

Klima & Tilpasning



KFT's
konference-
magasin
25. oktober 2010

52 sider med viden og meninger om klimatilpasning

Klima&Tilpasning. KFT's konferencemagasin 25. oktober 2010

Ansv. redaktør: Centerleder Lars Moseholm
Redaktion: Lars Moseholm, Svend Binnerup, Liva Vejlgård, Steen Voigt
Layout og design: Kathe Møgelvang, Juana Jacobsen

Udgiver: Koordineringsenhed for forskning i klimatilpasning (KFT)
Hjemmeside: www.klima.au.dk/kft
e-mail: kft@dmu.dk
© 2010 KFT
Kan frit citeres med kildeangivelse.

Tryk: Rosendahls – Schultz Grafisk a/s
Oplag: 1.000
ISBN: 978-87-993234-2-5

Forsidefoto: Oversvømmelse i Løgstør efter stormen den 20. januar 2000. Lars Horn/Baghuset Pressefoto (fotoet er ændret digitalt).
Foto på denne side: Badedag på Amager. Amager Strandpark I/S
Foto på side 6: Solen. SOHO (ESA&NASA)
Bagsidefoto: Jorden set fra rummet. NASA Goddard Space Flight Center.

Klima&Tilpasning udgives i forbindelse med konferencen "Klimatilpasning i Danmark" den 25. oktober 2010 i København. Konferencen arrangeres af Teknologirådet i samarbejde med KFT og Klima- og Energiministeriet.

Klima&Tilpasning findes også i en elektronisk udgave i pdf-format:
http://www.klima.au.dk/dk/fileadmin/filer/KFT/KFT_konferencemagasin2010.pdf

Koordineringsenhed for forskning i klimatilpasning (KFT) er etableret under regeringens strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark. Bag KFT står forskningsinstitutionerne: Aarhus Universitet, Danmarks Meteorologiske Institut, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, Københavns Universitet samt Danmarks Tekniske Universitet. KFT-sekretariatet har adresse ved Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.

KFT skal fremme tværgående videnopbygning inden for forskning i klimatilpasning samt i klima og klimaeffekter relevant for klimatilpasning og indgå i forskningspolitiske netværk for at tilgodese dette og inddrage erfaringer fra internationale klimarelaterede aktiviteter. KFT skal sikre, at data og forskningsresultater er til rådighed for forskningsmiljøerne, samfundet og de sektorer, som skal udmønte konkrete tilpasningsinitiativer. KFT kommunikerer blandt andet igennem Klima- og Energiministeriets webportal www.klimatilpasning.dk



FN's klimapanel IPCC's definition på klimatilpasning:

“tilpasninger inden for naturlige, menneskelige og samfundsmæssige systemer der begrænser skadevirkninger eller udnytter muligheder af faktiske eller forventede klimatiske stimuli og effekterne heraf”



Lars Moseholm

Forord

Gulvskrubben rækker langt fra, når Limfjorden puster sig op og bruser gennem gaderne i Løgstør. Men hvad duer egentlig, når vi skal håndtere effekterne af ændringer i klimaet?

Klima&Tilpasning – KFT's magasin til konferencen **Klimatilpasning i Danmark** den 25. oktober 2010 – giver et øjebliksbillede af vores viden om klimatilpasning og af de udfordringer, klimatilpasningen stiller forskerne over for.

På 52 sider øser forskere og centrale aktører af deres viden på området, og flere af dem giver os deres ligefremme syn på sagen.

Klimatilpasning handler om menneskets påvirkning af klimasystemet, klimasystemets påvirkning af den fysiske og biologiske verden og disse påvirkningers samspil med samfundets sociale og teknologiske udvikling. De tre "systemer" påvirker gensidigt hinanden. Forskningens opgave er at øge vores viden om, hvordan systemerne fungerer, afdække samspillet mellem dem og give en forståelse af, hvordan teknologi og adfærd både er en del af problemet og en del af løsningen.

KFT har som to af sine mål at fremme forsknings samarbejdet på tværs af eksisterende faglige grænser og sektorer og at kvalificere behovet for en prioritering af forskningen på klimatilpasningsområdet i national og international forskningspolitisk sammenhæng. Det nye er at der skal være mere sammenhæng i beslutningerne og at der skal tænkes længere frem. Her er det forskernes opgave at fremskaffe videngrundlaget og stille prioriteringsværktøjer til rådighed for beslutningstagere til at finde de integrerende løsninger.

Flere artikler i Klima&Tilpasning viser tydeligt hvor bredt der bør tænkes, omend billedet for nuværende er noget kalejdoskopisk. Redaktionen har derfor fundet det relevant at trække nogle perspektiverende linjer op i en redaktionel kommentar.

KFT håber, at Klima&Tilpasning kan bruges af myndigheder, borgere, erhverv og politikere til at fremme processen med klimatilpasningen i Danmark.

God læselyst!

Lars Moseholm
Centerleder KFT

INDHOLDSFORTEGNELSE

- 6  Redaktionel kommentar
Varm, varmere – og hva' så
- 8  Jens Christian Refsgaard, Torben O. Sonnenborg og Hans Jørgen Henriksen
Broer til fleksibel klimatilpasning
- 13 **SYNSPUNKT** Kirsten Halsnæs
Det umuliges kunst
- 14  Jens Hesselbjerg Christensen, Nicolai Kliem og Martin Olesen
Store forventninger til klimaforskerne
- 17 **SYNSPUNKT** Mogens Henze
Udsyn og innovation styrker eksporten
- 18  Hanne Møllegaard Sundin og Henrik Dissing
Udfordring med kontant gevinst
- 20  Jørgen E. Olesen
Landbruget – muligheder og trusler
- 22  J. Bo Larsen
Skovbruget – mere løv, færre nåle
- 24 **SYNSPUNKT** Niels Bent Johansen og Jan Rasmussen
Bæredygtig planlægning. Samfundets klimaforsikring
- 25  Torben Valdbjørn Rasmussen og Niels-Jørgen Aagaard
Byggeri med anlæg for klimasikring
- 28  Anne Beim
Klimatilpasset byggeri – en tektonisk udfordring

30



Peter C. Kjærgaard
Den menneskelige faktor

33 **SYNSPUNKT**

Ole Færgeman
Sundhed og sygdom i en varmere verden

34



Flemming Konradsen, Karin Schiøler og Ib Bygbjerg
Klimaaftryk på helbredet

36



Steen Voigt
Sårbart Sverige handler

38 **SYNSPUNKT**

Karen G. Villholth
Dansk hjælp til at lette de fattiges klimabyrder

39 **SYNSPUNKT**

Ella Maria Bisschop-Larsen
Naturen er en del af løsningen

40



Naia Morueta-Holme, Signe Normand, Camilla Fløjgaard, Flemming Skov og Jens-Christian Svenning
Hvad kommer, hvad forsvinder

42



Camilla Fløjgaard, Naia Morueta-Holme, Signe Normand, Jens-Christian Svenning og Flemming Skov
Værktøj til forvaltning af natur i forandring

44



Stiig Markager
Et hav af klimaændringer

46



Karen Edelvang
Kyster i knibe

50 **SYNSPUNKT**

Ellen Margrethe Basse
Klimatilpasset lovgivning? Ja tak!

51

Kontaktoplysninger på forfattere

Varm, varmere – og hva' så

– en redaktionel kommentar

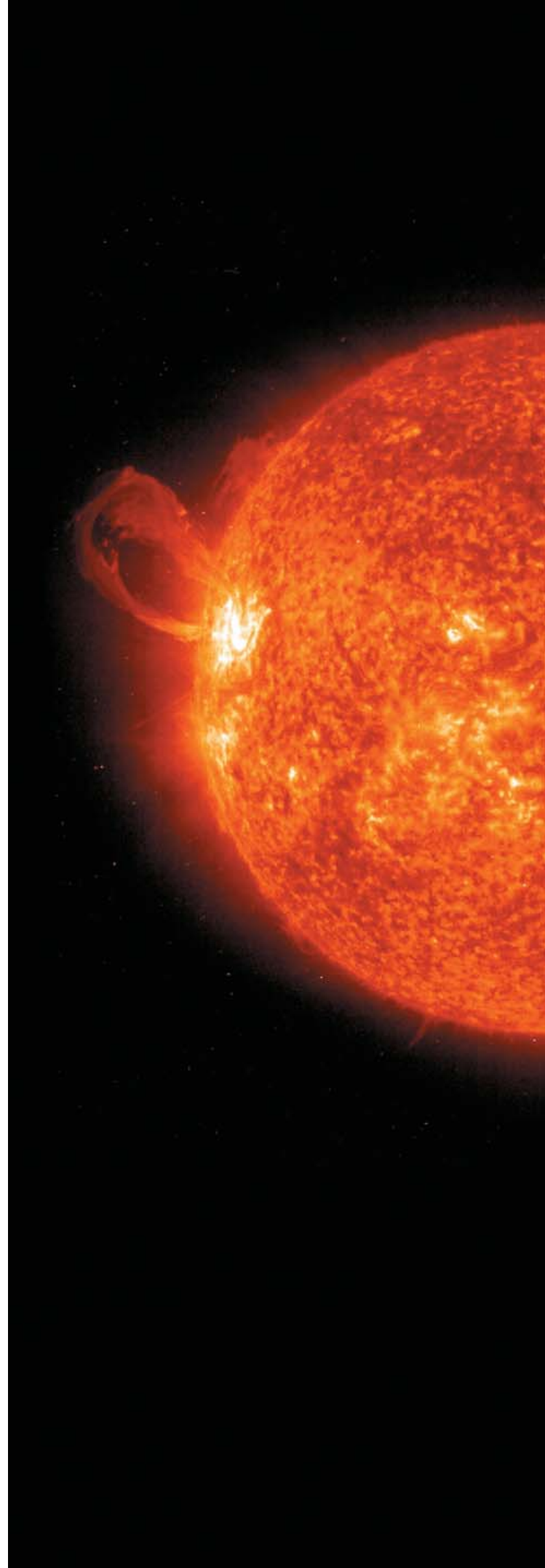
Solen driver klimaet på Jorden – på godt og på ondt. Den giver liv og bestemmer livsvilkår for mennesker, planter og dyr. Men mennesker er også klimamagere. Vort forbrug af fossile brændsler, vores rydning af skove og fremstilling af kunstige gasser med drivhuseffekt bidrager til en accelererende global opvarmning, der lige nu synes at følge de mest pessimistiske prognoser fra klimaforskerne. Vi nordboer sætter måske nok pris på et lidt varmere klima fremover med mange gode dage ved stranden. Og vi må selvfølgelig også forstå at udnytte en temperaturstigning på et par grader eller mere. Men vi må samtidig forberede os på, at vort landskab og vor natur ændrer sig og vore egne og samfundets værdier skal beskyttes mod klimaændringerne. Effekterne af klimaændringerne i den globaliserede verden vil også påvirke os. Katastrofer, menneskelig nød og ødelæggelse af det naturlige miljø andre steder vil både direkte og indirekte ramme vor egen sundhed og velfærd, men også kræve vores solidaritet. Om alt dette handler klimatilpasning.

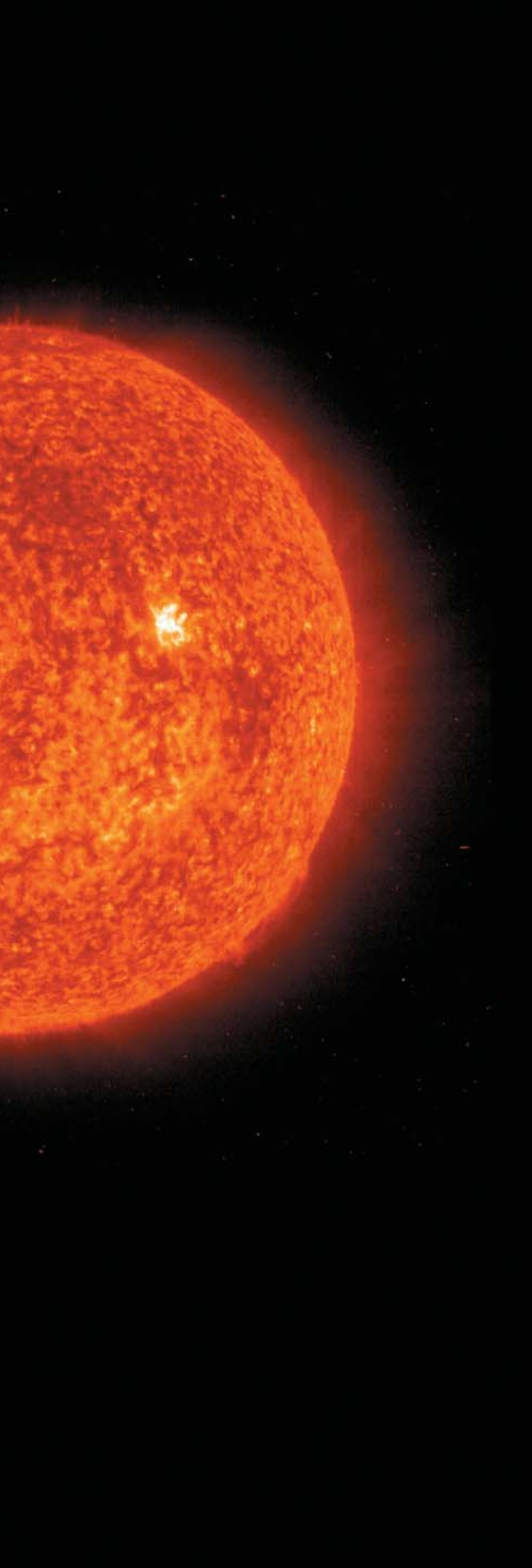
Mens vi venter på klimavenlige beslutninger – der for alvor bremser den globale udledning af drivhusgasser – er der god grund til at overveje, hvordan vi skal håndtere de klimaændringer, som står for døren og vil fortsætte lang tid frem over, selv hvis udledningen af drivhusgasser stoppede øjeblikkeligt. Der er behov for hurtig klimatilpasning. Det er forholdsvis nyt for danskerne. Regeringen offentliggjorde i marts 2008 "Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark". I kølvandet på strategien er der skabt en organisation med et tværministerielt koordinationsforum der har ansvaret for strategiens udmøntning samt et videncenter og Koordineringsenhed for forskning i klimatilpasning – KFT, der har fokus på oplysning, erfaringsudveksling og en udbygning af videngrundlaget igennem forskning. KFT har for nyligt kortlagt såvel forskningskompetencer og videnbehov inden for klimatilpasning i tæt dialog med forskningsmiljøet. Det giver et godt grundlag for indsatsen fremover. Arbejdet begynder så småt at bære frugt. Mange kommuner, regioner, erhverv og interesseorganisationer er i dag opmærksomme på, at klimatilpasning er uomgængelig. Men regeringens strategi lægger vægt på vigtigheden af autonom tilpasning. Det vil sige, at beslutningstagere, virksomheder og individer selv bør foretage den fornødne tilpasning inden for de eksisterende lovmæssige, teknologiske og økonomiske rammer. Hvordan gør vi så det?

Først og fremmest rejser spørgsmålet fire hovedproblemstillinger som giver grund til overvejelse: Hvad skal vi tilpasse os? Hvordan tilpasser vi os? Hvad ønsker vi at opnå? Og endelig: Hvem skal tilpasse sig?

Fokus har hidtil overvejende været på, hvad vi skal tilpasse os. Hvad er det for en vifte af klimaprojektioner, vi skal læne os op ad? Hvad fortæller effektstudierne om ændringer i naturen, i primærerhvervene? Hvor sårbart er byggeriet, infrastrukturen og forsyningsvirksomheden? Hvor kommer vandet til at flyde, og hvor hårdt bliver presset på vores kyster? Vort overblik er – som det også vil fremgå af de efterfølgende artikler – meget begrænset. Oveni kommer de øvrige problemstillinger, som også kræver bud på løsninger.

Tilpasningskæden er sådan set klar nok: Forståelsen af klimaændringer fører til forståelsen af egen sårbarhed og til erkendelsen af ansvaret for udvikling af løsninger samt villighed til at planlægge og handle herefter. Forudsætningerne er naturligvis viden, erfaring, beslutningsdygtighed og kapacitet til at gøre noget. Barriererne er utallige og rækker fra følelsesmæssig modstand over manglende





viden til manglen på løsninger, der hensigtsmæssigt afvejer de mange involverede interesser. Men herved adskiller klimatilpasning sig – som proces – ikke fra anden planlægning eller risikovurdering i forbindelse med langtidsinvesteringer.

Et godt videngrundlag medvirker til at udvikle rammerne for en bedre og – med et gammelkendt udtryk – mere bæredygtig planlægning. Et godt og velbeskrevet datagrundlag vil sammen med nye koncepter og værktøjer, der peger på smarte, helhedsorienterede og fleksible løsninger, kunne understøtte planlægningsprocesser samt lette de forskellige interesseafvejninger.

Der er ikke et entydigt svar på, hvordan man klimatilpasser sig. Forskellige lande har forskellige tilgange og tager problemer og udfordringer i forskellig rækkefølge, jævnfør artiklen om den svenske sårbarhedstilgang. Vi kan lære meget af de udenlandske erfaringer, men de kan ikke bare overføres direkte, men må omsættes til en dansk sammenhæng i forhold til tradition og lovgivning.

Proaktiv klimatilpasning bygger på en tidlig indsats baseret på en vurdering af, hvordan klimaet bliver i fremtiden. Dette indebærer et langt mere usikkert beslutningsgrundlag, end vi er vant til, og forudsætter en viden, som tilvejebringes igennem forskning der bygger på tværfaglighed. Information fra klimamodelerne og scenarieanalyserne skal i endnu højere grad integreres i forskningsfelter som meteorologi, biologi og økologi på den ene side og teknologiudvikling, samfundsvidenskab og økonomi på den anden side. Hertil knytter sig behovet for en effektiv og målrettet kommunikation af viden om klimafremtiden til alle. Det videnskabelige sprog skal gøres forståeligt og decentrale løsninger skal bredes ud. Der skal ideelt tænkes og handles på forkant, fordi dét giver gode løsninger, fordi dét kan betale sig og fordi dét giver muligheder for erhverv og eksport. Denne tænkning spirer – også i forskningsverdenen.

De mange indlæg i magasinet skal ikke forlede læseren til at tænke på området klimatilpasning som for kalejdoskopisk. Der er god mening i de generelt prioriterede områder, hvor tilpasning kræver handling. Disse områder er primært inden for landskabs- og byplanlægning, infrastruktur og bygninger, naturlige ressourcer og beredskabsplanlægning, herunder risikohåndtering i forbindelse med øget forekomst af ekstreme vejrepisoder og tilbagevendende oversvømmelser. I den forbindelse er der behov for at sætte nogle mål for tilpasningen, ikke mindst for at flytte forskningen frem mod specifikke emner, steder og samfundsgrupper, der trues af klimaændringer. Der er også behov for at udvikle kapaciteten til at håndtere udfordringerne og fremme beslutninger: konkret skal forståelsen af hvilken rolle, samfundets nuværende institutioner og strukturer spiller i forhold til klimatilpasning, øges. Endelig giver det god mening at identificere områder, hvor en klimatilpasning umiddelbart giver en gevinst for samfundet.

Økonomien spiller – ligesom i reduktionspolitikken – en central rolle i tilpasning. Skal ressourcerne bruges på at udbedre skader opstået som følge af klimaændringer? Eller vil det på længere sigt kunne betale sig, at vi nu investerer i foranstaltninger, der kan afværge, at disse skader sker? Sammenlignet med studier af reduktionsomkostninger er forskning i omkostninger ved klimatilpasning stadig i et meget tidligt stadie. Nylige studier har estimeret de globale omkostninger for tilpasning til at være et sted mellem 25 milliarder og 1000 milliarder dollar. Dette spænd er symptomatisk for manglen på viden på området.

Redaktionen

A large cable-stayed bridge spans across a wide body of water under a blue sky with scattered clouds. The bridge features a prominent white pylon with multiple stay cables. A dark ship is visible in the water below the bridge. The word 'Broer' is written in a blue, cursive font in the upper left corner.

Broer

til fleksibel
klimatil

Klimaændringerne bringer os i en ny situation med usikre vurderinger af konsekvenserne for vandressourcer, økosystemer og samfund. Forfatterne giver os et bud på, hvordan vi skal tilpasse os og komme på forkant med det "nye".

Jens Christian Refsgaard, Torben O. Sonnenborg og Hans Jørgen Henriksen
De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

Nogle vil sige at omfanget af klimaændringerne og deres konsekvenser er så usikre, at det ikke giver mening at inddrage dem i en planlægningsproces. Den strategi har man tilsyneladende valgt at benytte i forbindelse med de vand- og naturplaner, der i 2010 har været i offentlig høring. Det er ikke en god strategi i situationer, hvor planlægningen involverer beslutninger med så lang tidshorisont, at klimaeffekterne når at slå kraftigt igennem. Beslutninger om fremtidig infrastruktur, som dimensioneres med en levetid på et par årtier eller mere, bør klimavurderes allerede nu. Det er afgørende for, at den nye infrastruktur bliver robust og en integreret del af den samlede klimasikring.

Hvis vi ikke vil benytte informationer om klimaeffekter, før usikkerheden om et par årtier er væsentlig reduceret, så ignorerer vi en masse eksisterende viden, og vil uvægerligt træffe samfundsmæssigt uheldige beslutninger. At vi altid fremhæver, at klimavurderingerne er behæftet med stor usikkerhed, betyder jo ikke, at vi ingenting ved. Det betyder snarere, at vi er ærlige omkring, hvad vi tror, vi ikke ved. Vi kender nemlig allerede nogle af de overordnede tendenser.

Man kan også vælge at sige, at vi ikke vil tage hensyn til uhåndterlige og besværlige usikkerheder. I stedet for de mange scenarier for klimaets udvikling (se graf), efterlyser mange planlæggere ét enkelt officielt autoritativt udmeldt klimascenarie, som så skal benyttes til alle klimavurderinger fremover. Det lyder besnærende, men det er ikke en god idé. ►

Skitse til skråstagsbro over Femern Bælt. Femern A/S.

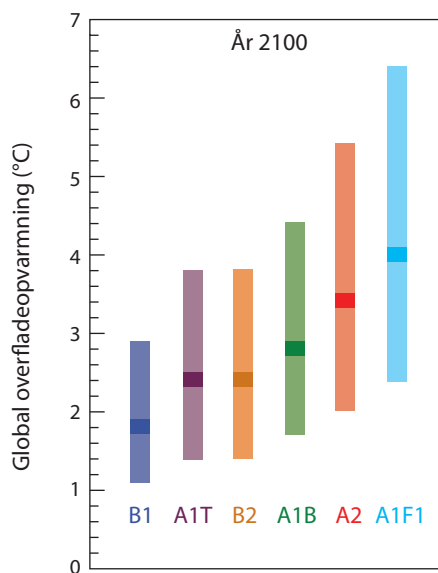
- ► For det første ved vi jo ikke, hvordan verdenssamfundet vil udvikle sig og hvilke aftaler vi får indgået om udslippet af drivhusgasser. Vi ved altså ikke, hvilket scenarie der er mest realistisk.

For det andet er der forskellig risikovillighed for forskellige infrastrukturer. Vil man have en stor sikkerhed for, at en infrastruktur er klimasikret de næste 100 år – som det måske kræves ved projekteringen af dyre og komplicerede motorvejsanlæg – må man vælge et af de klimascenarier, der giver en stor klimaændring. Skal man derimod projektere et nyt dige i et sommerhuskvarter, kan man med fordel vælge et scenarie med en lille klimaændring og så justere digehøjden om et par årtier, hvis det viser sig at være nødvendigt.

For det tredje er der en gensidig afhængighed mellem infrastruktur og alle de andre sektorer, der er berørt af truslerne fra den globale opvarmning: ny teknologi, forvaltningsformer, økonomi og social adfærd udgør ét samlet system i konstant gensidig udvikling. Her kan det være både nødvendigt og mere effektivt at bevare overblikket over det samlede system, når der skal findes effektive løsninger. Eksempelvis er mange europæiske flodsystemer sikret mod oversvømmelser ved at skabe "room for the river" frem for blot at bygge digerne højere. Men overblikstankegangen gælder ikke kun i forhold til klimasikring af store flodsystemer. Den gælder også når der skal skabes "plads til det stigende grundvandsspejl" og til bufferzoner, der kan tage brodden af regnvandet i by- og landområder ved at holde det oppe i systemet og forsinke dets afstrømning og samtidig give plads til maksimal stofomsætning.



Efter skybrud august 2010. Foto: Flemming Jenle.



Graf med den gennemsnitlige stigning i den globale temperatur i år 2100 beregnet ud fra de seks IPCC SRES scenarier: B1, A1T, B2, A1B, A2, A1F1. Højden af søjlerne angiver den usikkerhed der er tilknyttet klimamodellernes beregninger for hvert enkelt udledningsscenario.

Kilde: Klimaændringer 2007. IPCC synteserapport.

Klimascenarier

Den væsentligste usikkerhed omkring fremtidens klima bunder i ukendskab til størrelsen af udledningen af drivhusgasser i de kommende årtier. FN's klimapanel (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) har udarbejdet en række mulige scenarier over udledningen af drivhusgasser. De benævnes SRES-scenarier (IPCC Special Report on Emission Scenarios). Nogle af dem er vist i grafen.

SRES-scenarierne er grupperet i fire familier (A1, A2, B1 og B2) som ud fra forskellige forudsætninger om befolkningsvækst, økonomisk vækst og teknologisk udvikling fremskriver udledningen af drivhusgasser. A1 forudsætter en verden med hurtig økonomisk vækst, en global befolkningstilvækst, der topes ca. 2050, og en hurtig introduktion af nye og mere effektive teknologier. A1 er underinddelt i tre grupper, som beskriver forskellige retninger af teknologisk udvikling: intensive fossile energikilder (A1F1), ikke-fossile energikilder (A1T) og en balanceret brug af energiresourcer (A1B). B1 beskriver en konvergerende verden med den samme globale befolkning som A1, men med hurtigere ændringer i økonomiske strukturer hen imod et service- og informationssamfund. B2 beskriver en verden med mellemstor befolkning og økonomisk vækst med fokus på udvikling af lokale løsninger for økonomisk, social og miljømæssig bæredygtighed. A2 beskriver en meget heterogen verden med stor befolkningsvækst, langsom økonomisk vækst og langsom teknologisk udvikling. IPCC har ikke tilknyttet sandsynligheder til de forskellige scenarier.

Hvordan kommer vi på forkant med tilpasningen?

Vi taler meget om, at vi skal tilpasse os det fremtidige klima. Hvad skal der for eksempel ske med huse i områder, der ligger på fast grund i dag, men som med nogen sandsynlighed bliver oversvømmede engang imellem om 50 år? Skal vi bygge diger, leve med en større oversvømmelsesrisiko eller flytte bebyggelsen? Nogle af de beslutninger skal træffes, før vi er helt sikre på, hvor stor oversvømmelsesrisikoen ender med at blive. Vi får brug for både investeringer i infrastrukturer og for at ændre adfærd. Hvor den balance skal ligge kan kun afgøres ved aktivt at involvere alle berørte borgere. Det vil kræve studier og pilotprojekter for at anskueliggøre, hvilke muligheder vi reelt har, og for at undersøge folks villighed til at påtage sig forskellige typer af risici. Hvor stor er for eksempel folks betalingsvillighed for at reducere nye risici, der opstår som følge af et fremtidigt usikkert klima.

Effekter af og tilpasning til klimaændringer er som nævnt komplekse problemstillinger, som oven i købet er behæftet med store usikkerheder. Derfor er der behov for nye strategier til at håndtere usikkerhederne. To vigtige elementer i sådanne strategier er:

1 Vi skal lave helhedsvurderinger på tværs af sektorer, fordi der vil dukke typer af problemer op, som vi ikke har været vant til at beskæftige os med. Grundvandsforhold påvirker eksempelvis mange andre sektorer end vandforsyningen. Skemaet viser nogle af dem, vi er opmærksomme på i dag, men flere typer af problemer vil dukke op. Tværsektorielle vurderinger er organisatorisk en stor udfordring, der ikke løser sig selv.

2 Strategier for klimatilpasning bør endvidere være fleksible. Det vil sige, at beslutninger justeres løbende i takt med, at de involverede usikkerheder reduceres. Det indebærer i videst muligt omfang at træffe robuste beslutninger, der tåler at forudsætningerne ændrer sig. Men det indebærer også at igangsætte klimatilpasningseksperimenter med aktiv involvering af alle berørte personer, så vi kan finde ud af, hvordan vi mest realistisk tilpasser os et fremtidigt klima.

Og så skal vi selvfølgelig sørge for, at kommuner og andre, der planlægger langsigtet, får let adgang til det bedste mulige datagrundlag om fremtidige klimaforhold, deres effekter – og ikke mindst usikkerheden på disse vurderinger.

Fremtidens klima

Mange forskellige typer data fortæller os, at Jordens klima altid har varieret. Men der er ingen tvivl om, at vores klima netop nu er i færd med at ændre sig med en hastighed, der ikke er set tidligere. Hvordan ser fremtidens klima så ud? Det kan vi ikke vide præcist endnu. Det afhænger blandt andet af de fremtidige udledninger af drivhusgasser. I grafen ses den beregnede udvikling i Jordens middeltemperatur med udgangspunkt i seks forskellige scenarier for verdenssamfundets udvikling og den deraf følgende beregnede udledning af drivhusgasser. ▶

Naturen/det åbne land – vandmængder

Grundvandsstand	Højere grundvandsstand de fleste steder. Mulighed for lavere grundvandsstand nogle steder.
Vandløb	Højere vandføring og vandstand i vinterhalvåret. Nogle steder mindre vandføring i sommermåneder. Øget oversvømmelser af enge og lavtliggende områder, herunder byer.
Søer	Flere og større søer. Ændrede vandbalancer.
Erosion	Øget jorderosion.
Sne og is	Mindre sne, is og frossen jord.
Arealanvendelse	Ændrede afgrøder, måske høst to gange årligt for visse afgrøder → øget fordampning.
Dræning	Behov for øget dræning, hvis våde områder på dyrkede arealer skal undgås.
Markvanding	Øget behov for markvanding.
Terrestriske økosystemer	Ændret tilstrømning af vand og stof og øget temperatur → økosystem ændringer.
Havvandsstand	Stigning i det globale havvandspejl → øgede oversvømmelser fra havet og ved vandløb tæt på udløb i havet. Øget grundvandspejl i kystnære områder.

Naturen/det åbne land – vandkvalitet

Næringsstofudvaskning	Ændret udvaskning.
Pesticidudvaskning	Ændret udvaskning.
Grundvandsbeskyttelse	Ændret sårbarhed over for grundvandsforurening → behov for revurdering af handlingsplaner for grundvandsbeskyttelse.

Infrastruktur

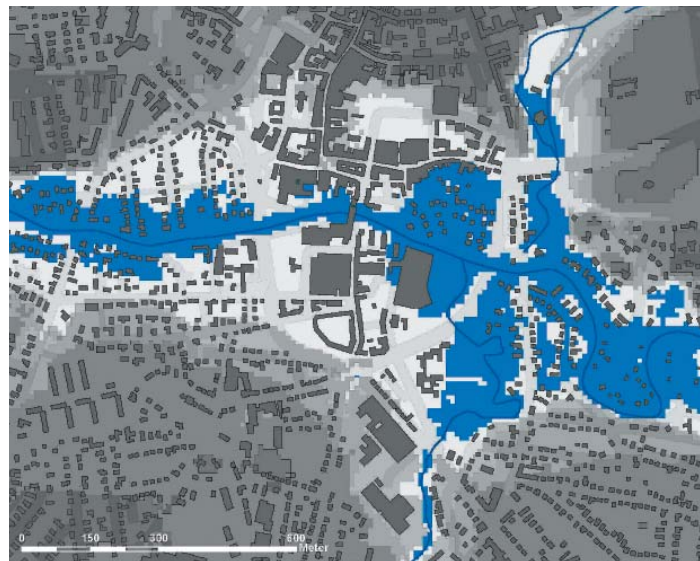
Bygninger	Højere grundvandsstand kan give vand i kældre.
Broer over vandløb	Design skal tilpasses øget vandføring.
Vej	Oversvømmelser på grund af forøget nedbørsintensitet og højere grundvandsstand. Højere grundvandsstand påvirker stabiliteten af fundamenter.
Vandaflledning i byer	Hyppigere oversvømmelser på grund af forøget nedbørsintensitet, højere grundvandsstand og højere havvandsstand.
Diger	De nuværende diger ved havet og langs vandløb er utilstrækkelige.

Skema med eksempler på hydrologiske effekter af klimaændringer.

Fra Vand & Jord, 16(4), side 126, november 2009.



Sikring af sommerhus på Nekselø.
Foto: Bent Andersen.



Kort med oversvømmet areal (blåt) i Holstebro ved en vandstand, som kan forventes cirka én gang i hvert årti. Beregningerne er gennemført for det relativt moderate B2 scenarie for perioden 2071-2100. Bygningerne er angivet med mørkegrå, mens de lysere nuancer af grå angiver terrænhøjden. Mørkere farver symboliserer højere terræn.

Gengivelse fra Vand & Jord, 16(4), side 131, november 2009.

► Hvilke direkte og indirekte klimaeffekter får vi i Danmark?

DMI har beregnet klimaudviklingen i Danmark i løbet af det 21. århundrede for tre af de seks klimascenarier (A2, A1B og B2). På trods af forskellige størrelser af effekterne ved de tre scenarier er der dog visse fælles tendenser. I slutningen af århundredet kan vi således forvente en øget middeltemperatur på 2-3 °C samt en årlig øgning af nedbøren i størrelsesorden 10 procent. Resultaterne viser også, at nedbøren øges væsentlig i vinterhalvåret, mens den i sommermånederne enten vil være stort set uændret eller falde lidt. Samtidig vil fordampningen stige med ca. 10 procent om året, så alt i alt bliver vintermånederne meget vådere, mens sommermånederne bliver mere tørre.

Hvilke effekter i for eksempel vandkredsløbet vil klimaændringerne så medføre? Tendenserne, som de tegner sig i de hidtidige undersøgelser, er skitseret i skemaet. De gennemgående træk ved effekterne er:

(a) et varmere klima med generelt øget grundvandsstand; (b) forstærket sæsonmæssig dynamik og forskel mellem sommer og vinter; og (c) mere ekstreme hændelser i form af for eksempel kraftigere nedbør. En tilpasning til det nye klima vil medføre meget betydelige infrastrukturomkostninger. Det skal understreges, at de undersøgelser, der hidtil er gennemført, ikke har været særlig omfattende. Der vil desuden blive adskillige andre effekter end dem, der er vist i skemaet, herunder givetvis nogle hydrologiske effekter, som vi ikke har regnet på og måske slet ikke tænkt på endnu.

Kortet illustrerer en af de klimaeffekter, som vi kan forvente at se mod slutningen af dette århundrede i området ved Holstebro. Grundvandsstanden kan forventes at stige op til et par meter og Holstebro kan forvente problemer på grund af oversvømmelser fra Storåen. Modelberegninger viser at Holstebro vil få hyppigere og kraftigere oversvømmelser i fremtiden, så oversvømmelser, som dem der forekom i 2000, snarere vil være reglen end undtagelsen om vinteren. En voldsommere oversvømmelse, som modelberegninger antyder, kan forventes at forekomme cirka én gang i hvert årti. De oversvømmede arealer omfatter såvel områder med helårs- og kolonihavehuse som forretningskvarterer.

» Vi er ærlige om det vi tror

Klimaændringerne vil som nævnt ovenfor give nogen ændringer i temperaturen, vandbalancen og vandspejlsforholdene. Derudover vil der være en række indirekte effekter, som også skal tænkes med. Det gælder for vandforbrug, teknologisk udvikling og befolkningsudvikling. Disse trends skal tænkes ind i designet af de fremtidige scenarier, således at det ikke kun er effekterne af de direkte klimaeffekter, der vurderes på. Indirekte effekter på for eksempel den tilgængelige grundvandsressource, vandforbrug og vandknaphed bør også inkluderes i vurderingen af det samlede systems kapacitet, robusthed og hårdførhed over for klimaændringer.

Hvad er usikkerhederne på vores modelberegninger?

Der er en lang kæde af usikkerheder på vores forudsigelser af, hvilken indflydelse fremtidige klimaændringer får på vores omgivelser. Grafen illustrerer de to første led i kæden: hvor stor bliver den fremtidige udledning af drivhusgasser og hvor stor usikkerhed er der på klimamodellernes beregninger? Vi kunne nævne en lang række yderligere usikkerhedskilder. De fleste igangværende klimaforskningsprojekter forsøger netop at kvantificere og reducere disse usikkerheder. På trods af disse igangsatte forskningsprojekter er der dog ingen tvivl om, at vi skal blive bedre til at håndtere usikkerheden og bedre til at indrette os i forhold til blandt andet planlægningen af klimatilpasningen på infrastrukturområder. Det er et faktum, at vi får markante klimaændringer, og der er heller ingen tvivl om, hvilke overordnede tendenser vi får at se. Men det er usikkert præcist hvordan, hvornår, og hvor voldsomt det nye klima gør sit indtog.

Mange af effekterne viser sig gradvist i løbet af nogle årtier. Vi har derfor god tid til at forbedre vores beregningsmetoder. Usikkerhedsvurderinger er væsentlige i denne sammenhæng, både for at kunne kvalificere vores viden om klimaeffekterne og for bedst muligt at kunne prioritere, hvor det er vigtigst at forbedre vores vidensgrundlag med ny forskning, information og nye eksperimenter.

Det umuliges kunst



Kirsten Halsnæs
Centerleder, Risø,
Danmarks Tekniske Universitet

Klimatilpasning er det “umuliges kunst”. Det er svært præcis at forudsæ klimaændringernes størrelse og karakter og hvornår de indtræffer. Disse usikkerheder gælder også i høj grad klimatilpasning i Danmark, så hvorfor egentlig beskæftige os med det?

Først og fremmest hænger vi jo allerede på problemerne. Klimaændringerne er resultatet af udslip af menneskeskabte drivhusgasser i de sidste hundrede år, og udslippene fortsætter som følge af energiforbrug, landbrug, industri, transport med mere. Klimaændringerne fortsætter længe efter drivhusgasudslippene som følge af den megen inert i klimasystemet – også selv om vi bremser hårdt op nu med meget store drivhusgasreduktioner.

Rigtigt mange af vores store investeringer er klimafølsomme. Byggerier af broer, veje, jernbaner og anden infrastruktur indebærer dimensionering i forhold til nedbørmængder, ekstrem regn, vandstand, storme og også temperaturforhold. En række vejrbetingede skader har allerede vist sig i de senere år som oversvømmelser af veje og viadukter og undergravning af jernbanespor af stærk nedbør. Lokale boligområder har været oversvømmede i kystnære områder og ved underdimensionerede kloaksystemer. Samtidig har hedebølger plaget et stort antal ældre og svagelige mennesker.

Vi kan ikke i dag bevise, at disse vejrrelaterede gener er et resultat af klimaændringer, men de er en vigtig øjenåbner for, hvad vi kan vente os fremover. Så det kunne være værd at tænke fremad, og på forhånd klimatilpasse samfundets aktiviteter. Det betaler sig at klimasikre vores beslutninger.

Der er desværre ikke noget enkelt svar på, hvor meget det så kan betale sig at investere i klimasikring. I regnestykkets klimadel er der ingen anden mulighed end at arbejde med en række scenarier for fremtidens temperatur, nedbør og vind og deres tidsmæssige variation. Så er det muligt gennem traditionel økonomisk analyse at vurdere, hvad det så koster at tage højde for risikoen ved klimapåvirkningen. Det kan for eksempel være vurderingen af et nyt kloaksystem, hvor viden om vandtilførsel og nedbørmønstre er nært knyttet til klimaet. Her er det muligt at beregne prisen for at øge systemets dimensioner, og sætte prisen i forhold til, hvor ofte en given oversvømmelse kan forventes at ske og dens mulige skader.

Der er bemærkelsesværdigt stille omkring klimatilpasning i Danmark – faktisk larmende tavshed. Som økonom sætter det mig på sporet af, at nogle nok er bekymrede for at få regningen ved klimatilpasning frem i lyset. Det kunne jo vise sig, at bestemte områder i Danmark måske vil få en masse omkostninger ved kystsikring og oversvømmelser, mens andre går helt fri. Det kunne også vise sig, at allerede planlagte, store investeringer i broer, havne, veje, jernbaner eller nye byområder måske skulle gentænkes og kunne blive dyrere end forventet. Ak ja, det kan da godt være – men der er nok ingen tvivl om, at det bliver endnu dyrere bagefter at reparere færdige projekter end at tage fat i klimatilpasning nu. Så vi må ud af busken, ellers ender det som med Strudsen Rasmus i Jørgen Clevins børnebog, der stak hovedet i busken, blev fanget og vågnede op i et bur i Zoologisk Have.

» Der er bemærkelsesværdigt stille omkring klimatilpasning i Danmark – faktisk larmende tavshed



DMI's supercomputer (Cray-XT5) består af 4096 kerner og har 8 TB hukommelse. Det samlede filsystem udgør 110 TB. Supercomputeren, der kører fremtidens klimamodeller, har dermed en computerkraft, der svarer til 3.500 almindelige, moderne computere.

Foto: DMI.

Store klima

Præcise klimaprognoser for Danmark for de nærmeste årtier har lange udsigter. Men forskerne kan beregne de mest sandsynlige klimaændringer.

Danmark vil vi – som mange andre – gerne have svar på klimaets udvikling i vores eget land; og gerne med en præcision, der tilgodeser de fleste behov for lokal planlægning – ja endog for den enkelte kloak.

Vi vil også gerne vide noget om klimaændringernes konsekvenser for frekvensen af kaosskabende vejrhændelser som stormflod, ekstremnedbør, sommertørke og snestorme.

Endelig kunne de, der skal træffe beslutninger om investering i klimatilpasning, naturligt nok også have glæde af projektioner, der beskriver klimaændringernes omfang inden for de nærmeste 10 til 20 år. Et eller to årtier er som bekendt et meget langsigtet perspektiv for en politisk beslutningsproces.

Omverden forventer med andre ord mere præcise forudsigelser af fremtidens klima og af klimaændringernes mange konsekvenser for menneskeheden. Det stiller klimaforskerne over for betydelige udfordringer.

Modelberegninger

Da vi desværre ikke kan se ind i fremtiden, bygger vores beskrivelser af fremtidens klima på modelberegninger. Alle modeller bygger på nogle forudsætninger, som bestemmes af de variabler, der indgår i modellerne. Jo flere relevante forhold modellen tager hensyn til og jo bedre de enkelte variabler er beskrevet og forstået, desto mere troværdig bliver modellen.

Men når det drejer sig om at opnå præcis information om klimaændringer på en bestemt lokalitet, er der til trods for modellernes stadigt voksende troværdighed mange faktorer som bidrager til, at usikkerhederne på de konkrete forudsigelser er betydelige. Selvom den globale temperatur stiger, er opvarmningen ikke fordelt jævnt over hele Jorden. Det gør det svært med dagens metoder at bestemme ændringerne i et mindre, afgrænset område. Det gælder i endnu højere grad for nedbørsændringer, vandstandsstigninger og frekvensen af ekstremt vejr.

På samme vis rejser ønsket om klimaprognoser, der beskriver en kortere periode, andre udfordringer. Vi benytter vejrudsigten, når vi vil vide, hvad der sker i morgen eller om en uge. Hvis vi vil vide, hvad der sker om 50-100 år, kan vi forholde os til klimascenarierne. De tegner med en bred pensel et billede af, hvad vi kan vente os.

Men at vurdere hvad der sker i løbet af de næste 50 år er vanskeligt. En vurdering afhænger både af hvor nøjagtigt vi kan beskrive klimaudviklingen hidtil og kræver samtidig et detaljeret kendskab til den menneskelige påvirkning af klimaet i tiden fremover. Et helt nyt forskningsfelt er ved at udspringe af denne erkendelse. Derfor er der en lang vej igen, før vi får de præcise klimaprognoser for de næste årtier for Danmark, som samfundet efterspørger. ▶

forventninger til forskerne

Vandstanden i Danmark – et studie i mange usikkerheder

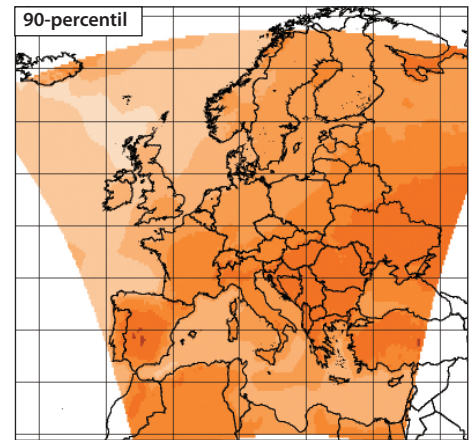
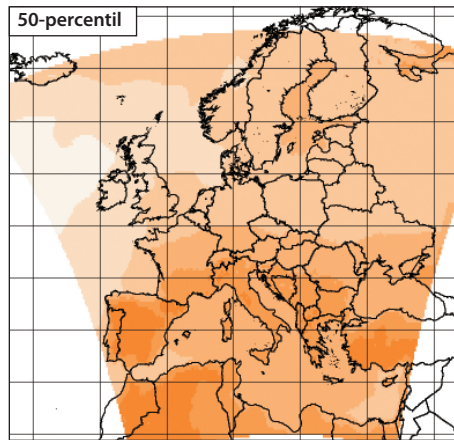
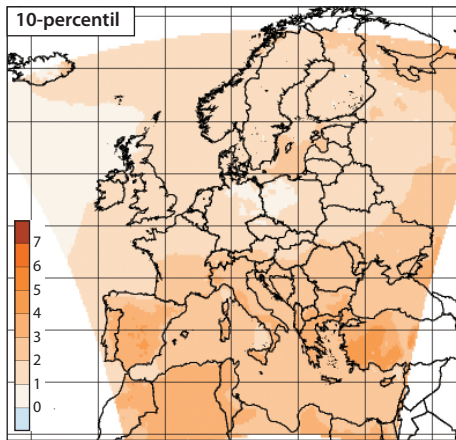
Danmark står med sine mange kilometer kystlinje over for store udfordringer, når det gælder tilpasning til ændringer i havniveauet. Det globale havniveau stiger som følge af en varmeudvidelse af havet samt afsmeltning af gletsjere og iskapper. Ændringer i havniveauet er med andre ord en konsekvens af klimaændringerne og i mindre grad et element i forståelsen af selve klimasystemet. Den internationale konference "Global Risks, Challenges and Decisions" i marts 2009 har i sin konklusion for nyligt vurderet de globale havniveauøstigninger til at blive omtrent dobbelt så høje som IPCC's fremskrivninger fra 2007. Disse vurderinger er fortsat baseret på mangelfuld viden om, hvordan de store iskapper i Grønland og Vestantarktis reagerer på opvarmningen.

Forskning i iskappernes dynamik er en vigtig brik i forståelsen af deres bidrag til vandstandsstigningen. Det er i dag den største ubekendte i regnestykket. Vi ved reelt set ikke hvor meget vandstanden kommer til at stige 200-300 år længere frem i tiden, men det kan ikke udelukkes, at den vestantarktiske iskappe måske kan bryde sammen ved en tilstrækkelig kraftig global opvarmning, med en stor stigning til følge. Over de næste årtier er der dog ingen udsigt til vandstandsstigninger over nogle få millimeter om året.

Langs de danske kyster beror ændringer i havvandsstanden særligt på forhold som skyldes bidrag fra:

- En global vandstandsstigning
- En regional effekt på grund af ændringer i havstrømme (især Golfstrømmen i Nordatlanten) og gravitationsændringer på grund af ændret temperatur og salinitet
- En lokal effekt på grund af et ændret vind- og lufttryklima
- Vertikale landændringer

Vi har i dag kun et skønsmæssigt indtryk af de enkelte parametres bidrag til ændringer i vandstanden omkring Danmark, da der endnu ikke findes et tilstrækkeligt grundlag for egentlige beregninger.



Temperaturkort med angivelse af tre forskellige percentiler – en 10-percentil, en 50-percentil og en 90-percentil. Percentilerne er udtryk for henholdsvis et laveste, et centralt og et øvre estimat for ændringen i sommertemperaturen i Europa midlet over perioden 2070-2099 i forhold til 1961-1990 ud fra A1B-scenariet.

Kilde: ENSEMBLES 2009.

► Bedre klimamodeller

Selvom vi ikke kender den nøjagtige fremtidige temperaturudvikling i Danmark, kan man ved hjælp af en såkaldt ensemble-teknik beregne de mest sandsynlige klimaændringer ud fra flere uafhængige modelberegninger. Med denne teknik får vi temperaturkort med tre forskellige percentiler: en 10-percentil, en 50-percentil og en 90-percentil.

Percentilerne er udtryk for henholdsvis et laveste, et centralt og et øvre estimat for temperaturudviklingen, her illustreret for hele Europa. Det illustrerer usikkerheden forbundet med beregningerne af fremtidens temperaturer.

Vekselvirkninger og klimatilpasning

De modeller, vi anvender i dag, har langt fra fuldstændige beskrivelser af vekselvirkningerne mellem oceanerne, atmosfæren, iskap-

perne og de hydrologiske kredsløb. En god forståelse af disse vekselvirkninger er imidlertid en forudsætning for at kunne beskrive vigtige tilbagekoblingsmekanismer mellem de forskellige klimakomponenter. Det giver igen et bedre grundlag for at kunne beregne de tærskelværdier, som synes at være vigtige at kende for at kunne beskrive risiciene for en acceleration i klimaets udvikling set i forhold til de beskrivelser, vi læner os op af i dag.

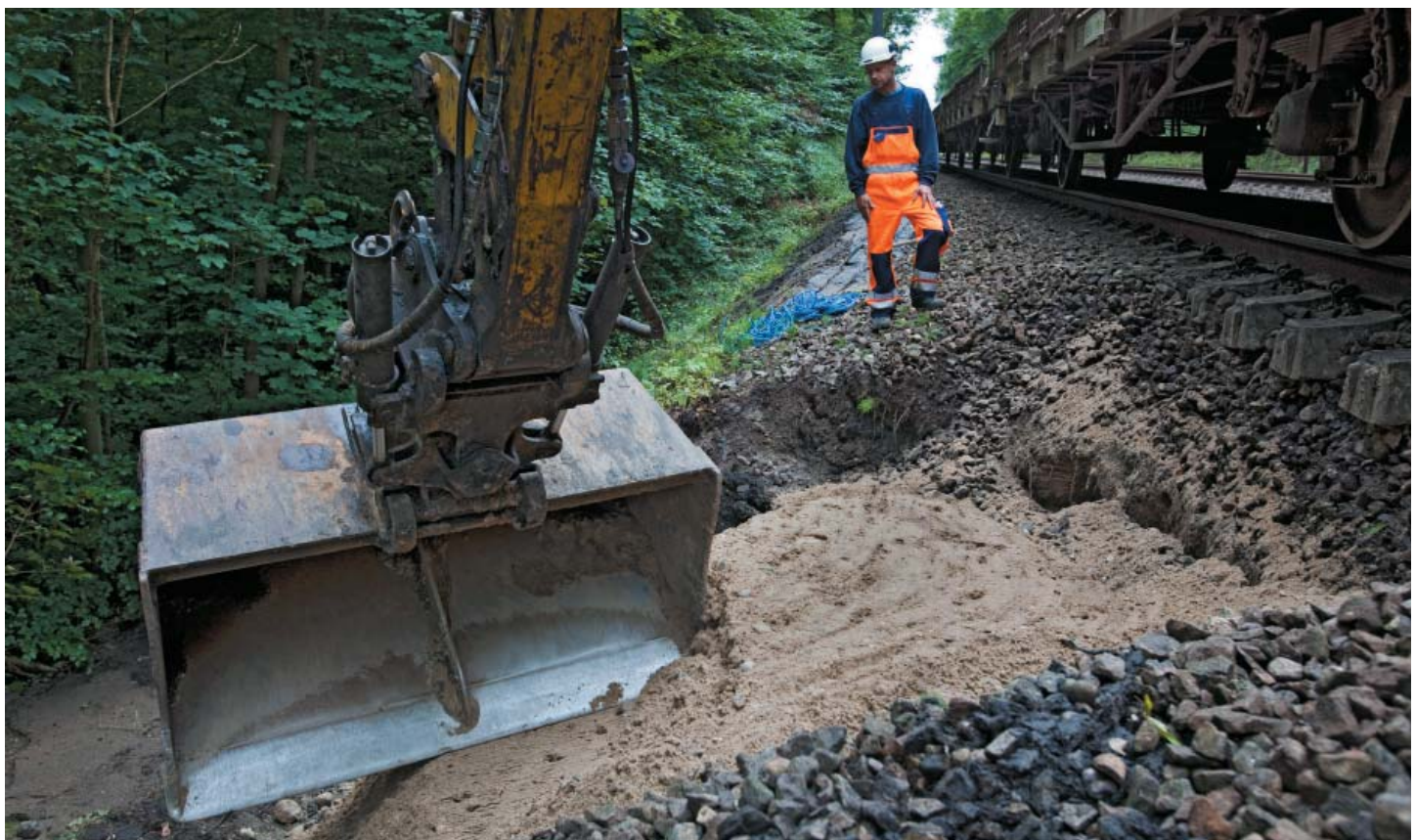
Kulstofkredsløbet er for eksempel et område, hvor vi i dag har en utilstrækkelig beskrivelse af væsentlige processer i klimamodellerne. Indholdet af drivhusgasser i atmosfæren påvirkes af kilder og dræn i havene og på landjorden. Eksperimenter med modeller, der tager disse processer med på en simpel måde, peger på, at vores nuværende beskrivelse af fremtidens klima er utilstrækkelig. Result-

taterne peger videre på, at de nuværende estimater af den globale temperaturstigning kan være én til to grader for små (afhængig af det valgte udslipscenarie), når man ignorerer disse processer. Det er en stor udfordring at få disse forhold med i klimamodellerne.

Klimaforskernes modeller integreres i stigende grad i andre modelbeskrivelser der ligger til grund for samfundets beslutninger om klimatilpasning. Derfor er der også behov for en forskning og udveksling af viden, der går på tværs af de klassiske forskningsområder som natur, samfund, sundhed, teknik og humaniora, og i mange sammenhænge også inddragelse af samfundets aktører.

Dæmningskred på Kystbanen syd for Rungsted efter skybrud august 2010.

Foto: Christoffer Regild, Banedanmark.





Mogens Henze
 Institutdirektør, DTU Miljø,
 Danmarks Tekniske Universitet

Danmark har et stærkt udgangspunkt inden for teknologi til klimatilpasning. Specielt inden for vand har Danmark siden 1970'erne været blandt de førende lande til at udvikle både teknologier og modeller for håndtering af vand. Den viden bør videreudvikles for at sikre, at dansk erhvervsliv kan levere både tekniske og administrative systemløsninger på tilpasning til klimaændringer overalt i verden.

Innovation sker i virksomheder, på universiteter og mange andre steder i samfundet. Vi har i Danmark gennem lang tid haft et godt samarbejde mellem erhvervsliv og universiteter især inden for udvikling af vandteknologier. Netop nu ser vi så de første forsknings-, innovations- og demonstrationsprojekter inden for klimatilpasning, hvor også de offentlige institutioner og forsyningselskaberne deltager i samarbejdet. Den type samarbejde fremmer udvikling og afprøvning af nye teknologier, forvaltningsmodeller og planlægningsværktøjer, der ikke kun ser på udfordringen sektorvis, men nok så vigtigt også vurderer mulighederne og konsekvenserne ved de forskellige løsninger for de øvrige sektorer.

Det er i høj grad de offentlige myndigheder og befolkningen, som kommer til at drive gennemførelsen af klimatilpasning. Her bliver de danske samarbejds erfaringer vigtige at bygge videre på: ikke kun for at løse egne problemer men også for at kunne fastholde et forspring og med det placere sig i en eksportmæssig styrkeposition. I dag gælder det især inden for løsninger til klimatilpasning af vandinfrastrukturen, men andre områder har også et stort potentiale forudsat mulighederne for forskning, udvikling og uddannelse er til stede.

Udsyn og innovation styrker eksporten

Vi har en række konkurrencedygtige internationale uddannelser blandt andet inden for "Environmental Engineering" hvor også erhvervsforskeruddannelserne har gode vilkår. Dette giver os et godt udgangspunkt for at være med i den fremtidige udvikling. På vandområdet eksporterer vi vores viden inden for spildevandsrensning til store dele af verden, men det sker i skarp konkurrence fra især Holland.

Her har man i over 50 år uddannet ingeniører fra en række udviklingslande. Siden 1957 er i alt 14.000 studerende fra udviklingslande vendt hjem med en mastergrad fra UNESCO-IHE Institute for Water Education i Delft og med grundig viden om vandforvaltning og vandteknologi. Det gavner eksporten fra hollandske vandvirksomheder ganske betydeligt. Tilsvarende initiativer kunne også få stor betydning for den danske eksport af vandteknologi og anden knowhow. Men det kræver en målrettet og langsigtet forsknings- og uddannelsesmæssig indsats, der ikke må hæmmes af forhold som eksempelvis den betaling, der i øjeblikket kræves af studerende fra udviklingslande, der ønsker at følge en masteruddannelse ved de danske universiteter. Det er muligt, at det koster på den korte bane at investere i internationale studieprogrammer. Men når det gælder løsninger på klimaproblemet, der stede får større og større samfundsmæssig bevågenhed, kommer investeringen igen i form af eksportindtægter og godt bistandsarbejde.

» Det koster på den korte bane at investere i internationale studieprogrammer

August 2010 vil ligesom juli 2007 blive husket for usædvanlige nedbørsmængder. Klimaændringer er ikke kun noget med brande i Rusland og oversvømmelse i Pakistan. Det er her i Danmark – og det er nu.

Klimaændringer kræver klimatilpasning. Spørgsmålet er nu, om kravene om politisk handling blot vil føre til større kloaker, eller om der bliver tale om en mere visionær og fremsynet tilgang?

Klimatilpasning er ikke gratis. Investeringer i klimatilpasning skal derfor være smarte og tænkes sammen med, at der for eksempel i forvejen er et kloakefterslæb i Danmark, at vejnettet skal udbygges, at bygninger i de gamle bykerner renoveres. Klimatilpasningen skal udføres med rettidig omhu og sikre at samfundets infrastruktur er robust overfor forandringerne.

Klimatilpasningen skal endvidere ses i lyset af, at den økonomiske udvikling i den offentlige sektor tilsiger et permanent underskud på de offentlige budgetter i adskillige årtier fremover, hvilket betyder, at vi skal have mere og smartere for mindre. Intelligente investeringer skal føre til bedre løsninger til lavere driftsudgifter.

Hvis klimaudfordringen i Danmark tackles fornuftigt, vil det ikke kun give mere fordelagtige løsninger for samfundet. Det vil samtidig understøtte dansk erhvervslivs vækst og konkurrenceevne og give mulighed for at realisere det enorme eksportpotentiale, der findes. Alene det globale vandmarked er af den schweiziske investeringsvirksomhed SAM anslået til at være på 480 mia. dollar i 2010 og med en forventet årlig vækst på over 6 procent i de næste 5 år, hvilket er over gennemsnittet af samtlige brancher.

Danske virksomheder besidder vigtige kompetencer på dette område, og den globale efterspørgsel er der også. Den globale infrastruktur vil være endnu mere presset end den danske, så der er store perspektiver i at være først med løsningerne. De største investeringsbehov vil komme indenfor blandt andet afsaltnings, avancerede membranrensningsteknologier og spildevandshåndtering.

Udford m kon gev



dring ed tant inst

Det er naturligvis det private erhvervsliv, der til fulde skal udnytte mulighederne for eksport og vækst. Men den offentlige sektor er en central drivkraft i udviklingen af nye løsninger. Erhvervslivet skal i samarbejde med videninstitutionerne udvikle løsningerne, mens det offentlige skal være den kompetente rekvirent med fokus på kvalitets- og funktionskrav samt anlægs- og driftsøkonomiske rammer. Vejen til dette går gennem følgende:

En national strategi. Opgaven med at ruste infrastrukturen til voldsommere nedbør udfordrer alle niveauer i samfundet. Der er brug for en national strategi, der sikrer en klar arbejdsdeling, præcise mål, entydige normer og nationale standarder for dimensionering så det ikke alene overlades til virksomheder og kommuner at fastlægge de overordnede prioriteringer i forhold til fremtidens klima.

Et opgør med silotænkningen. Klimatilpasningen skal finde sted både i byerne og i det åbne land. Byerne med deres avancerede bysystemer og tæthed giver mulighed for at kombinere dette med kvalitetsforbedringer for borgerne. På landet kan regnvandsløsninger, landbrug og natur samtænkes. Det kræver dog en systemisk og helhedsorienteret betragtning. Dette kræver en betydelig forøgelse af tværgående samarbejder. På tværs af stat og kommuner, over kommunegrænser og på tværs af forvaltninger. Kommunerne er den drivende kraft i at omsætte de statslige målsætninger, f.eks. i vandplanerne, til en kommunal indsats, som i mange sammenhænge udføres af forsynings-selskabet. I denne sammenhæng skal den kommunale indsats tilrettelægges i samarbejde med andre kommuner: vandet følger sjældent kommunegrænserne.

Belasteren betaler. Betalingsvedtægterne for spildevandsrensning bør ændres. Det skal være et omkostningsægte betalingssystem, forstået på den måde, at den udgift man belaster systemet med ved

Rensning af separeret regnvand – i bassin etableret i Odense. Anlægget er etableret i 2007 forbindelse med EU Life-treasure projektet. Alle tekniske installationer er underjordiske, derved bidrager anlæggene samtidig til oplevelsen af områderne som naturskønne. I det indskudte billede ses det nyanlagte anlæg. For yderligere information se: www.life-treasure.dk
Fotos: Asbjørn Haaning Nielsen.

Hanne Møllegaard Sundin, DI Videnrådgiverne og
Henrik Dissing, DI Miljø

sin udledning afspejler sig i, hvad man betaler. I dag er udledning af regnvand til kloakken derimod gratis for udleder, hvilket ikke er befordrende for at tænke sig om og gøre brug af nye smarte løsninger og teknologier. Det er vigtigt, at de reviderede regler skaber incitament til at vælge og udvikle de rigtige metoder såvel miljømæssigt som samfundsøkonomisk.

Intelligente offentligt indkøb. Virksomheder trængt af den økonomiske krise har brug for tydelige markedssignaler for at turde investere i nye teknologier. Den offentlige sektor står for en betydelig andel af markedet for grønne produkter og services og kan netop derfor skabe et perspektivrigt markedstræk. Dette kræver to ting: For det første skal det offentlige i højere grad være i dialog med leverandørerne om ønsker til fremtidige leverancer. Det kræver klare målsætninger og budgetsatte midler at gøre en sådan dialog troværdig. Fælles offentlig-private udviklingsprojekter og partnerskaber kan føre til kvalitetsløft for offentlige løsninger, men samarbejderne skal indrettes, så de også gavner virksomhedernes innovationsprocesser, herunder det økonomisk udfordrende markedsmønstersforløb. Det stiller krav til formuleringerne af de offentlige udbud. Her kan forskellige modeller bringes i spil såsom de innovationsfremmende udbud, der retter sig mod idéfasen og udbudsformer der fokuserer på funktionskrav frem for specifikationskrav.

Der er behov for at udvikle værktøjer til det offentlig-private samarbejde. Innovationskonsortiet "Vand i Byer" med 70 deltagere fra virksomheder, forskning og offentlige enheder er et meget fint initiativ, der over dets 5-årige horisont vil bringe os betydeligt tættere på et koncept for smart styring af vandressourcerne i byerne. Samtidig er Gate 21, der primært omfatter en række kommuner i Hovedstadsområdet, et godt eksempel på et samarbejde mellem offentlige enheder, der både sigter mod kvalitetsløft indenfor miljø, energi og klimaområdet, men samtidig har til formål at skabe nye jobs i cleantech-sektoren.

Klimaændringerne rummer store udfordringer og risici, og klimatilpasning er uomgængeligt. Men klimatilpasning rummer også store muligheder for et fremtidssikret dansk samfund og for eksportmuligheder for dansk erhvervsliv. At udnytte disse kræver dog et godt offentlig-privat samspil med fokus på både pris og innovation.

Landbruget – muligheder og trusler

De varslede klimaændringer vil sætte den globale fødevarerproduktion under betydeligt pres. Vi kommer til at se store negative effekter i de tørre og varme områder, hvor yderligere varme og tørke vil medføre store udbyttefald; inden for EU kommer dette også til at gælde for store områder i Syd- og Østeuropa. Dansk landbrug vil i sammenligning hermed være gunstigt stillet.

Klimaændringer får en række direkte effekter på landbruget. Paradoksalt nok vil mere CO₂ i luften gavne plantevæksten, da CO₂ er planternes kilde til kulstof. På samme vis forventer vi også, at ændrede temperatur- og nedbørsforhold overvejende gavner mulighederne for planteavl og fremmer husdyrenes trivsel i Danmark; om end erhvervet må forberede sig på, at mere ekstremt vejr som tørke, skybrud og stormhændelser også vil medføre nye omkostninger i form af tab eller udgifter til afværgeforanstaltninger.

Andre forhold vil indirekte påvirke fremtidens landbrug. Det drejer sig om ændringer i jordens kvalitet, udvaskning af næringsstoffer som kvælstof og fosfor, mere erosion og i nogle områder et højere grundvandsspejl samt flere problemer med ukrudt, sygdomme og skadedyr i produktionen og dermed risiko for et større forbrug af pesticider. Hertil kommer hensynet til andre sektorerers interesser i det opdyrkede land. På nogle arealer vil det sandsynligvis betyde at det vil være mest hensigtsmæssigt at gå bort fra den intensive landbrugspraksis eller helt opgive den landbrugsmæssige udnyttelse til fordel for andre formål. Der er med andre ord tale om komplekse samspil, hvor vi i dag langt fra kender alle muligheder og konsekvenser for landbruget.

Højere temperaturer åbner helt nye muligheder for de danske landmænd. Men ny viden og eksperimenter er nødvendige for at sikre udbyttet af klimaændringerne.

Landbrugserhvervet har igennem tiderne været vant til løbende tilpasninger til ændrede produktionsformer og nye krav om for eksempel miljøhensyn. Landbruget er da også i gang med at udnytte de muligheder, det varmere sommervejr vi oplever allerede i dag giver. Det ses blandt andet på de flere tusinde hektar landbrugsjord i det sydlige Danmark med majs, der i dag anvendes til foder i svine- og kvægbrug; i øvrigt efter samme praksis som på de intensive kvægbrug i Tyskland og Holland. Bliver temperaturerne 2-3 grader højere, vil vi se helt nye frø-afgrøder som solsikke og sojabønne og derudover få en længere vækstsæson for grønsager på friland og dermed en større selvforsyning af disse samt endeligt få gode vilkår for lokal, dansk vinproduktion. Et varmere klima vil også gøre en række flerårige bioenergi-afgrøder (for eksempel elefantgræs) mere ydedygtige, hvilket kan styrke dansk landbrug som producent af bioenergi.

Selvom det tegner lovende for dansk landbrug, handler det fortsat om at sikre en løbende udvikling af erhvervet. Her er ny viden, erfaringsopsamling og mulighed for eksperimentel afprøvning af alternative dyrkningsformer, nye afgrøder eller nye sorter af kendte afgrøder vigtig. Vi forventer for eksempel, at de kendte sorter inden for en række enårige afgrøder som korn, raps og kartofler vil give landmanden et reduceret udbytte, fordi en temperaturstigning modner afgrøden tidligere og dermed reducerer længden af den aktive vækstperiode. Ud over mindre udbytte giver det også en længere periode i efteråret med bar jord og dermed et større behov for at dyrke efterafgrøder som græs eller olieræddike, der kan binde de overskydende kvælstofmængder og dermed forhindre næringsstofudvaskningen i efterårs- og vintermånederne.

Illustration: Solveig Lee.







Skovbruget

– mere løv, færre nåle



Naturnær skovdrift er et godt bud på driften af Danmarks skove i fremtidens klima, der vil sende mange nåletræer på pension.

J. Bo Larsen, Skov & Landskab, Københavns Universitet

Når vore børne- og oldebørn engang om mange år tager deres familier med ud i skoven, vil det blive til en forandret skov. Det vil være en skov, der for alvor har mærket konsekvenserne af de stigende temperaturer, den mindre mængde sommerregn og de kraftigere storme, som FN's klimaeksperter forudsiger, vil ramme Danmark.

Det er først og fremmest rødgranen og sitkagranen, der vil få problemer med at tilpasse sig et varmere klima med kraftigere storme og mindre sommernedbør. Da disse to arter dækker over en fjerdedel af det danske skovareal og samtidig udgør ryggraden i skovens vedproduktion, er situationen alvorlig.

Gennem de seneste år har vi allerede set eksempler på, hvordan nogle af de udsatte træer reagerer på vejr-situationer, der i fremtiden vil blive mere og mere almindelige. I begyndelsen af 1990'erne havde vi en række milde vintre, der resulterede i de såkaldte "røde rødgraner", og under den voldsomme storm i december 1999 gik det hårdt ud over vore nåletræer.

Det er afgørende, at vi allerede i dag arbejder på at klimasikre skoven, da produktionen i skovbruget er meget langsigtet – nåletræarterne dyrkes i 50 til 80 år og løvtræerne op til 150 år. De træer, vi planter i dag, skal således kunne vokse og være sunde om 100 år, når klimaændringerne forventes at være slået fuldt igennem.

Det bliver nødvendigt at nedtone brugen af nåletræarterne i fremtidens skovbrug. I stedet skal der sættes mere på løvtræer, som generelt er mere robuste over for klimaændringer og bedre klarer storme, som optræder i vinterhalvåret, hvor løvtræerne har kastet bladene – i sejlerjargon "rebet sejlene" før stormen.

Den skovdrift, der bedst muligt tilpasser skoven til fremtidens klima, er i stor udstrækning identisk med principperne for den såkaldte "naturnære skovdrift". Det er en dyrkningsform, der sigter mod at undgå renafdrifter (dvs. rydning af skoven over større flader), således at skoven forynges naturligt i de huller, der opstår i takt med, at enkelttræer eller trægrupper modnes og fældes. Den naturnære skovdrift arbejder således med blandinger af træarter i forskellige aldre i modsætning til plantageskovens ensaldrende monokulturer. Den vil også indeholde en større andel hjemmehørende, klimarobuste løvtræarter. Et "biprodukt" af den klimatilpassede og naturnære skovdrift er en mere varieret og oplevelsesrig skov der giver bedre forhold for skovens dyr og planter – til gavn for biodiversiteten i økosystemet.

Naturskov ved Mariager fjord.

Foto: N. Sloth, Biopix.dk.



Niels Bent Johansen
Udviklingschef,
Københavns Energi

Jan Rasmussen
Miljøinspektør,
Københavns Kommune

BÆREDYGTIG PLANLÆGNING

Samfundets klimaforsikring

Klimatilpasning er teknisk set en banal affære. Allerede i dag dimensioneres tekniske anlæg ud fra klimatiske parametre – disse skal blot ændres, nye dimensioner udregnes og anlægget bygges eller ombygges. Dette kan gøres ad hoc efterhånden som infrastrukturen trænger til renovering, eller byen ombygges og udvides.

En sådan fremgangsmåde vil for eksempel betyde, at kloakrørene skal lægges om i stadigt større størrelser efterhånden som nye prognoser viser klimaudviklingens stigende nedbør. Da kloakrør har en levetid på mindst 100 år bliver man nødt til at lægge meget store rør, selvom behovet nu og de næste måske 50 år ikke er så stort. Man skal altså nu afholde meget store udgifter som man først høster gevinsten af om 100 år.

Alternativt skal klimatilpasningen tænkes ind i en langsigtet, bæredygtig planlægning. Den bæredygtige planlægning er fleksibel, tager miljø- og energihensyn og giver værdi for borgerne på kort såvel som lang sigt (se punkttopstilling). Men en langsigtet, bæredygtig planlægning kan ikke gennemføres isoleret inden for sektorerne. Den kræver en tværfaglig tilgang og inddragelse af alle aspekter af fremtidsplanlægningen i et samfund. Klimatilpasning bør blive en væsentlig del af by-, kommune- og regionalplanlægningen. Det stiller store krav til samarbejdet for eksempel i en kommune. Alene at få nedbrudt de traditionelle grænser mellem forvaltningerne er en udfordring. I Københavns Kommune har man haft stor succes med at udvikle og beskrive grønne løsninger og afholde kurser for medarbejdere i alle forvaltninger, så løsningerne kan indtænkes på rette tid og sted.

I august i år faldt der voldsom regn over København, Nordsjælland og Midtjylland. Det var en regn som måske kommer én gang hvert 100 år.

En sådan regnmængde er ingen systemer dimensioneret til at kunne håndtere. Om 100 år vil en så voldsom regn opleves måske hvert 20 år. Vi skal derfor i planlægningen allerede i dag finde løsninger så skaderne i fremtiden minimeres. I Københavns Energi og Københavns Kommune tænker vi allerede en række konkrete tiltag ind i den bæredygtige løsning på denne enorme udfordring.

Vi kan gøre en indsats for at reducere afstrømningen ved at tilbageholde regnen dér hvor den falder. Så kan vandet opsamles og senere nedsives eller afledes til kloaknettet når der er ledig plads. Ved mindre regn er dette nok til at forhindre oversvømmelser og ved større regn bidrager det væsentligt til reduktion af oversvømmelserne. Grønne tage, lavninger i det lokale terræn, fjernelse af fliser og andre befæstede arealer kan være løsningen. Vejenes afvanding nytænkes, så der er mere plads til vandet uden oversvømmelse af vejen.

Vandets strømning i byen planlægges, så overskydende vand ledes til områder hvor skaderne vil være mindst. Dette vil sige, at de områder der oversvømmes er forberedt for oversvømmelser. Dette vil typisk være byens grønne områder – men også lokale lavninger på vejene kan anvendes; en afbrydelse af trafikken i nogle timer er ikke så kostbar som oversvømmelse af bolig- og erhvervsområder. Byens afløbssystem gøres samtidig "intelligent", så man med styring af vandets strømning i ledningerne udnytter kloakkernes volumen og kapacitet maksimalt.

Der etableres flere grønne områder i byen, som hovedsagligt tjener til rekreativ anvendelse, men også kan håndtere overskydende vand som ledes dertil. Ligeledes overvejes det at genetablere åbne vandløb eller anlægge nye kanaler i byens landskab.

Slutmålet for den bæredygtige og klimatilpassede planlægning er, at borgere og virksomheder får opfyldt deres berettigede krav til en by med en infrastruktur som er grøn, sikker og billig.

Eksempler på mål og virkemidler i en langsigtet bæredygtig klimatilpasset planlægning:

- Materialer skal have mindst mulig negativ virkning på miljøet
- Driften skal kunne gennemføres med så lavt energiforbrug som muligt
- Strukturen i anlægget skal være fleksibel, så det uden voldsomme omkostninger kan tilpasses en ændret udvikling
- Mål og virkemidler skal give værdi ikke alene overfor klimatilpasningen, men også umiddelbart her og nu for de borgere og virksomheder som berøres, med respekt for den byudvikling man lokalt har vedtaget.
- De skal kunne give afsæt for en lokal beskæftigelse
- De skal baseres på en afvejning af omkostningerne ved virkemidlerne mod omkostningerne ved de skader som fremtidens klima vil forårsage
- De skal involvere alle aktører og klart definere roller og ansvar for disse
- De skal give borgere og virksomheder den nødvendige tryk til at gennemføre deres daglige virke uden bekymring for konsekvenserne af store katastrofer.

» Klimatilpasning bør blive en væsentlig del af by-, kommune- og regionalplanlægningen

Byggeri

*med anlæg for
klimasikring*

Det byggede miljø er en helt central faktor i danskernes økonomi, og værdierne skal sikres gennem tilpasning til et ændret klima. Men det kræver ny viden på mange områder.



Boligfacade fra Svinget,
København S, 2009.

Foto: Torben Valdbjørn Rasmussen,
SBI, AAU.

» Vi bør overveje kravene til nybyggeri i lyset af, at fremtidens klima må forventes at være anderledes, og mere ekstremt

Sammenstyrning af Thy hallen i Thisted, som følge af sneophobning på en lavere tagflade beliggende umiddelbart op ad og vest for selve hallen. Sammenstyrningen skete februar 2007, efter et par dages konstant sne og blæst fra sydøst i området.
Foto: Peder R. Hansen, ALECTIA.



Vi tilbringer det meste af vores liv i bygninger og i forbindelser mellem bygninger, for eksempel veje, broer og trafikknudepunkter som pladser, lufthavne og stationer. Bygninger udgør rammen om mange af samfundets funktioner, det være sig offentlige bygninger som sygehuse, skoler og plejehjem, bygninger til bolig og erhverv, samt bygninger knyttet til fritidsaktiviteter.

Det byggede miljø er en helt central faktor for den enkeltes økonomi og for Danmarks økonomi. Byer, bygninger og infrastruktur skal tilpasses et ændret klima for at sikre disse værdier. Klimatilpasning er aktuel for alle dele af det byggede miljø; bygninger, kloakker, veje, jernbaner, havne og så videre. Klimatilpasningen kan have karakter af renovering, ombygning og forstærkning eller kan omfatte nybygning af varslingsystemer eller anlæg til at afværge konsekvenser af ekstreme vejrforhold; fx regnvandssystemer eller snerydningsmateriel.

Fremtidens behov og krav til ydeevne dikteres i væsentlig grad af et klima i forandring. Flere ekstreme vejr situationer som kraftig regn, stærke storme, hedebølger og kraftige snefald kan få konsekvenser der strækker sig fra tab af liv, sundhed og komfort over værditab, produktionstab og øgede udgifter til beredskabsindsatser, for eksempel udbedring efter vand- og stormskader.

Det er derfor nødvendigt allerede nu at vurdere konsekvenserne af fremtidens klima for eksisterende byggeri og anlæg med hensyn til blandt andet temperatur, nedbør, vindhastighed, hav- og grundvandsstigninger. Det kræver kendskab til bygningsmassens tilstand og sårbarhed over for ændringer i klimaet. Denne viden findes ikke i dag.

For byggeri, der opfylder kravene til last og sikkerhed, er det især forventningen om kraftigere storme der kan udgøre en sikkerhedsrisiko for eksisterende bygninger, men også

større snemængder reducerer sikkerheden. På længere sigt vil et mere ekstremt vejr medføre flere svigt end vi allerede har set i dag, dels fordi det ekstreme vejr optræder hyppigere, dels fordi det ekstreme vejr bliver mere ekstremt.

Tilsvarende vil flere og længerevarende hedebølger kunne have sundhedsmæssige konsekvenser, især når det gælder ældre og svagelige personer, og der vil derfor være behov for mere styring af indeklimaet; et behov som paradoksalt nok kan medføre større energiforbrug.

Problemerne kan opstå i alle byggerier og anlæg, men vil især være påtrængende for byggerier og anlæg som er:

- dårligt vedligeholdt
- opført med væsentlige fejl
- opført efter regler, som senere er skærpet
- udsat for nye og uforudsete påvirkninger som følge af ændrede omgivelser eller anvendelser.



Erfaringer tyder på, at boliger i 1 og 2 etager fra 60'erne og 70'erne med lette tage er særligt udsatte.

Det byggede miljø repræsenterer meget store værdier. Den eksisterende bygningsmasse har skønsmæssigt en nyværdi på 12.000-14.000 milliarder kroner. Klimarenovering af konstruktioner, kældre, tage, afløb, dræn, varmforsyning med mere svarende til få procent af nyværdien udgør således et 3-cifret milliardbeløb. Dertil kommer klimarenovering af veje, jernbaner, broer, dæmninger, havne, kloakker og anden infrastruktur.

Klimarenoveringen kan over en længere årrække for dele af byggeriets vedkommende indarbejdes i det løbende almindelige vedligehold af det byggede miljø.

Vore nugældende byggeregler tager – med en vis sikkerhed indbygget – højde for det kendte klima, altså det klima vi i dag har observationer for. Vi bør overveje kravene til nybyggeri i lyset af, at fremtidens klima må forventes at være anderledes, og mere ekstremt.

Fremtidens klima giver bygherren god grund til at stille supplerende ydeevnekrav til sit byggeri og navnlig efterspørge bygningstyper og design, som på en effektiv måde sikrer et godt og sundt indeklima og en bygning der også er robust overfor vejrliget. Det strækker sig fra byggeriets placering, grundens topografi og byggeriets udformning med hensyn til at skabe skygge, læ og mindske risikoen for oversvømmelser.

Vi er begyndt at se eksempler på supplerende ydeevnekrav i parcelhuskvarterene for eksempel med opførelsen af AA Huset i Herfølge, udviklet af House Project. Huset er designet med fokus på et fremtidigt klima med flere hedebølger, flere solskinstimer og mildere vintre og udnytter samtidig solen til varme og strømproduktion.

Men der er brug for en fortsat udvikling af andre bygningstyper og flere bygningsdesign, der tilgodeser de forskellige krav og hensyn som klimaets udvikling stiller til byggeriet; nye løsninger til nyt klima. Det kræver nye bud på tekniske såvel som arkitektoniske og planmæssige løsninger.



Energiklasse 1 parcelhus fra AA huse.
Opført i Herfølge 2007-8.
Foto: Torben Valdbjørn Rasmussen, SBI, AAU.

Klimatilpasset b – en te

OM PROJEKTET

Forskningsprojektet, "Mod en tektonisk bæredygtig byggekultur", tager afsæt i, at der med miljø- og klimadagsordenen som udgangspunkt eksisterer en række krav og potentialer, der må afdækkes og formuleres som aktive parametre i arkitekturens tilblivelsesprocesser. Projektet tager afsæt i to centrale forsknings-spørgsmål:

- *Kan en tektonisk byggekultur styrkes gennem nye tilblivelsesprocesser, hvor ressourcerne anvendes mere bevidst?*
- *Hvilke tiltag – for eksempel konstruktionsprincipper baseret på gammelkendt eller ny viden – er nødvendige, hvis vi under hensyn til voksende klima- og miljøproblemer skal kunne udvikle en stærk tektonisk byggekultur?*

Bygningers arkitektoniske kvalitet hænger nøje sammen med dens tektoniske opbygning og udtryk. I byggeriet angår det udformningen og sammenføjningen af bygningselementer til en helhed – og dermed forholdet imellem idé, handling, teknik og konstruktion – eller på et højere plan – om "foreningen af metode og mål". Som grundlag for arkitekturskabelse, står denne forståelse og byggekultur overfor store omvæltninger – og et grundigt studie af barrierer og muligheder er påkrævet, hvis en helhedsorienteret og bæredygtig arkitektur skal opretholdes og styrkes i forhold til en ny bæredygtig dagsorden der tager hensyn til såvel miljø, forbrug af ressourcer og de fremtidige klimaforhold.

Projektet er forankret i forskningsmiljøer ved Kunstakademiets Arkitektskole, Arkitektskolen Aarhus og SBI/Aalborg Universitet.

Følg projektet på:
<http://www.karch.dk/tektonik>

Byggeri teknisk

De varslede klimaændringer kalder på andre boformer, huse, bygningskonstruktioner og materialeanvendelse end dem vi kender i dag!

udfordring

Anne Beim, Kunstakademiets Arkitektskole

Bygninger og byer skal i fremtiden være helt eller delvist selvforsynende med energi, byggematerialer og bygningskomponenter skal i højere grad genbruges og huse skal kunne skifte mellem "sommer- og vintertøj".

En af de største aktuelle udfordringer arkitektfaget står over for er den alvorlige globale klimaændring og ressource-situation. Det får i disse år flere lande til at skærpe energisparekravene i byggeriet. Således også Danmark, hvor Folketinget har vedtaget at energiforbruget i nybyggeri skal reduceres med 75 % i 2020 i forhold til i dag. Samtidig vil forandringer i de klimatiske forhold føre til at vi i fremtiden også skal bygge med tanke på at husene skal kunne modstå øgede nedbørsmængder, skal være i stand til at regulere store temperaturudsving eller kunne flyttes og sikres hvis vandstanden stiger.

Klimaændringer og krav om energireduktioner får stor indflydelse på udformningen af fremtidens byggeri. Det kan ikke alene løses ved at tænke i øgede isoleringstykkelser og maksimering af lufttæthed. Et så ensidigt fokus vil få uheldige følger for det æstetiske udtryk, de byggetekniske løsninger, for indeklimaet og for den måde bygninger kan optage ændringer i brug over tid. Tværtimod må både glemte byggetraditioner såvel som alternative byggeteknikker afprøves. Det fordrer således udvikling af en mere regional arkitektur som tager højde for de særlige klimatiske forhold som eksempelvis vore breddegrader og geografi betinger. Her må husene udformes til effektivt at kunne modstå mange forskellige og hurtigt skiftende vejrforhold, fra stærk lavtstående sol og kraftig vind til afledning af vand fra kraftige regnskyl fra både bygningskrop såvel som grund. Ligeledes må planlægning af ny bebyggelse nøje overvejes i forhold til landskabelig placering og evt. områder med risiko for oversvømmelse.

En anden grundlæggende udfordring for arkitektfaget er den fortsatte teknologiudvikling og industrialisering af produkter og processer i byggeriet. En forskydning fra håndværksbaserede løsninger mod computerstyrede produktionsprocesser på fabrik, efterlader en "montagearkitektur" som kalder på et opdateret teorigrundlag og en ny praksisforståelse ikke kun blandt arkitekter, men generelt i byggeriet.

Nye industrielle produktionsformer og tankesæt giver snævre rammer for arkitekturskabelsen, men samtidig rummer de tydelige potentialer set i et miljø og klimamæssigt perspektiv i form af: systematisk ressourceforvaltning, livscyklus overvejelser, energioptimering og klimatilpasning.

I Danmark får vi med forskningsprojektet "Mod en teknisk bæredygtig byggekultur" endelig mulighed for med afsæt i dagens miljø- og klimadagsorden at tage hul på en mere systematisk afdækning af en række krav og nye potentialer, som i fremtiden kan formuleres som aktive parametre i arkitekturens tilblivelsesprocesser.



Loblolly House, af Kieran Timberlake Architects, USA er et eksempel på et hus, hvor facaderne er tænkt som en dynamisk regulerende klimaskærm, der både kan åbnes helt op for ventilation og som kan fungere som solafskærmning, samtidig kan facaden skoddes helt til ved kraftig storm. Huset er bygget ved bredden af Chesapeake Bay og konstrueret således at der er taget højde for højvande og perioder med oversvømmelse. Det hævdede "fundament" det eneste som er bygget på stedet. Huset består i øvrigt af præfabrikerede elementer som på kort tid er blevet monteret på stedet.



Vi er som art utrolig god til at tilpasse os omgivelserne – og tilpasse omgivelserne til os. Og i modsætning til alle andre arter forstår vi, hvad vi gør.

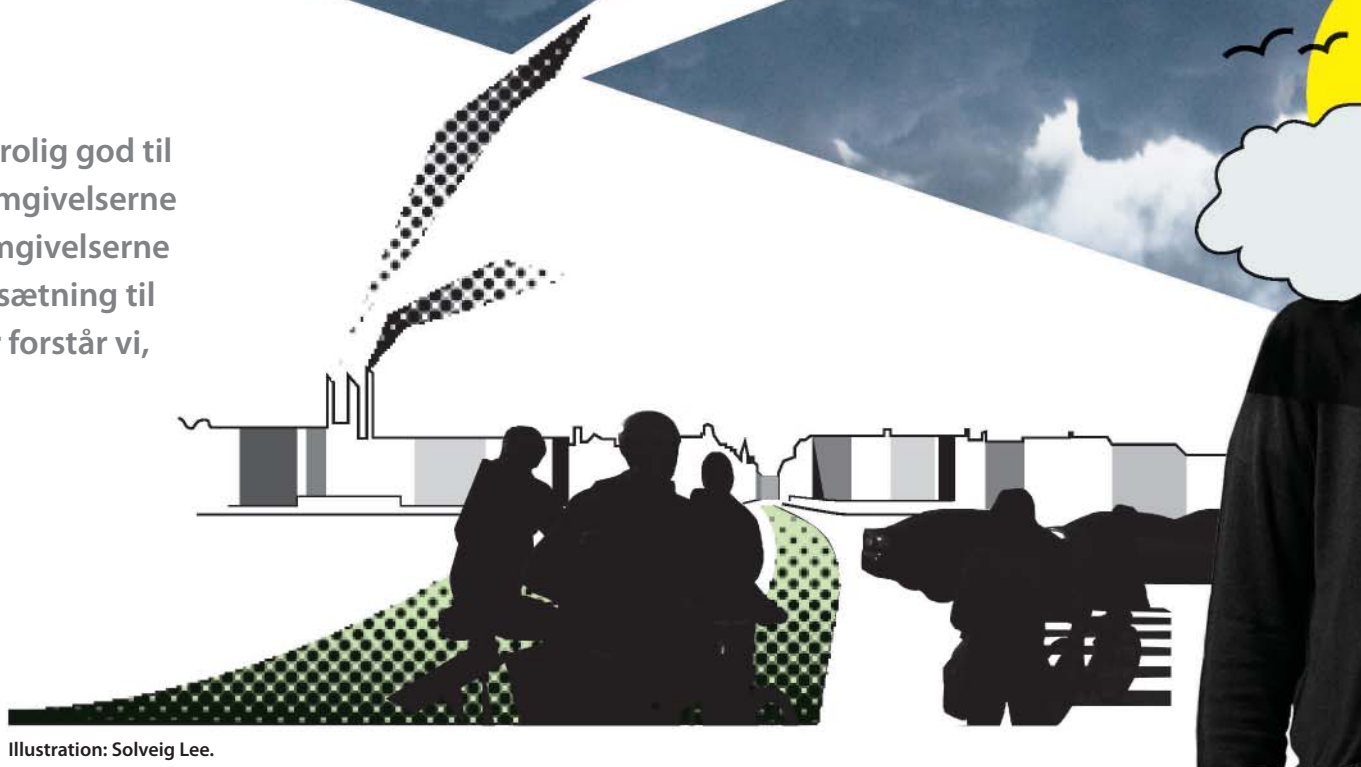


Illustration: Solveig Lee.

DEN MEN

Peter C. Kjærgaard
Aarhus Universitet og Harvard University

Jordens historie kan beskrives som en serie af klimaændringer. Og med de klimaændringer har klodens liv ændret sig. Mange arter, både dyr og planter, er forsvundet og nye er kommet til i det store evolutionære tilpasningsspil, der udgør nu mere end 3,5 milliarder års livshistorie på vores fælles planet.

Vi deler også den fælles livshistorie, der er knyttet til uddøen og opståen. I den forstand deler vi vores livssituation med en hvilken som helt anden organisme, der nogensinde har levet på denne frugtbare sten i vores solsystem, vores fælles hjem og eneste eksistensmulighed. Alle arter er afhængige af klimaet. Når klimaet ændrer sig, ændrer livsbetingelserne sig. Det koster dyrt for nogle arter, mens andre får nye muligheder for at udvikle sig og udnytte potentialet i et ændret klima.

Udviklingen er i fuld gang

Det er en gammel historie. Det er der ikke noget nyt i. En kynisk betragtning vil pege på, at det samme blot er tilfældet i dag. De nuværende klimaændringer vil føre en ændring med sig af den samlede biomasses sammensætning. Nye arter vil komme til og trives fortrinligt under klodens nye klima. Og andre vil forsvinde. Omfat-

tende videnskabelige undersøgelser af klodens biodiversitet dokumenterer, at den udvikling nu er i fuld gang. Der er allerede arter, der er forsvundet og mange der er stærkt truede. Andre har det rigtig godt og bliver stærkere. Det kan være, at Homo sapiens er en af de arter, der klarer sig. Det kan også være, at det er en af de arter, der går til grunde eller kun overlever med nød og næppe.

En succesfuld art

Den slags er sket før i vores egen evolutionshistorie, hvor vores arts overlevelse eller kolonialisering af nye kontinenter har været afhængige af nogle få hundrede individer. I den slags evolutionære flaskehalsituationer virker selektionspresset stærkere og de bedst tilpassede har de største overlevelseschancer. Det deler vi med alle andre arter. Og vi kan meget vel forestille os et fremtidsscenario med nye lokale flaskehalsituationer, der vil øge evolutionshastigheden og danne nye, bedre tilpassede menneskearter af vores nuværende Homo sapiens, der måske helt vil uddø.

Det kan være vanskeligt at forestille sig, når vi nu med næsten 7 milliarder individer har spredt os over hele kloden og repræsenterer

en af de suverænt mest succesfulde arter med hensyn til tilpasning til vidt forskellige miljøer fra arktisk klima over tempererede og tropiske zoner til ørken.

Grunden til dette er, at vi i højere grad end nogen anden art, i evolutionsmæssigt perspektiv, på helt utrolig kort tid har været i stand til at tilpasse os ved at udvikle teknologier til at få størst mulig næring ud af mindst mulige ressourcer, at holde os varme, at beskytte os og at udbrede os. Fra de spinkle overlevelseschancer, som sandsynligvis under tusinde individer havde, har disse teknologier hjulpet os til ikke alene at overleve, men til at klare os helt ufattelig godt. I hvert fald set fra vores eget perspektiv.

Et af de vigtigste elementer i denne sammenhæng er, at vi som art ikke alene har tilpasset os vores omgivelser, men været helt utrolig dygtige til at tilpasse omgivelserne til os. I meget lokal forstand er det ikke noget unikt. Myrer, fugle og chimpanser bruger eksempelvis andre materialer til at forme det sted de opholder sig. Men ingen af disse arter er så ekspansive, så varierede i materialevalg og så ødelæggende som vores egen art. Vi adskiller



NESKELIGE FAKTOR

os også fra alle de andre arter ved, at vi selv kan se det. Vi kan forstå, hvad vi gør. Vi kan se konsekvenserne af vores handlinger. Og vi kan se, at vi kan handle anderledes. Vi kan se, at vi gør en forskel og at det er op til os om den skal være positiv eller negativ.

Hvad betyder den menneskelige faktor?

Når vi i dag taler om klimaet betyder den menneskelige faktor alt. Hvad vil det sige? Det betyder ikke, at mennesket kan kontrollere klimaet og vi er den eneste bidrager til ændringer i klodens klima. Men vi er uden tvivl den art i Jordens historie, der har ydet det største selvstændige bidrag til en ændring af klimaet. Og der er videnskabeligt set i dag ingen tvivl om, at vores bidrag er stærkt medvirkende til en accelererende negativ effekt, der vil ændre klimaet og dermed livsbetingelserne for alle nulevende arter.

Den menneskelige faktor spiller ind i den viden, der ligger til grund for vores viden om klimaet og de ændringer vi kan konstatere. Derudover og måske endnu vigtigere spiller den ind i de meninger, vi alle sammen danner på baggrund af den viden vi får kommunikeret i alle mulige sammenhænge om de løbende

forskningsresultater. Og den spiller ind i vores hverdagserfaringer, vores personlige værdier og på et helt konkret følelsesniveau.

Alt dette påvirker den politiske opinion og har dermed afgørende indvirkning på de beslutninger, der bliver taget og skal tages i fremtiden for, at den forskel vi gør, bliver rettet, så vi som overlevende art gennem vores olde- og tip-oldebørn kan se tilbage og tænke, at vi gjorde det rigtige.

Meningssamfundets meningsdannere

Undersøgelser viser, at vores holdning til klimaændringer i højere grad end videnskabelige viden er bundet af vores meninger, værdier og følelser. Vi er for eksempel mere tilbøjelige til at acceptere en forskers udsagn, hvis vi sympatiserer med hende af politiske, kulturelle, etniske eller andre grunde. Der er også flere klimaskeptikere blandt personer, der har et stærkt individualistisk frem for et kollektivistisk grundsyn. Og endelig spiller vores umiddelbare omgivelser og oplevelser stærkt ind.

Den kolde vinter i Europa og USA i 2009 og 2010 fremmedgjorde for mange enhver tanke om global opvarmning, selvom vinteren lænere nordpå var langt varmere end normalt.

Billederne af det snedækkede København under det globale klimatopmøde i december 2009 virkede langt stærkere meningsdannende end de mange videnskabelige udsagn, der alle pegede i samme retning: at den globale middeltemperatur er stigende.

Som konsekvens skiftede den offentlige mening radikalt i en række vestlige lande. Hvor den overvejende del af befolkningerne i eksempelvis England og Danmark op til mødet i København accepterede de nuværende klimaændringer som et hovedsageligt menneskeskabt fænomen, skiftede holdningen pludselig. Den kolde vinter kombineret med et par uheldige sager, hvor fejlagtige oplysninger om afsmeltningen af Himalayas gletsjere og læk af e-mail-korrespondance fra en førende britisk klimaforskningsinstitution, fik snebolden til at rulle godt hjulpet af en sensationslysten presse.

Kommunikation og spin

I løbet af 2010 rettede situationen sig nogenlunde og de dramatiske høje tal, som klimaskeptisismen pludselig havde tegnet sig for, faldt igen. Hovedparten af befolkningerne i den vestlige verden accepterede nu atter at der ►

►► er tale om menneskeskabte klimaændringer og at vi bliver nødt til at gøre en aktiv indsats for at begrænse menneskets bidrag til klimaets udvikling og i øvrigt begrænse de allerede uundgåelige følgevirkninger af den.

Vi har imidlertid lært meget af denne situation, der handler om hvor stor betydning almindelige folks holdninger skal tillægges og at vi er nødt til at håndtere vores kommunikation fra forskningsverdenen på en helt anden måde, end vi har gjort hidtil. Vi er nødt til at kunne håndtere, at den offentlige mening og dermed den politik, der bliver lagt på klimaområdet, er dybt påvirket af en lang række faktorer udover de videnskabelige kendsgerninger.

Reaktionen bliver derfor ofte den modsatte af den ønskede, nemlig at videnskabelige eksperter bliver anset som meningsdannere, der er lige så påvirkede af personlige holdninger, som alle andre, der blander sig i debatten: politikere, repræsentanter for industrien, almindelige mennesker og antiklimalobbyister. Her har der særligt i England i første halvdel af 2010 være ført en beskidd kampagne mod klimaforskere. Den gik på, at videnskabsfolk i hvert fald ikke var bedre end andre, men ofte værre og ikke længere værd at lytte til. Den del af meningsdannelsen er i høj grad foregået på journalistiske principper.

Det er en af grundene til at de få, men meget dygtige og højtråbende klimaskeptikere har haft så stort held til at få medieopmærksomhed og dermed folk i tale. De taler til folks følelser, til folks værdigrundlag, som i hele den vestlige verden i høj grad er præget af, at vi mener vi har lov til at bruge så meget energi, vand og ressourcer, som vi har lyst og personligt råd til. Og de taler til den overfladiske, men effektive sensationshunger, der præger både presse og offentlig mening.

Der er få ting, pressen elsker at mæske sig i som løgn, sammensværgelser og folk der bliver grebet på fersk gerning. I hænderne på antiklimalobbyister er alt, hvad der er standardusikkerheder, forbehold, ubetydelige fejl i forhold til den store sammenhæng og privat korrespondance, effektivt blevet til negativ klimaspin.



» De beslutninger vi står overfor er for vigtige til at vi kan overlade dem til kortsynede politiske hensyn

Tillid og åbenhed

Vi er fra forskningens verden nødt til at blive bedre til at håndtere kommunikationen af videnskabelige usikkerheder i offentligheden: at tale om usikkerhed betyder ikke, at vi ikke aner, hvad vi taler om. Vi må blive bedre til aktivt at kommunikere hvordan videnskabelig viden dannes og bruge det som en styrke, ikke en svaghed. Den proces begynder allerede i de første skoleår. Hele skolesystemet har derfor et medansvar for at befolkningens kvalificerede videnskabsforståelse grundlægges tidligt og på et ordentligt grundlag.

Det kan lyde banalt. Men de senere års offentlige klimadebat har vist et behov for en langt mere offensiv kommunikationsstrategi på klimaområdet. Det kan ikke nytte noget, at vi tror vi bare kan fodre folk med videnskabelige kendsgerninger. Hvis der ikke er tillid til os som forskere, hvis vi ikke kan håndtere at værdier og hverdagserfaringer er langt vigtigere for folks holdning til klimaspørgsmål og tilpasning til klimaændringer, så vil den unødvendige og kontraproduktive klimadebat fortsætte.

Ansvar og medansvar

Som i alle videnskabelige spørgsmål er vi nødt til at vide, hvad vi taler om. Derfor er forskning i klimakommunikation nødvendig. Vi ved alt for lidt om de barrierer, der eksisterer i forskellige befolkningsgrupper og samfundssegmenter, og derfor for lidt om hvordan vi overkommer dem.

Vi står overfor en af de største og vigtigste pædagogiske opgaver i nyere tid. Vi skal have hele befolkningen med, vi skal nå enhver fra det indre København til den jyske vestkyst. På alle niveauer må vi sikre, at den rette viden bliver kommunikeret korrekt, så alle, der hvor de er og i de situationer der kan opstå

som konsekvens af de igangværende klimaændringer, vil vide hvordan de skal forholde sig. Forskning i klimatilpasning nytter ikke, hvis ikke vores viden bliver brugt rigtigt. Handling kræver forståelse. Og den kommer ikke af sig selv.

Vi kan som art se noget, ingen af de andre nulevende arter på jorden kan se. Det giver os et ansvar. I den videnskabelige verden har vi et medansvar for at det bliver forvaltet på bedst mulig måde, så vi udnytter det fulde potentiale af vores viden.

De klimaændringer og de beslutninger vi står overfor er for vigtige til at vi kan overlade dem til kortsynede politiske hensyn, økonomisk begrundet lobbyisme og journalistisk sensationshunger. Vi er derfor nødt til at tage den seriøse klimakommunikation langt mere alvorligt. Den begynder med gensidig respekt og klart blik for målet: at gøre det bedste for vores planet og alt dens liv. Det kan vi kun, hvis vi tager den menneskelige faktor alvorligt på alle niveauer.

Sundhed og sygdom i en varmere verden



Ole Færgeman
Professor, dr.med.,
Aarhus Universitetshospital

Vi skal tilpasse os nye klimaforhold, men hvilke? Skal vi tilpasse os en verden, som er en, to eller fem grader varmere end den, vi kender? Og skal vi tilpasse os en verden, hvori havet står en halv, en, fem eller femten meter højere end det gør nu?

Sidst atmosfæren indeholdt næsten lige så meget CO₂ som nu, var for cirka tre millioner år siden. Dengang stod havet i følge IPCC, 2007 mindst 15-25 meter højere end i dag. Hvis ikke bekæmpelsen af klimaændringer kommer i gang, er det den verden mennesker kan befinde sig i på et eller andet tidspunkt. Klimaforskere ved blandt andet Københavns Universitet arbejder på at finde ud af, hvor hurtigt det kan ske.

Indtil videre angår den danske regerings overvejelser om tilpasning kun, hvad der kan ske frem til 2100. De er baseret på tre scenarier, hvoraf IPCC-scenarie A2 desværre ser ud til at være det mest sandsynlige. A2-scenariet indebærer, at verdens udledning af drivhusgasser først begynder at falde midt i dette århundrede. Det betyder, at selvforstærkende processer kan få havene til at stige så meget, at lavtliggende områder som Danmark forsvinder fra landkortet. Det vil næppe ske før 2100, men tilpasning af Danmark til nye klimaforhold, selvom de først indfinder sig efter 2100, giver naturligvis kun mening, hvis bekæmpelse af klimaændringer er tilstrækkelig ambitiøs til at Danmark ikke forsvinder. Tilpasning til og bekæmpelse af klimaændringer er to sider af samme sag.

Sygdomme hos mennesket hænger sammen med både tilpasning til og bekæmpelse af klimaændringer. Der er sygdomme, som skyldes eller forværres af klimaændringer. Den slags sygdomme skal verdens sundhedsvæsen finde ud af at tilpasse sig. Og så er der sygdomme, som deler årsager med klimaændringer. Den slags sygdomme kan bekæmpes ved, at vi også bekæmper klimaændringer. Her er der således muligheder for gode synergieffekter.

Den første gruppe af sygdomme omfatter hedeslag, ulykker og traumer, sult og fejlernæring, allergiske sygdomme og en række vektorbårne infektionssygdomme, som er beskrevet mere uddybende i den efterfølgende artikel. Sult følger, når tørke eller oversvømmelser gør det vanskeligt eller umuligt at drive landbrug og opbevare og fordele fødevarer.

Den anden gruppe af sygdomme deler årsager med klimaændringer. Afbrænding af fossile brændsler og biobrændsler danner drivhusgasser men også partikler, som fremmer sygdomme i blandt andet lunger og blodkar. På tilsvarende måde er fødevarerproduktion knyttet til såvel sygdom som klima. Mennesker som spiser meget kød fra svin, ko, får eller ged er i højere risiko for at dø af hjertekarsygdomme og kræft end mennesker, der spiser meget lidt kød. Danskere spiser i gennemsnit mindst 800 gram kød om ugen. Dét forbrug er blandt de højeste i verden og langt højere end de højest 300 gram kød om ugen, som World Cancer Research Fund anbefaler som befolkningsgennemsnit for at nedsætte risiko for kræft, først og fremmest i tyktarm og endetarm.

Produktion af kød og andre animalske fødevarer tegner sig imidlertid også for en betydelig del af menneskets udledning af drivhusgasser, uanset hvorledes tallene gøres op. Som minimum bidrager landbruget med en femtedel af Danmarks udledning af drivhusgasser.

Klimaændringernes betydning for fødevarerproduktionen og fødevarernes betydning for både sygdom og klimaændringer betyder, at vi nøje bør overveje hvilke fødevarer, vi producerer og indtager.

Det er usikkert, om det danske sundhedsvæsen i tide vil tilpasse sig de ændringer i sygdomsmønstre, som bliver en følge af klimaændringer. I IPCC-rapporten fra 2001 var der et udførligt kapitel om allergiske sygdomme og klimaændringer, men i 2002 nedlagde den danske sundhedsminister specialet medicinsk allergologi. I 2008 opfordrede World Health Assembly, som består af 193 sundhedsministre, heriblandt Danmarks, alle medlemsstater til at beskæftige sig med klimaændringer og human sundhed, men Indenrigs- og Sundhedsministeriet har endnu ikke taget bemærkelsesværdige initiativer i den anledning. Tilsvarende er spørgsmålet, om vi i Danmark vil begrænse landets enorme produktion af kød.

Der er et stort behov for politisk arbejde, der reelt tager hensyn til, hvad forskningen har vist om human sundhed og behovet for tilpasning til og bekæmpelse af klimaændringer.

» Sygdomme hos mennesket hænger sammen med både tilpasning til og bekæmpelse af klimaændringer

Flere og mere ekstreme nedbørsepisoder og storme vil direkte og indirekte resultere i flere sygdomstilfælde og tilskadekomne. Sundheden skal tænkes ind i de fremadrettede investeringer.

Klimaaftryk på helbredet

Flemming Konradsen, Karin Schiøler og Ib Bygbjerg
Institut for International Sundhed, Immunologi og Mikrobiologi,
Københavns Universitet



Klimaændringernes effekter på sundheden

Hedeslag som følge af hyppigere og mere ekstreme hede-bølger kan også forventes at stige, særligt blandt ældre i byerne samt personer med hjerte-kar-sygdomme. Et velorganiseret system, på kommunalt og lokalt niveau, til at støtte sårbare grupper under hede-bølger vil i betydelig grad reducere problemets omfang, men må forventes at optage betydelige ressourcer i social- og plejesektoren. I byerne vil samspillet mellem højere temperaturer og luftforurening muligvis skabe særlige problemer i form af øget risiko for astma og andre luftvejslidelser. Her er der behov for mere forskning for at kunne vurdere konsekvenserne.

Pollenallergi forventes, ligesom i andre dele af Europa, at blive et stigende problem i Danmark. Det skyldes den længere vækstsæson og nye arter, der foruden at forlænge pollenperioden også kan føre til nye allergiske reaktioner. Astma og høfeber påvirker allerede i dag ca. en million danskere. Allergiforskning og fortsat udvikling af behandlingsmidler såvel som vacciner bør derfor prioriteres højt.

Stigende havtemperaturer og fald i havets salt- og iltindhold vil kunne skabe gunstige betingelser i de kystnære havområder for opblomstring af sundhedsskadelige alger såvel som bakterier og andre mikroorganismer. Hyppigere oversvømmelse vil desuden øge risikoen for udledning af mikroorganismer til havet på grund af overløb fra rensningsanlæg og afledning af dyrefækalier fra oversvømmede landbrugsarealer. Kortlægning af risikoområder for målrettet investering i kystsikring, foruden tilpasning af udsatte kloak- og vandrensningsystemer, må derfor anses for nødvendige forebyggende aktiviteter for fremtidig sikring af vandkvaliteten i vores kystområder.

Temperaturstigning og vektorbårne sygdomme

Det er endnu uvist, hvordan klimaændringerne vil påvirke omfanget og udbredelsen af vektorbårne sygdomme, dvs. sygdomme forårsaget af mikroorganismer, der overføres via en smittebærer – f.eks. myg eller flåter. Det frygtes, at klimaændringerne vil øge det biologiske potentiale for tropiske og subtropiske sygdomme i Nordeuropa, idet kortere perioder med frost og generelt højere temperaturer vil forbedre overlevelsen og udbredelse af selve vektoren (smittebæreren), alt imens de sygdomsfremkaldende mikroorganismer opformerer hurtigere i vektoren under højere temperaturer. Malaria diskuteres ofte i forbindelse med klimaets påvirkning af vektorbårne sygdomme i Danmark. Men selv om Danmark allerede har Anopheles myg, der kan sprede malaria og på trods af, at malaria tidligere har været udbredt i dele af landet såvel som resten af Europa, så skønnes truslen for genetablering at være meget lille. Blandt andet er vores kapacitet til at overvåge og yde effektiv malariabehandling stor, hvorved muligheden for spredning reduceres betydeligt.

Melba McGee, 83 år under hede-bølge i Oklahoma 2006.

Foto: Polfoto/AP Photo.

I Danmark er de flåtbårne sygdomme måske vigtigere at fokusere på i relation til klimaændringer. Det gælder bl.a. den hyppigst anmeldte, borreliose, og den indtil videre mere sjældne, europæisk flåtbåren viral encephalitis (TBE). Flåter suger blod på forskellige værtsdyr især mus og rådyr, men også fra mennesker, som hermed risikerer infektion og sygdom. Ændringer i nedbør, temperatur og vegetation vil påvirke flåternes antal og geografiske udbredelse såvel som længden af den periode, hvori de søger blod fra værtsdyr. Der findes i dag vacciner mod borreliose og TBE, men en generel anbefaling eller iværksættelse af deciderede vaccinationskampagner vil kræve en udførlig risikovurdering, som endnu ikke foreligger i Danmark.

I forbindelse med værtsdyr og smittespredning bør fugle også nævnes, idet nye trækmønstre forventes som følge af klimaændringer for eksempel blandt arter af vadefugle. Det må derfor forventes, at Danmark vil blive vært for fuglearter der trækker gennem helt nye egne. Hermed øges risikoen for introduktion af nye mikroorganismer som for eksempel West Nile virus og forskellige influenza-vira, som kan overføres til mennesker. For at reducere sygdomsbyrden og undgå eventuelle dødsfald på grund af disse sygdomme er det vigtigt, at den enkelte borger har adgang til klar information om forebyggelsesmuligheder, samt at vores sundhedspersonale optrænes i at genkende, diagnosticere, behandle og forebygge disse sygdomme.

Lokale klimaændringer får globale konsekvenser – og omvendt

Klimaets påvirkning af sundheden i Danmark skal ses i et globalt perspektiv. Påvirkninger i lande langt fra Danmark får også konsekvenser hos os. For eksempel vil et øget pres på vandressourcerne i Asien og Afrika betyde, at flere af de grøntsager og den frugt, vi importerer, vil være vandet med spildevand, hvilket udsætter befolkningen for nye sundhedsrisici. Der vil være store globale forskelle på, hvordan klimaændringerne påvirker de enkelte samfund; sundhedskonsekvenserne vil i høj grad afhænge af landenes og lokalsamfundenes og det internationale samfunds evne og ønske om at støtte udsatte befolkningsgrupper, styrke sundheds- og sociale sektorerne foruden evnen til at investere i infrastruktur, der kan afbøde de negative konsekvenser.

De rige lande har væsentlig bedre forudsætninger for at håndtere sundhedskonsekvenserne af klimaændringerne, men vi kan ikke undgå dem, og som samfund er Danmark nødt til at prioritere forskning og forebyggende indsatser inden for dette område højt. Gevinsterne vil blive både økonomisk, økologisk og etisk forsvarelige.



Skovflåt. Foto: N. Sloth, Biopix.dk

» Klimaets påvirkning af sundheden i Danmark skal ses i et globalt perspektiv

Sårbart Sver

Klima&Tilpasning har kastet et blik over Øresund til vore svenske naboers bestræbelser for at klimatilpasse deres samfund, erhverv og natur.

Steen Voigt
Journalist, Aarhus Universitet

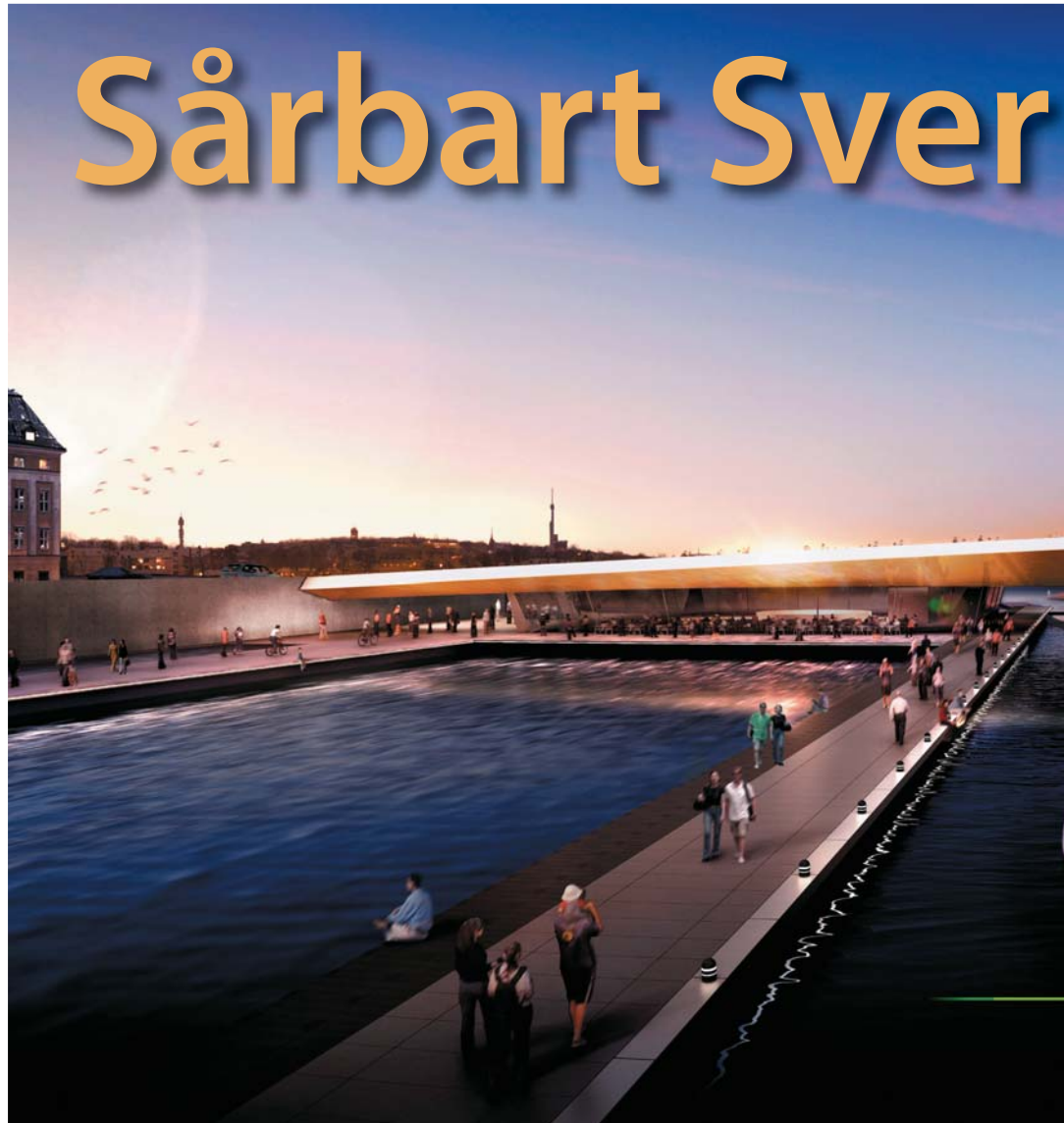
I 2018 skal den ny "Slussen" i Stockholm stå færdig. Sluseportene i "Slussen" regulerer vandstanden i Mälaren, dels for at undgå oversvømmelser og sikre skibsfarten på søen, dels for at hindre saltvand fra Østersøen i at trænge ind i Mälaren, som to millioner får deres drikkevand fra. Sammen med en forstærket kanal og sluse i den sydligere by Södertälje bliver den nye "Slussen" Stockholms afgørende værn mod følgerne af øget nedbør frem mod 2100.

Svenskernes to store og dejlige, men våde problem børn, søerne Mälaren og Vänern, fik særlig opmærksomhed af den klima- og sårbarhedskommission, som den svenske regering nedsatte i 2005. Bestykket med et halvt hundrede eksperter og forskere og deres institutionelle bagland og suppleret med en rådgivende komité fik kommissionen til opgave at vurdere klimaændringernes nationale, regionale og lokale påvirkninger – negative som positive – på det svenske samfund. Og omkostningerne og gevinsterne ved dem.

Delbetænkning for de store søer

Med den tidligere landshövding i Skåne Län, socialdemokraten Bengt Holgersson, som formand afleverede kommissionen så i oktober 2007 en endog meget fylldig slutbetænkning, Klimat- og sårbarhedsudredningen, til regeringen. I en delbetænkning året før havde Holgersson og Co. klart udlagt teksten for nødvendig og hurtig handling i forhold til Mälaren og Vänern: "Risiciene for oversvømmelser i Mälaren og Vänern er store. I Stockholm trues vitale samfundsfunktioner og rundt om Mälaren og Vänern kan over 3,5 millioner kvadratmeter bygningsareal blive sat under vand."

Klimat- og sårbarhedsudredningen blev en diger sag på næsten 700 sider, og kommissionen kom med en række anbefalinger, som regeringen i ganske stort omfang følger. Dog vandt anbefalingen om oprettelsen af en forskningsinstitution i klima og tilpasning ikke genklang. I stedet har regeringen bevilget flere penge til klima- og klimatilpas-



ningsforskning hos eksisterende institutioner som for eksempel Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) med fokus på tilpasning inden for de grønne erhverv. Andre ekstra midler til forskning i energi og klima – og herunder klimatilpasning – skal bevilges først og fremmest af Forskningsrådet Formas, Naturvårdsverket og Energimyndigheten.

Klimakonsekvenserne for Sverige

De videnskabelige resultater viste ifølge Klimat- og sårbarhedsudredningen, at Sverige bliver påvirket kraftigt af klimaændringerne. Kommissionens vurdering – og efterfølgende den svenske regerings – var, at de videnskabelige konklusioner var tiltrækkeligt robuste til at påbegynde langsigtede tiltag for at klimatilpasse det svenske samfund.

Sverige har på centralt niveau endnu ingen strategi eller organisation for klimatilpasning. De 290 kommuner har hovedansvaret for klimatilpasningen, mens länsstyrelserne i den seneste klima- og energilov fik ansvar for det regionale klimatilpasningsarbejde og dermed en koordinerende støttefunktion for kommunerne.

Den svenske miljøstyrelse, Naturvårdsverket, har gennem sit såkaldte miljømålsansvar på klimaområdet det overordnede ansvar i klima-

ige handler



Illustrationen viser en del af et forslag, som skal videreudvikles i det fortsatte arbejde med Slussens udformning. Grafik: Foster + Partners og Berg Arkitektkontor

spørgsmålet, og et stort antal centrale myndigheder er gennem deres respektive sektoransvar involverede.

Seniorrådgiver i Miljøministeriet, Conny Hägg, oplyser, at det er hensigten, at klimatilpasningsarbejdet skal organiseres bedre inden for de enkelte sektorer: "Men det viser sig måske, at vi får behov for en egentlig koordinerende funktion," siger han.

Og de svenske kommuner ønsker, at staten går ind og tager det samlede ansvar for klimatilpasningen. Det viser en undersøgelse som interesseorganisationen "Sveriges kommuner og Landsting" – svenskerne pendant til Kommunernes Landsforening – gennemførte i 2009.

En stor majoritet blandt de godt 200 deltagende kommuner håndterer ifølge undersøgelsen allerede klimatilpasning i deres fysiske planlægning (som de blandt andet blev pålagt i den nye plan- og bygge lov fra 2008), men de har svært ved at leve op til deres ansvar uden medvirken fra de statslige myndigheder, forskningsinstitutioner og fra länsstyrelserne. Ikke mindst i forhold til et klart, tilgængelig og jævnlige opdateret planlægningsgrundlag og hjælp til at tolke de internationale og nationale klimascenarier.

Sådan påvirkes Sverige:

- Højere temperaturer øger sundhedsrisici, reducerer opvarmningsbehov, øger kølebehov, påvirker det naturlige miljø
- Nedbør og oversvømmelsesrisici i søer og vandløb øges specielt i Sydvestsverige
- Bebyggelse og teknisk infrastruktur påvirkes – veje, jernbaner, dæmningsikkerhed og vandforsyning
- Risici for jord- og stensked øges med fare for tab af menneskeliv
- Øget energiproduktion
- Havstigning øger oversvømmelsesrisiko i kystområder

Millioner til klimatilpasning

Den svenske regering har over en tre-årig periode frem til 2012 centralt bevilget omkring 350 millioner til klimatilpasning. Den største del af pengene, 120 millioner, går til Lantmäteriverket (Sveriges Kort- og Matrikelstyrelse), der skal udarbejde en ny højdemodel og -database for landet. Andre godt 100 millioner går til SGI, Statens Geotekniska Institut, der skal kortlægge jord- og stenskedrisici langs Götaelven, der løber fra Vänern til Kattegat. Myndigheten för Samhällskydd och Beredskap (MSB) får andre 45 millioner til at kortlægge blandt andet oversvømmelsesrisici og er særskilt blevet pålagt at analysere og bedømme konsekvenserne af en oversvømmelse i Mälaren for samfundssektorerne.

Også Länsstyrelserne og SMHI, Sveriges meteorologiska og hydrologiske institut, har fået nogle millioner til information, kompetenceopbygning og vidensspredning i kommunerne. En web-klimatilpasningsportal er etableret af Naturvårdsverket, SGI, MSB, SMHI, Energimyndigheten, Lantmäteriet och Boverket for at samle dagens viden om sårbarhed og tilpasning til hjælp for alle, der arbejder med klimatilpasning.

Arbejdet med klimatilpasningen i Sverige skal evalueres i 2015 sammen med energi- og klimalovgivningen.



Karen G. Villholth
Seniorforsker,
De Nationale Geologiske
Undersøgelser for
Danmark og Grønland

Det er de fattigste i udviklingslandene, som overvejende bærer byrden af klimaændringerne. Derfor er der behov for en ekstraordinær indsats omkring klimatilpasning dér. Klimatilpasning i de mindst gunstigt stillede økonomier står nu højere på dagsordenen end nogensinde og især efter klimatopmødet COP15 i København i december 2009.

Det internationale samfund har erkendt, at klimaændringerne vil ramme de nærmeste generationer – uanset om det lykkes at begrænse drivhusgasudslippet – og at netop disse lande er mest udsatte for deres konsekvenser.

Kystområder, små ø-stater, store floddeltaer og tæt befolkede, men tørre egne udgør de mest sårbare områder i verden. Klimaændringerne vil i langt de fleste tilfælde sætte allerede truede

De internationale aspekter og nationale implikationer af klimatilpasning i den tredje verden skal fremhæves og adresseres langt mere end det hidtil har været tilfældet. En samlet dansk strategi bør ikke alene inkludere sektorernes udfordringer i Danmark men også inkludere indsatser, der retter sig mod at tage højde for de eventuelle nationale sikkerhedsmæssige aspekter af (manglende) klimatilpasning og forebyggelse af klimaændringer i andre dele af verden. Og den danske udviklingsstrategi, som for nylig er blevet opdateret, bør indeholde elementer, der fastholder vigtigheden af klimatilpasningsstøtten som en langsigtet hjælp-til-selvhjælpsstrategi, således som det også fremgår af EU's hvidbog om klimatilpasning. Disse elementer vil utvivlsomt blive mere og mere aktuelle, efterhånden som klimaændringerne og deres konsekvenser slår igennem.

Dansk hjælp til at lette de fattiges klimabyrder

» Klimatilpasning til de fattige gavner Danmark

naturressourcer og fattige befolkningsgrupper, som er afhængige af dem, under yderligere pres og true allerede opnåede udviklingsfremskridt. Det står også klart, at klimatilpasning kræver viden og integration på tværs af mange sektorer, og at globalisering og klimaændringernes grænseoverskridende karakter kræver indsats på alle niveauer: lokalt, nationalt, regionalt – i den rige såvel som i den fattige del af verden.

Fejlslagen klimatilpasning i de fattigste områder kan underminere udviklingsindsatsen. Desuden kan den få uheldige konsekvenser for den rigere del af verden i form af øget pres fra folkevandringer og forringet folkesundhed som følge af naturkatastrofer, øget ressourceknaphed, fødevareknaphed og massiv migration og konflikter i verdens fattigste områder. Danmark har således udover et moralsk ansvar en stor egeninteresse i som en effektiv forebyggende indsats at fastholde et kvalificeret og effektivt system til støtte af klimatilpasning i disse lande. Imidlertid sætter den nuværende internationale økonomiske krise fokus på nationaløkonomier og -budgetter, og oversøisk udviklingsbistand fra mange lande rammes i disse år af nedskæringer. Derfor er det utroligt vigtigt, at Danmark fastholder og styrker sine ambitioner på klimatilpasningsområdet i de fattigste egne.

Det er bedre at være på forkant og prioritere en effektivisering af udviklingsstøtten til klimatilpasning sammen med en solid klimatilpasning herhjemme. Vi kan bygge diger, der sikrer os mod vandstandsstigninger som følge af manglende eller ringe begrænsning af drivhusgasudslip i andre lande, men har vi ikke øje for de større og mere vidtrækkende konsekvenser af ringe klimatilpasning i de fattigste lande, vil selv de højeste diger ikke være nok – i overført betydning.

EU styrker som led i sin klimatilpasningsstrategi analyse og beredskabsplaner og integration af klimatilpasning i konfliktforebyggende redskaber og sikkerhedsreformer. Danmark skal følge op på disse tiltag og samtidig anvende enhver mulighed for at fremme vores egne tilpasnings- og forvaltningsredskaber i en udviklingsmæssig sammenhæng. Danmark har noget at byde på, behovet er stort og samtidig får vi vendt globale problemer til potentielle muligheder for fremme af internationale public relations, dansk knowhow og idealer om bæredygtig udvikling med basis i vores egne løsningsmodeller. Er vi klar til at tage udfordringen op?

Naturen

er en del af løsningen



SYNSPUNKT

Ella Maria Bisschop-Larsen
Præsident,
Danmarks Naturfredningsforening

Sådan lyder svaret fra Danmarks Naturfredningsforening, når spørgsmålet handler om klimatilpasning. Håndteringen af klimaændringerne kan bane vejen for mere natur i det danske landskab, for større biodiversitet, renere vand i søer og åer samt flere grønne og blå åndehuller i byerne. Men det kræver, at vi tænker os om, før vi smider alle pengene i kloakken!

Oversvømmede kyster, vand i kælderens og stormvejr. For mange er klimaændringer ensbetydende med, at naturen skaber problemer, og at den derfor må tæmmes. Lad os prøve en anden tilgang: At bruge naturen til at hjælpe os til at løse klimaudfordringen.

Løsninger i land og by

Vådmarker – søer, åer, enge og lavtliggende landbrugsjorder – fungerer som en slags "svamp", der kan binde vand og langsomt frigive det. Derfor kan nye vådområder bremse vandets vej gennem landskabet, være med til at genskabe værdifuld dansk natur, og samtidig være en fornuftig håndtering af klimaændringerne.

Vi har identificeret 200.000 hektar lavtliggende landbrugsjorder, der kunne tages ud af intensiv landbrugsdrift og i stedet bruges som bufferarealer ved ekstreme nedbørshændelser. De binder vand, der ellers vil havne i kloakrør eller udrettede åer og forårsage oversvømmelser af land- og byområder. De vådområder, der kun oversvømmes en gang imellem, kan stadig bruges til græsning og dermed bidrage til en mere mangfoldig natur og renere vand i søer og åer. Det er derudover en løsning som vil kunne nedbringe det CO₂-udslip, som Danmark er forpligtet til at spare om året, med 10 til 30 procent.

» Naturgenopretning tilbageholder mere vand i landskabet

Desuden skal inddæmmede arealer, tørlagte søer og udrettede vandløb genoprettes til deres oprindelige naturtilstand. Det er ikke bare godt for naturen, men tilbageholder også vandet og gør naturen mere robust over for klimaændringerne.

I byen skal vi – som i vore nabolande – i højere grad åbne vores regnvandssystemer. Det betyder genåbnede åer og flere åbne vandflader i bebyggelserne. Med grønne tage, parkeringspladser der nedsiver regnvandet på stedet, grønne gårde, parker og skovområder kan vi dels forsinke, dels nedsive op til 70 procent af byens regnvand. I en middelstor by som Allerød viser beregninger, at det kun vil kræve tre hektar nye vådområder at håndtere fremtidens øgede mængder regnvand – det svarer til seks fodboldbaner. Oven i hatten giver disse løsninger nye rekreative muligheder for byens beboere, ligesom større sammenhængende grønne områder kan reducere temperaturen lokalt i byen.

Kysten

Danmarks kystlinje på cirka 7.000 kilometer repræsenterer noget af Danmarks mest unikke og vilde natur. En havstigning på en halv meter i løbet af de næste hundrede år vil betyde, at kysten mange steder vil rykke sig op til 150 meter tilbage. Det vil selvfølgelig gå ud over de landskabelige værdier og den biologiske mangfoldighed på strandene. Derfor er det nødvendigt at udlægge områder til nye strandenge længere inde i landet. Diger er en dyr løsning, og de vil stå i vejen for, at de øgede vandmængder især de jyske åer og vandløb, kan løbe ud i havet, hvilket vil resultere i store oversvømmelser. Økonomisk vil digebyggeri være en astronomisk investering som bør begrænses til etablering eller forbedring af diger omkring de større bysamfund.

Vejen frem

Løsningerne er der, så hvad er det vi mangler? Vi skal have en sammenhængende lovgivning der stiller krav til planlægning og giver muligheder for klimatilpasning i det åbne land og byerne. Vi skal have en stat, der træder i karakter og tager ansvar og som koordinerer arbejdet på tværs af kommunegrænser. Vi skal have kommuner som planlægger natur, bebyggelse og byvækst, landbrug og rekreative områder under hensyn til klimaændringerne. Alt sammen med tanke på, at naturen er en del af løsningen. Danmarks Naturfredningsforenings klimatilpasningspolitik – Mere Natur i et ændret klima – peger på løsninger, hvor vi håndterer både klimaændringer og opnår en rigere natur. Det er vejen frem.

Naia Morueta-Holme,
Signe Normand,
Camilla Fløjgaard,
Flemming Skov og
Jens-Christian Svenning,
Aarhus Universitet

Hvad kommer,

Klimaet anses for at være en af de vigtigste faktorer, der styrer arters udbredelse på stor skala. Modeller baseret på de klimatiske forhold, hvorunder en art findes i dag, kan derfor bruges til at beregne, hvor arten vil finde gunstige forhold i fremtiden. Studier baseret på denne type modeller forudsiger dramatiske ændringer i den danske natur over det næste århundrede. Det forventes, at 10-15 % af de danske plantearter vil forsvinde, og omkring to tredjedele af hele floraen vil blive negativt påvirket af klimaændringerne. Gul Stenbræk og Enkelt Månerude, to arter som Danmark har et særligt ansvar for at bevare i henhold til EUs Habitatdirektiv, er i høj risiko for at uddø i Danmark. Tilsvarende studier for de danske pattedyr er knap så pessimistiske, da de fleste arter i forvejen er vidt udbredte i store dele af Europa. Kun Birkemusen forventes at forsvinde på grund af klimaændringerne.

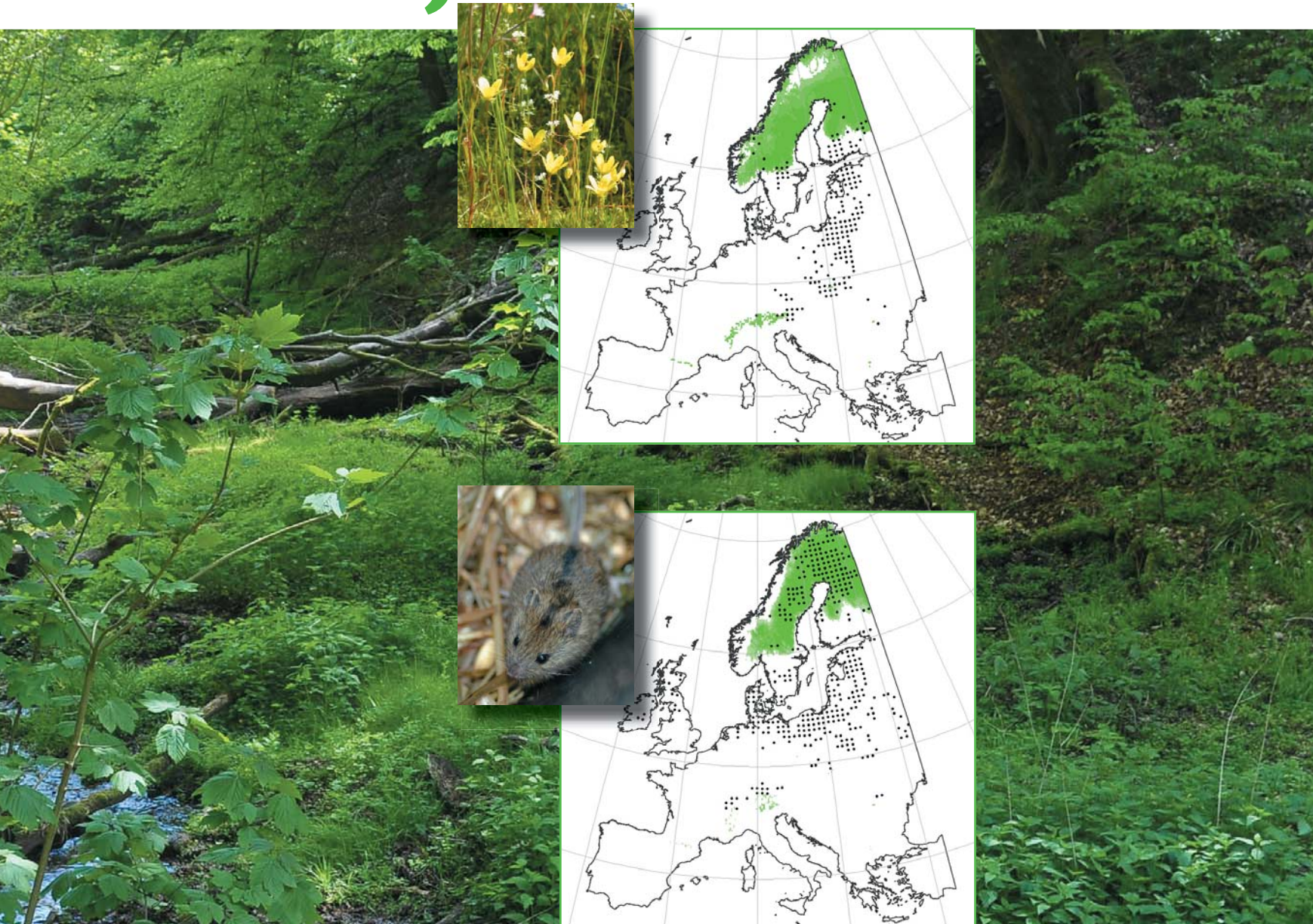
Med et varmere klima kommer der også gunstige forhold for nye, sydlige arter. Vi kan forvente en indvandring af omkring 14-50 % nye plantearter og 17 nye pattedyrarter i løbet af dette århundrede afhængigt af, om de kan sprede sig hertil. Indvandringen kan have negative konsekvenser, hvis indvandrende arter udkonkurrerer hjemmehørende arter. Samtidigt vil arter som Klit-Limurt, Knopnellike, Vinter-Eg og Bøg, der forventes at gå tilbage i Europa, stadig have gunstige forhold i Danmark. Det er derfor vigtigt, at bevaringsstrategier koordineres på tværs af landegrænser.

De største trusler for den danske natur i dag er alle relaterede til menneskets arealanvendelse, især grundet det intensive landbrug og næringsstofforurening. Denne trussel vil i fremtiden sammen med klimaændringerne sætte naturen under ekstra pres. En klimatilpasset naturforvaltning vil derfor kræve en dynamisk strategi primært baseret på overvågning, etablering af store, sammenhængende naturområder, der kan støtte arternes muligheder for at opretholde levedygtige bestande og følge klimaet ved hjælp af spredning, og om nødvendigt aktiv flytning af arter.



Klimaændringerne vil over de næste 100 år ændre levevilkårene for dyr og planter. Hvad kan vi gøre for at hindre negative og uønskede konsekvenser for naturen af et ændret klima?

hvad forsvinder

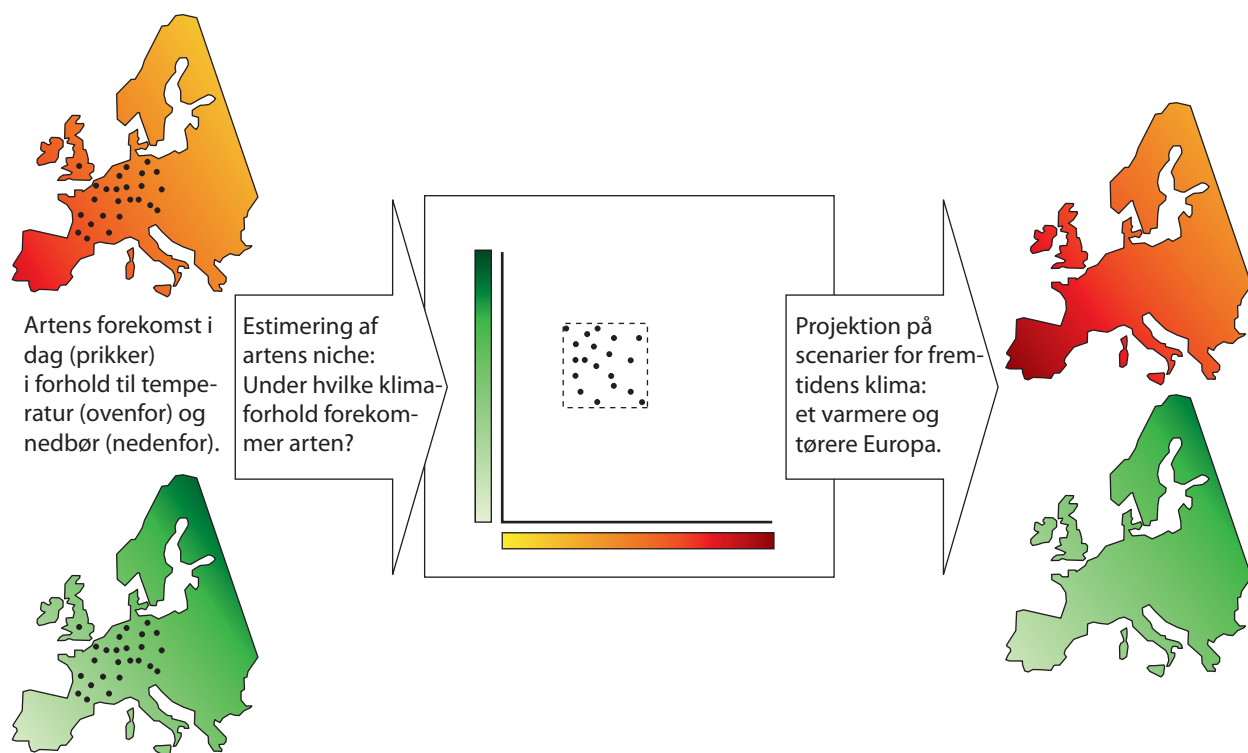


To arter, der sandsynligvis forsvinder fra Danmark i fremtiden. Den nuværende udbredelse (punkter) af Gul Stenbræk (*Saxifraga hirculus*, øverst) og Birkemus (*Sicista betulina*, nederst) og de to arters fremtidige potentielle udbredelsesområde (grøn). Figurene er gengivelser fra Skov et al. 2006. Miljøprojekt, nr. 1120, Miljøstyrelsen og Fløjgaard et al. 2009. IOP Conference Series 8: 012016. Fotos: Kamilla Harlev Jensen og Westy Esbensen.

Naturskov ved Hald Sø.
Foto: J.C. Scou, Biopix.dk.

Forudsigelser af artenes respons på klimaændringerne er et vigtigt værktøj i planlægningen af en klimatilpasset naturforvaltning i Danmark.

Værktøj til forvaltning af



Bioklimatisk modellering

Arternes forekomst styres af et antal miljøfaktorer, for eksempel temperatur, nedbør, jordbundsforhold og næringsstofftilgængelighed, der vekselvirker på forskellig skala i tid og rum. En arts krav (eller tilpasning) til sådanne faktorer beskriver dens niche. Nichen kan projiceres i tid og rum og derved afgrænse artens potentielle udbredelse – altså hvor arten vil kunne finde gunstige levevilkår. Konkurrence fra andre arter eller historiske hændelser, der har udryddet en art fra en given lokalitet eller forhindret den i at sprede sig dertil, betyder dog, at kun få arter formår at findes over alt hvor forholdene ellers er gunstige for dem.

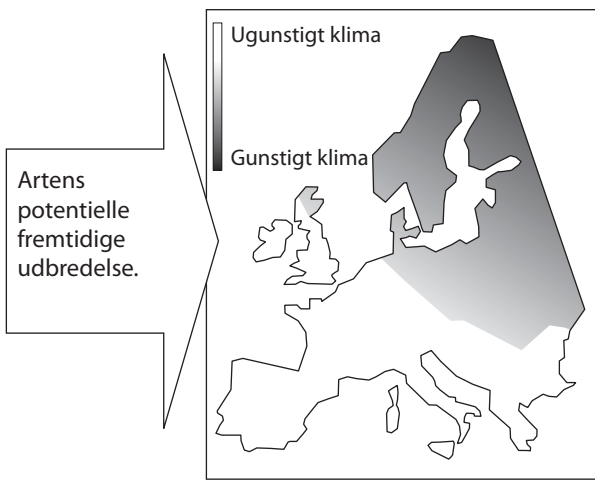
Bioklimatisk udbredelsesmodellering er et nyt værktøj, der kan forudsige en arts potentielle udbredelse ud fra en beskrivelse af artens niche. Artens niche estimeres ved at antage, at artens udbredelse afspejler dens krav eller tolerance til relevante faktorer (oftest forskellige kli-

matiske forhold). Ved at koble data for artens forekomst med data for kendte og relevante faktorer, kan modellen beregne en sandsynlighed for at arten er til stede under givne forhold.

Man kan forestille sig, at energi i vækstperioden (vækst-graddage), minimumstemperatur og vandtilgængelighed er vigtige krav for en plante. Bioklimatisk modellering beregner plantens tolerance (minimum og maksimum) i forhold til disse faktorer og definerer derved plantens niche. Modellens output er en kontinuert værdi mellem 0 og 1, der angiver, hvor gunstigt klimaet er for arten. Maksimalværdien 1 opnås, når alle tre variable ligger inden for den estimerede niche for arten, mens værdien 0 opnås, hvis blot én af de tre variable ligger uden for artens tolerancer. Modellen kan projiceres til fremtidens klima (som for eksempel scenarierne fra FN's klimapanel, IPCC) og forudsige hvor planten

Camilla Fløjgaard,
Naia Morueta-Holme,
Signe Normand,
Jens-Christian Svenning og
Flemming Skov,
Aarhus Universitet

natur *i forandring*



Bioklimatisk modellering.
En hypotetisk arts nuværende forekomst er markeret med prikker. Herudfra defineres de klimatiske forhold, arten kan tolerere (niche). Denne niche kan projiceres til fremtidens klima og forudsige, hvor arten vil finde gunstige klimatiske forhold. I dette tilfælde forudsiger modellen, at artens potentielle fremtidige udbredelse vil ligge længere mod nord end i dag. Arten vil altså sandsynligvis blive truet i sit nuværende udbredelsesområde, og dens fremtidige overlevelse vil afhænge af, om den kan sprede sig mod nord hvor klimaet forudsiges at være gunstigt i fremtiden.

potentielt kan finde gunstige levevilkår i fremtiden. Denne type model bliver derved et vigtigt værktøj i f.t. fremtidens naturovervågning og forvaltning.

Bioklimatisk modellering bygger på observerede sammenhænge mellem forekomst og klimatiske forhold. En vigtig antagelse er, at man har fundet de relevante faktorer for arten og at artens forekomst afspejler dens tolerance i forhold til disse. Metoden er statistisk og kan derfor kun sige noget om, hvor arten i fremtiden sandsynligvis vil finde gunstige levevilkår – den kan imidlertid ikke umiddelbart sige noget om, hvorvidt arten vil være i stand til at sprede sig dertil, eller om den vil kunne konkurrere med de arter, der allerede er der. Mere mekanistiske og dynamiske modeller der bedre kan repræsentere sådanne kompleksiteter er imidlertid under udvikling. Det siger sig selv, at nøjagtigheden af forudsigelserne desuden afhænger af kvaliteten af de

data, de bygger på. Udover eventuelle usikkerheder i data for artens forekomst og nutidens klima, er der også store usikkerheder i forudsigelserne for fremtidige klimascenarier.

Trods modellens antagelser og usikkerhederne er det et vigtigt værktøj – og i dag vores eneste metode til at vurdere omfanget af klimaændringernes konsekvenser for naturen og i særdeleshed den biologiske mangfoldighed. I takt med at modellerne forbedres, vil de blive et endnu vigtigere redskab i naturforvaltningen. I Danmark skal vores forvaltning tilpasses sydlige arter der vil indfinde sig, og i de nordlige lande, Norge og Sverige, skal forvaltningen tilpasses arter der i fremtiden vil have ugunstige forhold i Danmark. Da dyr og planter spreder sig på tværs af grænser, er internationalt samarbejde vigtigt for en effektiv naturforvaltning i en verden, hvor store klimaændringer må forventes.

Et hav af klimadage



Vandstand • Temperaturforhold • Nedbør • Saltholdighed • Vind • Vandudveksling • Havis • Kysterrosion

Klimaændringer

Klimaændringer vil over de næste 20 til 100 år påvirke havet omkring Danmark. Mere CO₂ i atmosfæren gøre havvandet mere surt og højere nedbør vil sænke saltholdigheden.

Stiig Markager
Aarhus Universitet

Kombinationen af mere nedbør, og dermed flere næringsstoffer, og højere temperatur kan give mere iltsvind. Det konkluderede eksperter, der i marts 2010 var samlet i København til en workshop arrangeret af Nordisk Ministerråd.

Workshop-deltagerne diskuterede effekterne af klimaændringer på de marine økosystemer, og deres budskab var, at vi kommer til at se en række nye og i mange tilfælde negative påvirkninger af havmiljøet.

Effekterne vil slå igennem i varierende omfang i Østersøen, Kattegat og Nordsøen, men vandkvalitet, biodiversitet og mulighederne for at udnytte havets ressourcer bliver påvirket. De marine økosystemer er i forvejen hårdt ramt af eutrofiering, forurening med miljøfremmede stoffer og intensivt fiskeri.

Forsuringen af havet vil have alvorlige konsekvenser for mange arter med kalkskaller som for eksempel muslinger, fordi de får sværere ved at danne kalken når der opløses CO₂ i vandet og der bliver mere kulsyre. Lidt overraskende får en forsuring tilsyneladende også store konsekvenser for mange bunddyr, hvis larver i en periode svømmer frit oppe i vandet. Larverne ser ud til at miste orienteringen, når vandet bliver surt.

Iltsvindet

De tilbagevendende problemer med iltsvind bliver sandsynligvis mere omfattende i fremtiden. Varmere vand indeholder mindre ilt, og samtidig går alle forrådnelsesprocesser hurtigere, når det bliver varmere. Beregninger antyder, at de iltsvindsramte områder i Kattegat og Bælthavet bliver to-tre gange større i fremtiden.

Der er dog rigtig mange elementer i samspillet mellem klima og næringsstoffer i havet, som vi ikke ved noget om. En række forhold tyder fx på, at næringsstofferne hurtigere forsvinder ved stigende temperaturer, og dermed vil algevæksten aftage. Det kan i et vist omfang mindske problemerne med iltsvind.

Følsomme arter

Effekterne af højere vandtemperaturer ses allerede på de mest følsomme arter i havet omkring Danmark. Det gælder for eksempel forekomsten af brunalgen *Laminaria sacharina* (sukkertang), som er forsvundet mange steder i danske farvande. Også vores vigtigste plante i havet – ålegræs – får det svært. Ålegræs er på mange måder nøglen til et godt miljø i vores fjorde og kystnære havområder. Dens rolle er lidt som bøgetræerne i en bøgeskov: en organisme som alle andre dyr og planter forholder sig til. Desværre er kombinationen af varmt vand og lave iltkoncentrationer dødelig for ålegræs. Ålegræsset er gået meget tilbage gennem de seneste årtier pga. overgødsning, og den fremgang for planten, man håber på i takt med at der rent faktisk kommer færre næringsstoffer ud i havet fra land, kan vise sig at udeblive på grund af stigende vandtemperaturer.

Fiskerierhvervet må ligeledes forberede sig på markante ændringer. Nye fiskearter fra varmere regioner vil blive mere udbredte og give nye muligheder for erhvervet, mens kendte arter som for eksempel torsk vil få vanskeligheder ved at overleve i især en varmere og mindre saltholdig Østersø. Men også i Nordsøen vil torsken få problemer, hvis den negative effekt af et varmere klima ikke kompenseres ved enten et mere skånsomt fiskeri eller mindre eutrofiering og forurening.

Samlet set er der rigtig meget, vi ikke ved. Vi er kun lige begyndt at løfte sløret for, hvordan især klima og næringsstoffer spiller sammen, og hvad dette samspil betyder for fremtidens havmiljø. Resultater fra forskningsprojekter som BALTADAPT (The Baltic Sea Region Climate Change Adaptation Strategy) får stor betydning for en forståelse af disse sammenhænge. En forståelse, der kan bruges i en forvaltning af det marine miljø omkring Danmark, der også har fokus på tilpasning til de varslede klimaændringer.

Fiskekutter på vej ud af Gilleleje havn.
Foto: Karsten Dahl, Aarhus Universitet.

Karen Edelvang
De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

Kyster i knibe

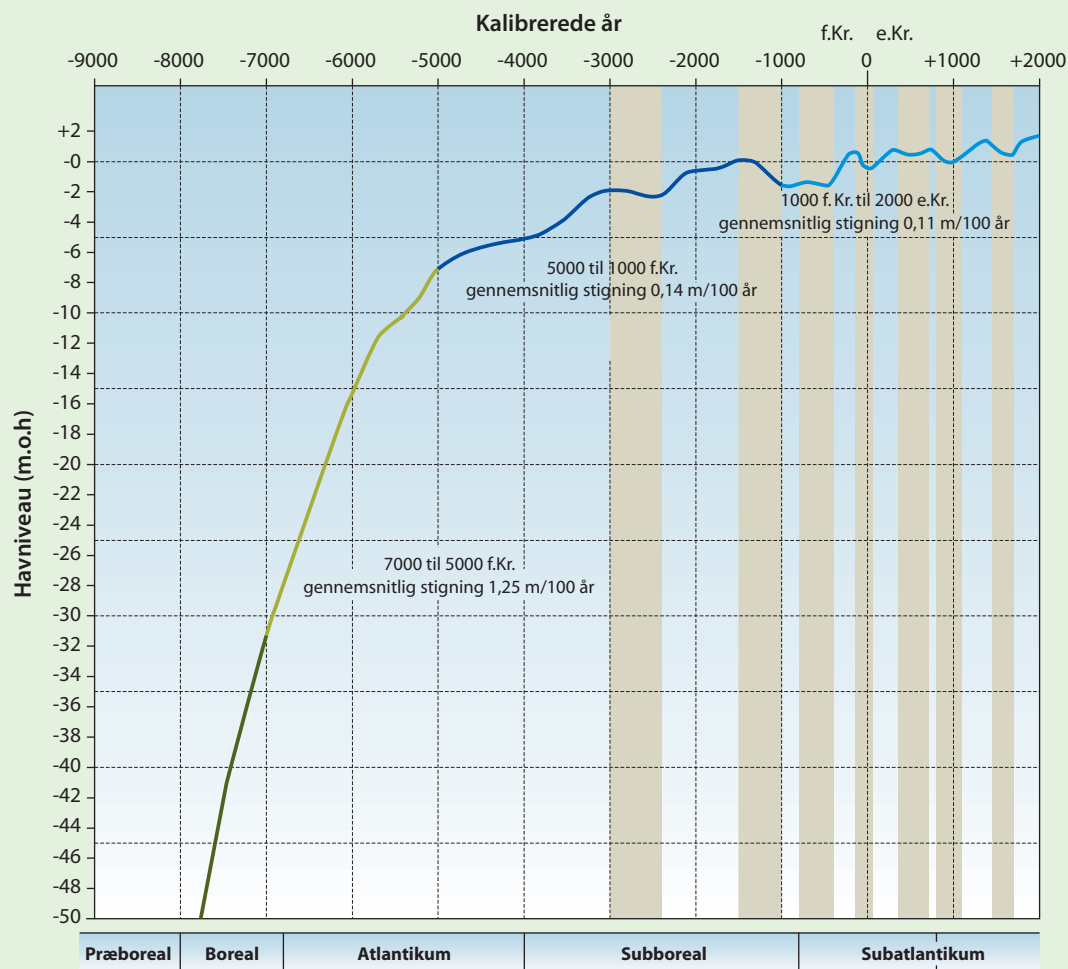


"Fra Moesgård Strand", maleri af Janus La Cour, 1892.
Foto: Ole Hein Pedersen, 3generationer.dk.



» Som samfund er vi nødt til at forholde os til en række spørgsmål omkring beskyttelse af beboere og værdier i de udsatte områder

Den relative havspejlsstigning i Danmark gennem de seneste 10.000 år.
Gentegnet fra Geovidens 2009:1.



Mange interesser skal forenes i den fremtidige beskyttelse af Danmarks kyster mod et stigende havspejl. Det centrale spørgsmål bliver: Hvilke værdier vægter vi højest?

De danske kyster er en vigtig del af vores nationale særpræg og har siden jægerstenalderen været en yndet lokalitet for såvel beboelse som erhverv. Danmark har ca. 7.000 kilometer kystlinje, hvoraf cirka halvdelen stadig fremstår i sin naturlige tilstand.

Det danske kystlandskab er formet siden den seneste istid sluttede for omkring 12.000 år siden. Da isen begyndte sin afsmeltning, var Danmark fortsat landfast med Skåne, Nordtyskland og England. Man regner med, at havspejlet i Fastlandstiden var mere end 50 meter under det nuværende niveau. Siden har skiftende dynamiske processer drevet af bølger, strøm og vind formet kystens landskaber til dem vi har i dag. Det betyder, at den danske kystlinje er under stadig forandring, og klimaændringerne vil yderligere medvirke til denne forandring. De seneste 5.000 år er havspejlet steget cirka 5 meter. De seneste rapporter fra FN's Klimapanel IPCC forudsiger en havspejlsstigning på op mod en meter i dette århundrede. Det er således en langt hurtigere stigning, de danske kyster nu risikerer at skulle tilpasse sig til.

Når havet stiger, ændres betingelserne på vores kyster. Som samfund er vi nødt til at forholde os til en række spørgsmål omkring beskyttelse af beboere og værdier i de udsatte områder. Det kan være i forhold til at bevare havnene aktive for fiskeri, transport og anden erhvervsudnyttelse, eller det kan være en afvejning af fordelene ved at udvikle attraktive områder for turisme i forhold til at beskytte og pleje det uforstyrrede kystlandskab og den unikke natur i disse områder. Enhver aktivitet i kystzonen har indflydelse på kystlandskabet og de eksisterende kulturhistoriske værdier i de kystnære områder. Sådan har det altid været, men når klimaet ændres, så havet stiger og flere storme vil påvirke kysterne og mere vand i landskabet skal ud til kysten, opstår der nye dilemmaer. Det gælder navnlig i valget mellem at beskytte kysten ved hjælp af kystsikring eller strandfodring og at lade naturen herske ved at afgive kystområderne til naturens egne processer.

Det er en samfundsmæssig beslutning, hvordan de forskellige interesser skal varetages, når klimaets effekter på de danske kyster viser



Strandfodring med sand ved Blåvand – set fra oven.
Foto: Hunderup luftfoto og Kystdirektoratet.

sig; ligesom der er en række hensyn at tage, når vi i de kommende år skal holde takt med havspejlsstigningen. Et vigtigt værktøj er ICZM (integrated coastal zone management), hvor alle interesser i kystzonen skal vurderes. Med udgangspunkt i anbefalinger fra EU skal der tages højde for:

- den overordnede lovgivning, nationalt og EU
- deltagelse af alle med interesse i området: sommerhusejere, turisme, landbrug, fiskeri, erhverv
- tilvejebringelse af tilstrækkelig og relevant viden om fysiske og biologiske aspekter
- vurdering af kysten som et samlet økosystem for at sikre, at man ikke skader en del af området når man sikrer en anden
- de socioøkonomiske aspekter i form af turisme, landbrugspraksis, bevaringsværdige naturområder med mere
- tekniske aspekter: skal der bygges diger eller strandfodres?

I Danmark har vi en lang tradition for at forholde os til, hvordan vi skal beskytte vores kyster. Beskyttelsen involverer en række myndigheder som Kystdirektoratet, der giver tilladelser til havanlæg, statens miljøcentre, der står for strandbeskyttelsen, og kommunerne, der står for naturbeskyttelse og adgangsforhold. Andre myndigheder som Naturstyrelsen (pr. 1.1. 2011) og Kulturarvsstyrelsen har ansvar for blandt andet bevaringsaspekter. I 1937 ændrede man naturfredningsloven og indførte en strandbebyggelseslinje på 100 meter fra kysten og i 1994 udvidedes den bebyggelsesfri zone til 300 meter. Vores erfaring med kystbeskyttelse igennem tiderne er et rigtig godt grundlag for vores kystforvaltning, fordi vi allerede er vant til, at der er love og begrænsninger for, hvordan man skal udnytte kystzonen.

Det centrale spørgsmål bliver derfor hvilke værdier, vi vil prioritere i det fremtidige kystlandskab. Erfaringerne fra workshops med interessenterne i kystområderne viser, at man gerne vil bevare væsentlig infrastruktur som byer og havne intakte i kystzonen, mens

man er villig til at lade naturområder udvikle sig i takt med havspejlsstigningerne. Mange anser også en langsigtet tilbagetrækning af sommerhusområder og braklægning af landbrugsjord for at være en rimelig løsning (Fra: Nyt Klima, nyt liv. Teknologirådet).

Beskyttelse af infrastruktur, byer og havne løses traditionelt teknisk ved kystsikring i form af hofdeanlæg foran kysten. Men de skæmmer ofte kystlinjen og reducerer samtidig muligheden for rekreativ brug af strandzonen. Strandfodring er et alternativ, som vedligeholder kysten på en mere naturlig måde. Med et hastigere stigende havspejl vil behovet for strandfodring dog øges, og man skal finde betydelige mængder sand på havbunden til formålet.

I takt med, at klimaændringer udsætter dele af vores kyster for større erosion, øges behovet for at veje hensynene til de lokale lodsejeres forskellige interesser op mod samfundets overordnede interesse for at bevare en smuk og naturlig kyst, der udvikler sig og forandres over tid.



Ellen Margrethe Basse
Professor, dr.jur.,
Aarhus Universitet

Klimatilpasset lovgivning?

Der er behov for en moderne helhedsorienteret, overskuelig og klimatilpasset lovgivning med klare regler om ansvarsfordeling og samarbejde.

Vi har ikke en klimatilpasset lovgivning i Danmark. Og der er heller ikke lagt op til, at vi får det, medmindre EU-lovgivningen nødvendiggør det. Myndigheder, virksomheder og enkeltpersoner skal klare klimatilpassningen *ad hoc*. Det fremgår af regeringens "Strategi for klimaændringer i Danmark" fra marts 2008. Strategien fremhæver behovet for koordinering nationalt og med udviklingen i EU. Det sikres ifølge strategien blandt andet via det tværministerielle Koordinationsforum for Klimatilpasning og det nationale Videncenter under Klima og Energiministeriet.

Den vertikale koordinering er imidlertid meget vanskelig. De myndigheder, der skal træffe konkrete afgørelser, kan ikke frit koordinere med andre. Forvaltningsretten og den eksisterende lovgivning udelukker en sådan frihed. Arbejdet med at koordinere horisontalt er lige så vanskeligt.

Mange af de centrale danske miljølove er af ældre dato. Moderniseringen foregår dels som sammenskrivninger (jf. især 1972/74-reformen og 1991/92-reformen), dels som lappeløsninger. Meget ofte er tiltagene begrundet i EU-direktiver – uden at den helhedstænkning (baseret på integrationsprincippet), der præger EU's moderne miljølovgivning og klimatilpasningstankegang, får indflydelse på helheden.

» Systemet skaber uklarhed om fordelingen af ansvaret

Fx skaber *lov om vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer* – som skal bidrage til gennemførelsen af EU's oversvømmelsesdirektiv – ikke gode rammer for koordinering. Den nye lov, der trådte i kraft 1. januar 2010, omfatter langt fra alle oversvømmelsesbegrundede klimatilpasningsbehov. Den omfatter for eksempel ikke oversvømmelse af kysterne – det er den eksisterende kystbeskyttelseslov, der her er administrationsgrundlaget.

Oversvømmelsesloven omfatter heller ikke kloakker. Det skal klares efter miljøbeskyttelsesloven. Trusler imod vandforsyningen skal klares via vandforsyningsloven. Oversvømmelse af marker skal klares gennem vandplaner efter miljømålsloven. Beredskabet i forhold til konkrete oversvømmelser skal klares med udgangspunkt i beredskabsloven. Og jeg kunne blive ved med flere eksempler på, at den nye lov blot føjes til et utal af love, som myndigheder, virksomheder og private i forvejen har meget vanskeligt ved at finde rundt i. Systemet skaber uklarhed om fordelingen af ansvaret. Det gør det vanskeligt at koordinere den forebyggende indsats.

Ja tak!

Følgende forfattere har bidraget til artiklerne i Klima&Tilpasning

Aagaard, Niels-Jørgen
Forskningschef
Statens Byggeforskningsinstitut
Aalborg Universitet
nja@sbi.dk

Basse, Ellen Margrethe
Professor, dr.jur.
Aarhus Universitet
emb@sam.au.dk

Beim, Anne
Professor, ph.d, arkitekt maa
Kunstakademiets Arkitektskole
Anne.Beim@karch.dk

Bisschop-Larsen, Ella Maria
Præsident
Danmarks Naturfredningsforening
emb@dn.dk

Bygbjerg, Ib
Professor
Institut for International Sundhed,
Immunologi og Mikrobiologi
Københavns Universitet
iby@sund.ku.dk

Christensen, Jens Hesselbjerg
Forskningsleder
Danmarks Klimacenter
Danmarks Meteorologiske Institut
jhc@dmi.dk

Dissing, Henrik
Konsulent
DI Miljø
hedi@di.dk

Edelvang, Karen
Afdelingschef
Maringeologi og Glaciologi
De Nationale Geologiske
Undersøgelser for
Danmark og Grønland
kae@geus.dk

Fløjgaard, Camilla
Ph.d-studerende
Biologisk Institut
Aarhus Universitet
Camilla.floejgaard@biology.au.dk

Færgeman, Ole
Professor, dr.med.
Medicinsk-Kardiologisk Afdeling
Århus Universitetshospital
ferryman@mail.tele.dk

Halsnæs, Kirsten
Programleder
DTU Klimacenter
Danmarks Tekniske Universitet
khal@risoe.dtu.dk

Henriksen, Hans Jørgen
Seniorrådgiver
De Nationale Geologiske
Undersøgelser for
Danmark og Grønland
hjh@geus.dk

Henze, Mogens
Institutdirektør
DTU Miljø
Danmarks Tekniske Universitet
moh@env.dtu.dk

Johansen, Niels Bent
Udviklingschef
Københavns Energi
nbj@ke.dk

Kjærgaard, Peter C.
Professor
Aarhus Universitet (p.t. ophold ved
Harvard University)
pck25@cam.ac.uk

Kliem, Nicolai
Sektionsleder
Center for Ocean og Is
Danmarks Meteorologiske Institut
nk@dmi.dk

Konradsen, Flemming
Professor, viceinstitutleder
Institut for International Sundhed,
Immunologi og Mikrobiologi
Københavns Universitet
flko@sund.ku.dk

Larsen, J. Bo
Professor
Skov & Landskab
Københavns Universitet
jbl@life.ku.dk

Markager, Stiig
Seniorforsker
Afdeling for Marin Økologi
Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet
ssm@dmu.dk

Morueta-Holme, Naia
Ph.d-studerende
Biologisk Institut
Aarhus Universitet
morueta.holme@biology.au.dk

Normand, Signe
Postdoc
Biologisk Institut
Aarhus Universitet
signe.normand@biology.au.dk

Olesen, Jørgen E.
Forskningsprofessor
Institut for Jordbrugsproduktion
og Miljø
Det Jordbrugsvidenskabelige
Fakultet
Aarhus Universitet
JorgenE.Olesen@agrsci.dk

Olesen, Martin
Cand.scient. i geofysik
Danmarks Klimacenter
Danmarks Meteorologiske Institut
mol@dmi.dk

Rasmussen, Jan
Miljøinspektør
Center for Park og Natur
Københavns Kommune
jrasmu@tmf.kk.dk

Rasmussen, Torben Valdbjørn
Seniorforsker
Statens Byggeforskningsinstitut
Aalborg Universitet
tvr@sbi.dk

Refsgaard, Jens Christian
Forskningsprofessor
Hydrologisk afdeling
De Nationale Geologiske
Undersøgelser for
Danmark og Grønland
jcr@geus.dk

Schiøler, Karin
Postdoc
Institut for International Sundhed,
Immunologi og Mikrobiologi
Københavns Universitet
ksch@sund.ku.dk

Skov, Flemming
Forskningschef
Afdeling for Vildtbiologi og
Biodiversitet
Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet
fs@dmu.dk

Sonnenborg, Torben O.
Seniorforsker
Hydrologisk afdeling
De Nationale Geologiske
Undersøgelser for
Danmark og Grønland
tso@geus.dk

Sundin, Hanne Møllegaard
Konsulent
DI Videnrådgiverne
hasu@di.dk

Svenning, Jens-Christian
Professor
Biologisk Institut
Aarhus Universitet
svvenning@biology.au.dk

Villhøth, Karen Grothe
Seniorforsker
Hydrologisk afdeling
De Nationale Geologiske
Undersøgelser for
Danmark og Grønland
kgv@geus.dk



Danmarks Meteorologiske Institut

» Dét kan vi forvente i 2100

Klimaet er i forandring. Den globale opvarmning er en realitet, sk nt opvarmningen de seneste fem år ikke har været så markant som i perioden umiddelbart før. Denne midlertidige opbremsning ligger inden for forventelige korttids-variationer i klimasystemet. Men variationer i solens aktivitet og andre naturlige effekter kan ikke forklare de klima-ændringer, vi hidtil har været vidne til. Den globale middeltemperatur vil fortsat stige i takt med udledningen af drivhusgasser. Atmosfærens koncentration af CO₂ er imidlertid steget mere end tidligere antaget blandt andet på grund af, at optaget af CO₂ svækkes ved højere temperatur. Med udgangspunkt i IPCC's A1B-scenarie, beregnet i forhold til perioden 1961-1990, må vi forvente følgende i 2100:

- Temperaturen stiger med cirka 3 grader.
- Hedebl ger vil forekomme oftere – cirka 4 dage mere om året.
- T rkeperioderne vil forlænges med cirka 12 dage om året.
- Havniveauet vil stige med mellem 0,1 meter og 1,2 meter inklusiv landhævning og ændrede vindforhold. Det er mere end tidligere antaget. Begrænset viden om iskappernes afsmeltning g r estimeret forholdsvis usikkert, men alt tyder på, at udmeldingen i IPCC's fjerde hovedrapport er for lav, som panelet også selv anfører i sin rapport.
- En 50-års stormflodshændelse, som i perioden 1961-1990 medførte vandstandsstigninger på 1,4 meter, vil allerede i 2050 medføre stigninger mellem 1,6 til 1,9 meter.
- Verdenshavene forsures på grund af mere CO₂ i atmosfæren og pH-værdien vil falde med 0,14-0,35.

Information om klima og klimatilpasning opdateres løbende på Klima- og Energiministeriets web-portal: www.klimatilpasning.dk