentation ved konferencen "Wilhelm+6: Naturen og dens Forvaltning i lyset af klimaforandringerne." Afholdt på Biologisk Institut, Københavns Universitet, d. 9. november 2007.

Ejrnæs, R. (2000): Agerlandets natur. I: Holten-Andersen, J., Christensen, H.S., Pedersen, T.N., Manninen, S. (red): Dansk naturpolitik - viden og vurderinger. Temarapport nr. 1 2000. Naturrådet. s. 218-231.

Ejrnæs, R., Bruun, H.H. & Graae, B.J. (2006): Community Assembly in Experimental Grasslands: Suitable Environment or Timely Arrival? - Ecology 87: 1225-1233.

Fredshavn, J.R. & Ejrnæs, R. (2006): Beregning af naturtilstand ved brug af simple indikatorer. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 599: 94 s.

Jelnes, I.S., Lange, H.G. & Ejrnæs, R. (2000): De danske grøftekanter gror til i kvik, tidsler og nælder. - Stads- og Havneingeniøren 93: 38-39.

Nordmand, S., Svenning, J.-C. & Skov, F. (2007): National and European perspectives on climate change sensitivity of the habitats directive characteristic plant species. - Journal for Conservation Science 15: 41-53.

Rignot, E., Bamber, J. L., van den Broeke, M. R., Davis, C., Li, Y. van de Berg W. J. & van Meijgaard, E. (2008): Recent Antarctic ice mass loss from radar interferometry and regional climate modelling. Nature Geoscienc, Published online: 13 January 2008.

Tranberg, H., Sode, A., Bisschop-Larsen, L., Kristensen, J.Aa. & Ejrnæs, R. (2002): Er gravhøje andet end fortidsminder? - Vand & Jord 9: 89-94.

Vestergaard, P. (red.) (2007): Det lysåbne landskab. I: Naturen i Danmark, bd. 5. Gyldendal.

Warming, E. (1908): Om planterigets livsformer. – Festskrift for Københavns Universitet i anledning af Kongens Fødselsdag 1908: 1-86.

Wind, P. (2007): Opdatering af Den danske Rødliste. - DMUNyt 11(19): 4 s.

Link:http://www2.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Tvaerfunkt/3_fdc_bio/projekter/redlist/redlist.asp.

Oplæg til debat

Af Kjeld Hansen, freelancejournalist og forlægger, forlaget Bæredygtighed

Det var så det sidste ord – nu er det jeres tur. Min opgave er nu at lægge op til debat. Jeg er i syv sind om, hvor jeg skal begynde, og hvor jeg skal slutte, men jeg kan starte med at opridse de konklusioner, der er blevet fremlagt ved dagens konference:

- Vi kan være enige om, at der sker en klimaændring, det overbeviste den første taler os om. Han gav os også et godt indblik i, hvad klimaforandringerne kommer til at bestå af. Der synes at være konsensus omkring mere ekstreme vejrforhold, vådere vintre og tørrere somre. Det er som om, Sydeuropa rykker op i mod os. Udgangspunktet for debatten er, at der vil ske forandringer.
- Men det betyder ikke, at der er grund til at være forfærdet. Den næste oplægsholder overbeviste os om, at det her er sket før, og at det kommer til at ske igen. Der er ikke noget nyt i, at klimaet forandrer sig.
- Det bliver dog en smule foruroligende, når den tredje oplægsholder fortæller os, at vi slet ikke er klædt på til det her. Vi har intet rigtigt regelsæt, vi har ingen planer, vi er dårligt nok begyndt at skrive noget ned om, hvordan vi skal håndtere forandringerne. Så forvaltningsmæssigt og planlægningsmæssigt er vi på herrens mark.
- Biologisk får vi dokumenteret, at klimaet stresser naturen, som vi kender den. Vi får også at vide, at den har en virkning på jordbunden, som vil sætte sig varige spor. Det er væsentligt, at

vi har den viden, når vi forhåbentlig begynder diskussionen om, hvordan vi skal håndtere klimaændringerne.

- De to næste oplægsholdere er enige om, hvor det største problem ligger: Landbruget. Vi lever i det mest ekstreme landbrugssamfund i verden. Der findes ikke et land magen til vores, hvor så stor en procentdel er under plov. Det er værd at tænke over, at det, vi betragter som normalitet, i virkeligheden er ekstremt. Der er ikke andre samfund, der har givet deres jordbrugere lov til at folde sig ud, så meget som vi har. Hvorvidt det er en ret, de er blevet tildelt, eller en ret de har taget sig, kan diskuteres.
- Vi får at vide, at der allerede er sket tilpasninger i forhold til landbruget. Selvfølgelig er der det - for det handler om økonomi. Noget peger i en positiv retning, men rigtig meget peger i en negativ retning. De, som har gået i de majsørkener, der vælter frem overalt, vil vide, at her er biodiversitet et fremmedord.

Nu er vi kommet frem til det tidspunkt, hvor der skal løsninger på bordet, og mit forslag er, at vi koncentrerer debatten om dette.

- Det er provokerende at høre Carsten Rahbek fortælle, at klimaforandringer ikke rigtigt er noget at hidse sig op over - det skal nok gå. I forbindelse med biodiversitet er det slet ikke klimaforandringer, vi bør bekymre os om. At vi ikke skal hidse os op over klimaforandringerne var noget overraskende og ødelægger mange gode historier for en professionel formidler.
- At det ikke er klimaforandringerne, der for alvor betyder noget for den danske natur, er værd at lægge mærke til, og der synes jeg Hans Erik og Rasmus følger fint i kølvandet på hvad Carsten Rahbek fik sagt, nemlig at klimaforandrin-

ger er noget, der kommer oven på andre ting, der i forvejen har angrebet og minimeret vores biodiversitet.

Det var min udlægning, og jeg vil hermed give debatten fri.

Debatten

Anna Bodil Hald, Danmarks Miljøundersøgelser

Mit spørgsmål er henvendt til Carsten og andre, der arbejder med klimamodeller: Hvordan vil I forholde jer til den stigende landbrugsproduktion? Det er jo sådan, at vores natur gror til i græs. Så kan I lave nok så mange modeller om, hvordan arterne flytter sig fra det ene til det andet sted - men hvis de er klemte af græs og andre næringselskende planter, hjælper det ikke meget. Det burde I tage med i jeres modeller. Det har den forvaltningsmæssige konsekvens, at vi skal gøre meget mere ud af at forvalte vores natur, så vi kommer af med al den biomasse, vi er ved at gro til i.

Carsten Rahbek

Det er jeg enig i. Jeg startede med at sige, at det, der er problemet for biodiversitet er kvælstofskyen og det manglende areal. Når man skal kigge på de klimamodeller, vi laver, for at se på artsresponsen, er det et problem, at de fuldstændig ignorerer biologisk viden. Vi ved ikke hvordan, vi skal bygge det ind. Udfordringen ligger i modellernes mangler, og i at vores tal er meget naive i forhold til arternes tilpasningsevne. Det er bl.a. det, vi har fået penge til: at få biologien ind i modellerne.

Katrine Kahn Kristensen - Danmarks Naturfredningsforening

Nu har vi snakket meget ud fra et dansk perspektiv - jeg kunne godt tænke mig, at vi kiggede mere mod nord eller til bjergregionerne. Så vil jeg spørge, hvad der sker med de arter, som ikke kan flytte længere nordpå, fordi der ikke er mere land. Eller de arter som ikke kan flytte længere op af bjergsiden, fordi bjerget ikke er højere.

Kjeld Hansen

Isbjørnen kan jo gå ind i nordvestkvarteret.

Carsten Rahbek

Det er jo et super interessant spørgsmål, og jeg tror Jørgen var inde på det tidligere. Denne kolde jord vi har nu, den er anormal. Hvis vi ser på jordens arter, så er ca. 95 % af dem tropiske. De har en tropisk oprindelse, så de er rigtig pressede af, at vi lever i denne kolde tid. De vil få det meget bedre, når der kommer en global opvarmning.

Men hvor skal de forsvinde hen? Hvis vi kigger på de arktiske miljøer, så har vi isbjørnen, og vi har store bestande af vadefugle. Der er ingen tvivl om, at klimaforandringer vil betyde en nedgang i bestandene - men det vil betyde en nedgang til, hvad der sandsynligvis har været mest normalt i jordens historie. Hvorvidt denne nedgang er bekymrende, er en holdningsmæssig natursynsdebat. Igen skal man prøve at kigge på foranderlighederne i sig selv, for de har eksisteret gennem hele jordens historie. Der var en, der spurgte mig, hvor mange danske arter, der er uddøde pga. klimaforandringerne. Vi har en, som nogle vil påstå er død - og det er fordi, vi ikke har set den i fem år.

I bjergene ses samme problem med at arter bliver presset. I de tropiske bjerge findes den største biologiske diversitet, og når vi taler om disse modeller, siger vi, at en grads forandring i temperaturen svarer til, at en art skal flytte sig 100 km. I bjergene er der ca. 0,6 °C temperaturforandring for hver 100 m, så det er dramatisk, hvis de skal flytte til toppen så hurtigt. Men det, der er fuldstændigt ignoreret af modellerne, er mikroklimavariationen. Hvis vi i Danmark kigger på mikroklimavariationen, kan vi på 100 meter finde temperatursvingninger på 2 °C, hvilket svarer til 200 km på geografisk skala. Hvis vi kigger i bjergene, er mikroklimavariationen indenfor de forskellige højdezoner så ekstrem høj, at der ikke er tvivl om, at nogle arter vil blive favoriseret. Variationen i

mikroklimaet findes imidlertid indenfor samme højdezone, så der er intet, der siger, at arterne vil blive presset oven ud.

Peter Esbjerg

Jeg synes, at noget af det spændende ved vores debat er, hvorvidt vi skal tale globalt om den biologiske situation som helhed, eller om vi skal ofre et par ord på Danmark. Nu var det ærgerligt, at Jørgen E. Olesen ikke fik lejlighed til at høre, hvad jeg sagde, så jeg vil repetere kort; alt det kilometerspil, som du foreslår, er biologisk set noget være bras og noget af det mest ødelæggende, vi kan få. Så det må jeg desværre gå imod og sige, at du taler landbrugets sag. Jeg tror, at hvis vi skal tænke fremad, så kommer landbruget til at producere meget majs osv., men hvis vi vil have noget natur i Danmark - ikke nødvendigvis bare det sjældne - så bliver vi nødt til at prøve at give naturen mere plads, ellers bliver det kun en lille kystbramme, der kommer til at være tilbage.

Kjeld Hansen

Det var interessant, nu begynder balladen.

Jørgen E. Olesen

Nu er det ikke bare pil jeg taler godt for. Hvis vi ser på nogle af vores nuværende naturområder - det kan være enge og lignende - som er nogle af de områder, der er ved at gro til i pil og andet kratværk, hvis vi kunne finde ud af, at udnyttede det til noget fornuftigt bioenergi. Vi kan udmærket bruge det i biogasanlæg, vi kan høste det og således begynde et sammenspil mellem naturpleje og landbrug. Vi kan også begynde at overlade noget af ansvaret for at pleje naturen til landbruget. Ansvar for at få fjernet noget af det kvælstof og fosfor, som de i første omgang har udledt. Af hensyn til nogle af de andre energiafgrøder, som vi overvejer at dyrke, tror jeg, vi bliver nød til at tænke noget alsidighed ind i

det. Hvordan vi gør det, det er jeg mere i tvivl om, for det må være således, at den landbrugsproduktion, vi ønsker at opretholde, forudsætter en høj produktion, hvilket umiddelbart opnås med monokulturer. Jeg tror, at alsidighed og en fornuftig snak om sagen kan gøre en del af det, og så tror jeg også, der skal være lidt pil hist og pist.

Kjeld Hansen

Er det ikke sådan, at bioenergiagrøder skal gødskes? Hvor skal vi anbringe gyllen?

Jørgen E. Olsen

Noget af gyllen kan vi brænde af. I første omgang sender vi den til bioforgasning, så brænder vi noget af gassen af, og så får vi noget fornuftigt energi ud af det.

Når det drejer sig om energigrøder, tror jeg, vi skal gå efter nogle, som ikke skal have så meget gødning. Ellers løser vi bestemt ikke problemstillingen, når det handler om at reducerer vores samlede udslip.

Kjeld Hansen

Får vi det?

Jørgen E. Olsen

Det afhænger helt af, hvilke incitamenter politikerne vælger, og der er man nødt til at være mere skarp i mælet - både forskere og interessegrupper inden for dette område.

Kjeld Hansen

Vi har lige en skarp forvalter her.

Mogens Bjørn Nielsen, Århus Kommune

Der er ingen naturlov, der siger, at der skal være en svineproduktion på over 25 mio. svin årligt. Bortset fra det, vil jeg gerne takke for de inspirerende oplæg, som giver mig anledning til, at gøre opmærksom på de fine partnere, vi har i Danmark. Kjeld har smukt peget på landbruget som en modpart, men for at skabe mere biodiversitet i det danske landskab, har vi nogle partnere, som vi normalt ikke tænker på. Det handler om det, Rasmus Ejrnæs kom ind på, nemlig hvad der ligger os tæt. Det er os selv og dermed vores sundhed. Vi har en meget stor sundhedssektor i Danmark, som vi kan få i spil. Koblingen til at komme ud i naturen og rekreere i naturen er der store perspektiver i. Men hvor er koblingen mellem os, der er her i dag, både forskere og forvaltere, og hele sundhedssektoren. Jeg kan se et potentiale der.

Et andet potentiale ligger i vores nære forhold til vores pengepung. I forhold til det, har vi en meget stor sektor, hvor der betales afgifter til spillevand og til vandrenovering. I Århus er vi ved at investere i Århus Å. Et projekt, der svarer til 1,5 gange Skjern Å, bare for at få forbedret vandkvaliteten. Samtidig kan jeg som forvalter se, at den nye lov om husdyrbrug kan føre til en udledning, hvis økonomiske konsekvenser er endnu større end den 340 mio. kr. investering i Århus Å, som skatteborgerne har betalt. Det man bør gøre, hvis man skal have mest miljø for pengene, er, at se om man ikke kunne koble det på en bedre måde.

Klimaændringerne er noget man tager yderst seriøst indenfor både spildevand og vandsektoren i Danmark, for det er hele deres forsynings- og afledningsnet, det handler om. Der foregår et kæmpe arbejde for øjeblikket, meget af det er noget, der også vil influere positivt på biodiversiteten. Vi arbejder med at beholde vandet ude i landskabet, at forsinke afvandingen og bevare det biologiske kredsløb så intakt som muligt. Det, der er min pointe, er, at udover at have landbruget som spiller, har vi nogle samarbejdspartnere, som vi normalt ikke tænker på,

nemlig hele sundhedssektoren, hele spildevandssektoren og hele vandsektoren.

Kjeld Hansen

Det var spændende – tre nye medspillere på banen.

Claus Beier, Risø

Det første, jeg vil sige, er, at de nyeste resultater tyder på, at dyrket bioenergi giver en stigning i lattergas og methan, som opvejer den positive effekt bioenergien måtte have. Det er altså ikke sikkert, at intensiv dyrkning af afgrøder er vejen frem. Det, jeg egentlig ville sige var, at jeg synes, at vi i klimadebatten skal passe på med hele tiden at jage en enkelt faktor, som skal have patent på hele skylden. Det interessante er jo, at tingene arbejder sammen. Der er et enormt sammenspil mellem de forskellige faktorer, så det er ikke kun solpletter, og det er ikke kun CO₂, der forårsager klimaforandringerne - det hele spiller sammen. Når man kigger på effekter på naturen, nytter det ikke noget, at vi siger, det kun er landbruget eller det kun er klimaet. Vi hører mange sige, at vi i virkeligheden ikke ved meget om, hvordan dette samspil fungerer. Derfor er det vigtigt at se på det hele samlet.

Derfor synes jeg, at det er tankevækkende og måske en smule forstemmende, at nu, hvor alle politikerne er enige om, at der er klimaforandringer, er løsningen ikke, at vi skal have mere forskning i miljøet, nu er miljøforskning blevet teknologiforskning, så vi kan lave mere effektive vindmøller eller bioenergi eller noget helt andet. Hvis naturen skal klare sig, kræver det, at vi får noget mere viden om patienten. Hvis vi skal tilpasse naturen, er vi nødt til at vide noget mere om, hvad der sker derude, og det er der åbenbart ikke særlig stor politisk opbakning til. Det synes jeg er enormt ærgerligt.

Kjeld Hansen

Jeg skal da beklage, hvis jeg har peget alt for entydigt på landbruget, men jeg fik det indtryk fra et par af oplægsholderne, at det allerede stod temmelig jammerligt til, før alt det her med klimaforandringerne for alvor begyndte, og at problemerne bare blev lagt ned i en stor spand fyldt med elendighed - men korrigér mig venligst, hvis jeg tager fejl.

Kåre Press-Kristensen, Ecocon

Jeg vil gerne vende tilbage til det, Peder Agger sagde: vi mangler en plan!

Vi mangler simpelthen en langsigtet plan. I Danmarks Naturfredningsforening er der nogle gode visioner, men jeg synes, der skal laves en kort og en langsigtet plan. Den kortsigtede plan bør indeholde de stressfaktorer, der har meget betydning lige her og nu, og som vi bør tage højde for med det samme. Det vil f.eks. sige landbrug og naturgenopretning. Det er et problem, at åerne er blevet rettet ud, søerne er fyldt med fosfor etc. Vi skal på kort sigt have en plan for, hvad vi gør her og nu. Mange af klimaforandringerne påfører stress, men det er primært forandringer, vi først ser i løbet af de næste 100 år. Jeg synes derfor vi både skal have en plan for de nærtliggende ting og nå en masse nu, samt have en plan på længere sigt. Det er meget vigtigt, at vi får lavet begge planer.

Peder Agger

Jeg kan kun støtte de to sidste talere. Vi kan hjælpe vores diskussion ved at operere med effekter af klimaforandringer, som slår igennem på tre måder - en primær, en sekundær og en tertiær. Den primære er den, som vi biologer snakker om. Der kan være en sekundær, nemlig at landbruget vil intensiveres, det bliver sværere at få plads til naturen. På samme måde kunne man også tænke sig, at der kunne være nogle terti-

ære effekter, som hænger sammen med, at fordelingen af værdier i samfundet ændres i forhold til, hvad der kan ofres på naturbeskyttelse og miljøforvaltning. Til sidst tror jeg, det er vigtigt at klargøre sig hvilke tidsdimensioner, vi snakker om. Teoretisk set, er det meget interessant, at få at vide hvor mange istider, der har været, men det er ikke politisk relevant. Det bliver let sløret og smager lidt af Lomborg. Det er ikke for at beskyldte den, der kom med oplægget; jeg synes det var et fantastisk godt oplæg. Men det, som ligger os alle på sinde, er det politisk relevante, det der sker nu. Det der skete for 50.000 år siden, eller det der kommer til at ske om 100.000 år, er sådan set ligegyldigt.

Rasmus Ejrnæs

Et ganske kort spørgsmål til Jørgen E. Olesen, som nævnte landdistriktsmidlerne som en måde at løse problemet på. Vi har behov for at få lavet en naturinvestering, og få brugt de marginale landbrugsjorder til denne naturinvestering. Men hvad med harmonikravene og jordpriserne - er der ikke noget at hente der også?

Jørgen Peder Steffensen

Det kan godt være, at hvad der skete for 100.000 år siden ikke er særligt relevant, men det vi arbejder med nu, det er så lige pludselig klimaændringer, som ingen modeller kan håndtere, og jeg vil faktisk gerne have en advarsel, hvis klimaet kan smutte i overmorgen. Uden at vi bare skal tro på de modeller, der ligger nu, så gør vi fremskridt, og jeg synes faktisk vores budskab er vigtigt for debatten, og vi er mere forskrækkede end umiddelbart kunne antydes. Man har godt af noget forhistorie. En anden ting er, at folk bliver død forskrækkede over, at vi ikke lever i en statisk verden. Når man taler om 60-80 cm havvandsstigning i løbet af de næste 100 år, omtales det som truende vilkår. Men Danmark har vippet i de sidste titusinde år. Vendsyssel er hoppet op og Sønderjyl-

land faldet ned, sådan er vilkårene, og det må man tage fat i og handle efter, som det nu kommer.

Steffen Thomsen, Skov og Landbrug, skovbrug studerende

Jeg vil gerne tage fat i det med den statiske forvaltning; jeg vil gerne spørge, om man skal forvalte arter eller processer. Hvis man forvalter arter, så er det meget statisk, hvis man forvalter processer, får man en dynamik og nogle af de ting, der kunne være med i fremtiden. Et eksempel kunne være: skal man fokusere på et døende træ, som en proces, eller skal man fokusere på at bevare en engryle. Fokuserer man på engrylen, kan det være at der følger nogle andre ting med - men man kan ikke vide det. Eller skal man i stedet identificere processerne, se det som det vigtige i naturen og prøve at forvalte dem i stedet?

Rasmus Ejrnæs

Bare for at tage et eksempel, så har vi rigtig god eksperimentel evidens for, at hvis man tilsætter næringsstoffer til et hvilket som helst plante-samfund, så falder diversiteten. Det er sådan set ligegyldigt, om det er store nælde eller andet som lever der, så kommer konkurrencen til at overtage pladsen. Så det vil klart være min anbefaling at fokusere på problemet med næringsstofftilførslen først, og så i anden omgang arterne.

Kjeld Hansen

Så skal Jørgen lige have lov, for han fik da lige en over snuden.

Jørgen E. Olesen

Det var et forsøg på at pege på nogle muligheder. Jeg ved godt, at den danske regering har valgt en skrabet løsning med hensyn til, hvor mange landdistriktsmidler der egentlig er til rådighed. Men det kunne man

gøre noget ved, hvis man pressede lidt på. Problemstillingen er jo ganske naturlig; hvem skal betale for alt det gode, I gerne vil? Det kommer jo ikke bare af sig selv - selvom vi har nogle sundhedsfolk, der gerne vil ud i naturen. De, der smutter ud i naturen, smider jo ikke fem kroner i bøssen hver gang de bevæger sig derud, det er noget vi betaler over skatten!

Kjeld Hansen

Nu ligger det ikke til mig at blande mig i debatten, men jeg kunne jo være så flabet at sige, at vi betaler altså 8,3 milliarder i landbrugsstøtte - skal man så samtidig betale entre for at komme ud i naturen?! Det har ingen ende det her. Men nu skal vi skifte spor i debatten.

Søren Vinding, Byrådsmedlem Fanø

Jeg ved ikke, om det er at skifte spor! Jeg er så heldig at være byrådsmedlem i den kommune, der har det største naturareal. Over 50 % af vores areal er natur, og da vi heller ikke har ret meget landbrug, kan jeg forstå, at vi ikke har de helt store problemer, eftersom klimaforandringerne i sig selv ikke betyder så meget. Jeg vil dog alligevel opfordre jer alle sammen til, når I tager hjem, at bruge de offentlige transportmidler og at lade være med at køre så hurtigt i jeres biler, for os der bor i de meget lavtliggende områder, vi har altså problemer med klimaforandringerne alligevel.

Kjeld Hansen

Det er faktisk ikke løgn hvad han siger, han bor i en af de grønneste kommuner over 53 % - hvem kan stikke den?

Konferencedeltager

Jeg vil gerne tilbage til et forvaltningsmæssigt spor. Jeg er helt enig med Rasmus Ejrnæs i, at vi ikke skal lave en biodiversitetsstrategi kun med hensyn til klima, det skal være en samlet biodiversitetsstrategi. Men man skal vel heller ikke lave en biodiversitetsstrategi, hvor man ikke tager klima med, det vil være lige så tåbeligt. Strategier er faktisk noget, man er ved at lave på hele miljømålslovsområdet. Lige nu sidder vi i kommunerne og arbejder med vandplaner, og ligeledes på miljøcentre-ne. Arbejdet skal fortsætte på længere sigt på hele vandmiljøområdet, også dele af vores Natura2000-områder, men vi tager overhovedet ikke klimaet med i planerne.

Meldingen fra miljøcentrene er, at man ser ikke på klimaeffekter. Der-ved risikerer man at få sat sig de forkerte mål, fordi det bliver en anden virkelighed. Man risikerer at lave de forkerte indsatser, når man ikke tager højde for klimaændringerne, enten fordi man får lavet for få indsatser, eller fordi man får lavet de forkerte. Jeg mener ikke, vi skal vente med at gøre noget, til vi har helt styr på, hvad klimaændringerne betyder for vores natur og vores vandmiljø. Jeg mener, at man bliver nødt til at tage det med, da det kan have betydning for de prioriteringer, man laver, når man forvalter de to store komplekser, som vandplaner og Natura2000-planer er. Jeg synes, at det er en rigtig vigtig pointe, at få med ind i det arbejde, der sker. Jeg tror, det er fordi, det er for svært, ellers ved jeg ikke, hvorfor man ikke tager det med ind - det nytter ikke at lukke øjnene.

Kjeld Hansen

Det er virkelig interessant, for vi taler ikke om andet end klima, og nu siges det, at de slet ikke har det med i planlægningen ude i kommunerne. Det er ganske besynderligt. Det er statens skyld!! Ikke landbruget! Staten. Har vi nogen kommentarer til dette indlæg?

Rasmus Ejrnæs

Det tror jeg, er et resourcespørgsmål. Der er ikke afsat ressourcer af til at redde den natur, vi har. Hvem har så tænkt sig at tænke 20 eller 30 år frem i tiden?

Konferencedeltager

Klimaspørgsmålet blev diskuteret i forbindelse med vandmiljøplan III. Der sagde man, at der er så mange usikkerheder om, hvor stor landbrugsproduktionen vil være om 50 år, at det simpelthen overskygger de resultater, der vil komme, når man kigger på de effekter der vil være fra klimaet. Så hvad vil der ske i EU angående landbrugs spørgsmålet? Hvad sker der i WTO? Det er langt vigtigere end de effekter, som Jørgen har gjort rede for.

Kjeld Hansen

Vandmiljøplan III var dengang, forskerne frivilligt rettede i deres rapporter, hvis jeg husker rigtigt.

Bendt Andersen, Danmarks Miljøundersøgelser

Det handler jo om Rasmus Ejrnæs' jordtyv! For hvad er det for en jordtyv, som der kommer til at være fremover? Det er havstigningerne. Vi hører om 60-80 cm havstigning, hvad kommer det til at betyde for afvandingen i f.eks. Ry Å i Nordjylland og andre lavtliggende områder? Mange af de klager, der kommer fra landbruget, handler om havstigningerne, der påvirker afløbet.

Et andet problem er, at 16 % af vores kyster er indgivet i vand, hvad kommer havstigninger til at betyde der? Man er nød til at gå ind i planlægningen og sige "hvilke områder vil vi give tilbage til havet"? I England har man faktisk lavet sådan en plan

Kjeld Hansen

En regulær stillingstagen til hvad gør vi når vandene stiger?

Indtil videre gør vi det samme, som vi altid har gjort, det blev demonstreret sidste efterår ved Keldervigdæmningen nede ved Nordlolland. Der var digebrud i november stormen. De gode mennesker dernede fik oversvømmet 36 ha med noget elendigt brakjord, og hvor der går et par får. De fik efterfølgende en halv million fra kystinspektoratet til at reparere det. Så vi er vist ikke nået dertil endnu, hvor vi kan gøre andet, men det er rigtigt, at vi skal have en indstilling til det, også fordi at inddæmninger ligger som potentielle naturområder, hvis man ellers får lov til at styre pumperne i områderne. Det er spændende.

Carsten Rahbek

Vandstandsstigningerne er blevet diskuteret en del, men det er ikke det samme som at hælde vand i et badekar, der sker en sedimentflytning. Der er lavet en hel del hydrauliske modeller i Danmark, som viser, at vi pga. aflejringer ikke kommer til at miste et stort areal. Ved vadehavet kommer der f.eks. til at være sedimentaflejringer, som gør, at der ikke bare kommer 60 cm vand oveni. Det helt store problem for, at denne dynamik kommer til at virke, er, at på de steder vi har lavet inddæmninger hindres denne sedimentløsning, og det skaber vores problemer.

Kjeld Hansen

Det er spændende. Der er 178 inddæmninger i Danmark, de dækker omkring 50 ha, de ligger simpelthen bare der og venter på, der er nogen der kommer og slår hul i pumpen.

Søren Vinding, Byrådsmedlem Fanø

Man har planer om at opgive nogle områder i Vadehavet, f.eks. Juvrediget i den nordlige del af Rømø. Så må jeg igen sige, at Vadehavet skal nok bestå, men jeg kommer til at bo et sted, hvor jeg skal kigge op fra bunden af vadehavet!

Bjarne Clausen, Dyrenes beskyttelse

Jeg har en undren. Der holdes mange møder i de her dage. Vi kommer til nogle af dem, og ved de fleste af møderne lyder det som om, klimadebatten er gået i selvsving. Nu hører vi så, fra alle dem der sidder og arbejder med emnet - sågar for vores skattepenge, at det faktisk ikke er klimaet, der er et problem. Hvor har I svigtet? Hvordan er det ikke lykkedes jer, at få fortalt alle politikerne, at det ikke er klimaet, det handler om, hvis vi vil redde vores natur?! For det er ikke lykket, når man går til politiske møder. I har et kæmpe ansvar der!

Kjeld Hansen

Den kan I så tykke lidt på, mens vi tager de sidste tre.

Konferencedeltager

Jeg kommer ikke fra landbrugsorganisationerne, jeg kan se, der er nogle her, og jeg kan da godt forstå, at de dukker hovederne. Jeg kommer fra en anden privat organisation, der repræsenterer de danske lodsejere nemlig Dansk Skovforening, som er en skovbrugsorganisation. Jeg synes det er spændende, jeg er lidt overrasket over at høre, at klima ikke har større indflydelse på tabet af naturværdier i Danmark. Det er jo glædeligt at høre. Det, som bekymrer mig, er, at der er så stor og bred enighed om, at det hele er landbruget skyld. Og når det er landbrugets skyld, så går jeg også ud fra, at skovbruget har en del af skylden. Jeg synes det er forkert. Jeg synes, at man glemmer at fokusere på, at vi har

en artikel i vores grundlov, som faktisk beskytter den private ejendomsret. Det må man forholde sig til, og hvis der er 35 ha som bliver oversvømmet, så kan det godt være at lodsejeren har krav på erstatning, og i så tilfælde skal han have erstatning, ellers må vi ændre på reglerne. Så må man give folk erstatning for at stille deres jord til rådighed, til nogle af de løsninger der bliver diskuteret i dag f.eks. våde enge.

I skovforeningen har vi og vores medlemmer igennem mange år stillet jord til rådighed til forskellige naturprojekter. Det seneste projekt er beskyttelsen af artikel 12 arter, hvor man skal ud og udpege nogle arealer, som har gamle træer stående. Det vil skovejerne gerne gøre. Men nu har man desværre gjort det ud fra nogle EU-retningslinjer, hvorved man ikke får nogen erstatning for at gøre det. Hvad forventer man at lods ejerne skal gøre fremover? Skal man prøve selv at beskytte naturværdierne frivilligt, med risiko for at man bliver pålagt en erstatningsfri regulering, eller skal man fjerne naturværdierne?

Kjeld Hansen

En hel ny debat, som vi ikke kan begynde på nu! Jeg kan lige tilføje, at de gode lodsejere nede ved Keldervigdæmning ikke har krav på en erstatning, det er en støtteordning, som skatteborgerne finansierer. Det er ikke noget, de har krav på, det er noget vi tilbyder dem i en eller anden misforstået biodiversitetsforvaltning!!

Karin Jensen, Miljøcenter Roskilde

Jeg synes, et rigtig vigtigt resultat i dag er, at vi skal være meget opmærksomme på den formidlingsmæssige del af denne opgave. Det kom meget bag på mig, at en konklusion på denne dag er, at vi ikke behøver at bekymre os så meget om klimaændringerne, det er alligevel ikke det, der spiller den store rolle i forhold til biodiversiteten. Jeg synes, der ligger en rigtig stor formidlingsmæssig opgave i, at få de her emner sat ind

i den rigtige sammenhæng, hvor klimaforandringer får den plads den skal have.

Jonas Geldmann, KU's studenterkomite ved Danmarks Naturfredningsforening

Jeg vil lade det være et åbent spørgsmål. Det var ikke kun Peder Agger, men nærmest alle talerne, der fokuserede på, at der er brug for en plan; hvem er det, der skal lave planen? Det synes jeg, der mangler svar på. Det åbenlyse er, at bede politikerne om det, men sidste gang de tog ansvaret, var med Wilhjelm 2001-rapporten, og det er ikke blevet til meget. Er der andre, der skal løfte arven fra dem? Er der andre, der skal tage ansvar for, at vi får en plan for, hvordan vi samlet skal kigge på den danske natur.

Kjeld Hansen

Ja, så lukker vi debatten, hvad angår publikum, men så har vi jo panelet siddende hernede, og de har så tre ting de skal have svaret på.

- Hvorfor sidder de og fiser den af for offentlig støtte?
- Hvad med formidlingen af problemerne?
- Hvem laver så den plan, som I snakker om?

Carsten Rahbek

Når jeg har snakket om, at klimaproblemet ikke er det største problem, så skal vi huske, at det ikke er det samme som, at der ikke er et problem. Det er bare et forsøg på, at flytte fokus hen hvor problemerne reelt er. Det har været mit budskab. Nu ved jeg ikke, om jeg fiser den af, jeg synes, jeg er ret meget omkring i offentligheden. Med hensyn til biodiversitetsplanen, så sker der noget spændende. Peder Agger nævnte Biodiversitetshøringen i Folketinget, og et resultat deraf er, at Folketingets miljøudvalg i øjeblikket arbejder på at lave en helhedsplan sammen

med Teknologirådet. Vi var ved at slå første søm i, den dag valget blev udskrevet - så planen var i gang, og folketingsvalget afbrød det hele.

Kjeld Hansen

Det vil sige, at der faktisk er nogle, der sidder og skriver en plan for skatteydernes penge.

Rasmus Ejrnæs

Klima kommer tæt på vores ego. Det pirker til vores dødsangst. Det er derfor, det får den størrelse i debatten, som det gør, og det er derfor, at hele regeringen er hoppet med på denne diskussion. Og når vi kommer ud med budskabet at klima ikke er det vigtigste for biodiversiteten, så undergraver det ikke klimadebatten, den skal nok leve videre, og det skyldes at vi er bange for at dø.

Kjeld Hansen

Det er jo fuldstændigt sandt, Hemingway sagde det, Carsten Jensen har også sagt det, mænd er simpelthen plaget af dødsangst. Det er blandt andet derfor, de drikker whisky, selv om det smager dårligt. Og så får Jørgen det allersidste ord.

Jørgen Peder Steffensen

Man skal i klimadebatten huske, at det er et internationalt problem - ikke kun et dansk. Vi så i modellerne i morges, at vi ligger i et smørhul. Selv med de fremskrivninger der er, har Danmark det ok. Men rigtig mange andre lande kommer til at gå ned med flaget. For halvanden måned siden var jeg i Chile, og der mødte jeg repræsentanter for Bolivia. Allerede næste år overstiger vandforbruget vandforsyningen pga. udtørring. Der er rigtig mange lande, der er i knibe, og derfor har vi brug for en IPCC-proces - og den er ikke lavet af hensyn til den danske

biodiversitet, det kan jeg godt forsikre jer for. Jeg tror, at en af grundene til, at de europæiske politikere reagerede på IPPC 2006, er, at russerne har været ude og lukke for gasledningerne. De europæiske politikere reagerede nemlig ikke på IPPC 2001 på trods af, at rapporten sagde det samme som IPPC 2006.

Opsummering ved Kjeld Hansen

Jeg er blevet meget klogere i dag. Jeg har forstået, at truslen om klimaforandringer er reel - jeg er dog blevet trøstet med, at det er sket før.

Jeg har frem for alt fået en forståelse for, at truslen fra klimaforandringerne ligger som et lag oven på en række andre lag, som er nok så betydningsfulde. Det synes jeg, er det, der står tilbage. Og så her til aller sidst, kan jeg trøste med, at der faktisk er nogen, der skriver på en plan.

Så vil jeg give Merian det sidste ord.

Merian Skouw-Rasmussen

Jeg vil sige rigtig mange gange tak på vegne af Danmarks Naturfredningsforenings studenterkomiteer. Det har været nogle rigtig fantastiske oplæg, og der har været en livlig debat - det er rart med et veloplagt publikum. Men en særlig tak til Kjeld Hansen, der på bedste vis har styret slagets gang. Du er en af landet klareste stemmer indenfor natur og miljø, derfor synes vi ikke kun, at du skal have én isbjørn med hjem - men en hel familie. Så kan du fortsætte med "at give isbjørnen videre", og fortsat være en klare røst i natur- og miljødebatten.

Tak for i dag.

WILHJELM+6

WILHJELM+6 satte i år fokus på de betingelser og vilkår, der vil være gældende for naturen i fremtiden. Hvordan bruger vi bedst forudsigelserne om et ændret klima til at sikre vores fælles naturarv og skabe en dynamisk naturforvaltning?

Konferencen samlede førende danske forskere og forvaltere til et bud på fremtidens udfordringer og gennem otte spændende og engagerede oplæg, blev hovedlinjerne trukket op.

Konferencen tog sit udgangspunkt i de udfordringer, klimaforandringerne giver. Dog blev det klart, at vi selv bærer en stor del af ansvaret for naturens tilstand og selv kan finde mange af de løsninger, der skal til for en fremadrettet og progressiv naturpolitik.

Konferencen blev afholdt som den femte i rækken af statuskonferencer og markerer samtidig seksåret for udgivelsen af Wilhjelmudvalgets rapport "En rig natur i et rigt samfund".