



Drivhuseffekten, Danmark og dagligdagen

Af Anne Mette K. Jørgensen og Bjarne Siewert-

Fig.3: Flere storme betyder også problemer for en del af vores infrastruktur. Her har Claus Kern-Hansen, DMI, fanget et væltet træ efter en storm i januar 2007.

Det mellemstatlige klimapanel IPCC barslede tidligere på året med sin længe ventede statusrapport om klodens klimatiske tilstand. Denne artikel belyser, hvad det egentlig var de lagde frem, og hvad det betyder for Danmark.

Efter et 2006 med mange vejrrekorder er klima og klimaændringer for alvor kommet i fokus i Danmark. Året som helhed blev det varmeste, siden DMI's målinger begyndte i 1870'erne, med 1,7 °C over normalen (defineret som gennemsnittet over 30-årsperioden 1961-90.). Juli satte varmerecord og blev den solrigeste måned i 60 år, mens august blev den vådeste i 40 år. Efteråret og vinteren satte varmerecord, og vinteren blev også den vådeste i vejrhistorien. Det er nok at tage munden for fuld af tilskrive disse mange vejrrekorder den menneskeskabte drivhuseffekt, men 2006 giver alligevel en

forsmag på det normale danske klima fra midt i det indeværende århundrede.

Hvad siger forskerne?

Danske vejrrekorder fortæller ikke noget om globale klimaændringer, deres årsager eller om fremtidens klima. Vil man have noget at vide om disse store emner, så er det mellemstatslige klimaeksperterpanel IPCC det bedste bud. IPCC baserer sine vurderinger af klimaudviklingen på klimamålinger fra alle landes meteorologiske institutter og på resultater fra klimaforskningen, som publiceres i den videnskabelige litteratur.

På et møde i Paris den 28. januar til 1. februar i år færdiggjorde IPCC rapporten "Climate Change 2007 - The Physical Science Basis".

Rapporten har følgende hovedkonklusioner:

- Atmosfærens indhold af kuldiioxid, metan og lattergas er steget markant siden 1750, som følge af menneskets aktiviteter.
- Det fører til klimaændringer, og det er meget sandsynligt, at det meste af den observerede temperaturstigning siden midt i 1900-tallet skyldes

menneskeskabte stigninger i drivhusgaskoncentrationer.

- Fortsat udledning af drivhusgasser på nuværende eller højere niveau giver yderligere opvarmning og andre klimaændringer, som meget sandsynligt er større end dem, der er sket i det 20. århundrede.
- Opvarmningen vil fortsætte i århundreder, selv hvis drivhusgaskoncentrationerne bliver stabiliseret.

Dette virker måske ikke som nyt eller overraskende, men den nye rapport er baseret på mange nye data og studier, og den bekræfter og styrker konklusionerne fra panelets foregående rapporter, samtidig med at den indeholder meget mere regional information.

Øget drivhuseffekt

Atmosfærens indhold af kuldioxid, metan og lattergas er steget markant siden 1750 som følge af menneskets aktiviteter og er nu langt højere end før-industrielle værdier bestemt ud fra iskerner, som dækker mange tusinde år. Stigningen i kuldioxid-koncentration skyldes primært brug af fossile brændsler (kul, olie og naturgas), mens stigningen i metan og lattergas primært skyldes landbrug.

Der er også bidrag til opvarmningen fra halocarboner og troposfærisk ozon, mens udslip af sulfatpartikler i forbindelse med afbrænding af fossile brændsler giver en afkøling. Nettovirkningen af menneskets klimapåvirkning er en opvarmning.

Observerede klimaændringer

Opvarmning af klimasystemet er utvetydig, og den ses blandt andet i stigninger i globale luft- og havtemperaturer, smeltning af sne og is og stigende havniveau. Ud af de seneste 12 år, altså siden 1995, har de 11 af årene været varmere end noget år i den foregående periode, siden målin-

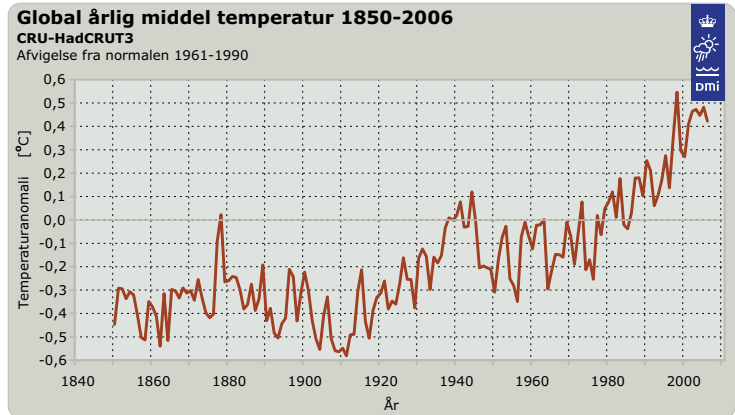


Fig. 1: Den globale temperatur nær overfladen. Data indsamles fra de nationale meteorologiske institutter af Climate Research Unit, University of East Anglia. Grafik DMI.

ger begyndte midt i 1800-tallet. 2006 blev de sjettevarmeste år, som er målt.

Der er også andre ændringer i klimasystemet, for eksempel ændringer i nedbørsmønstre med øget nedbør nogle steder, hyppigere forekomst af kraftig nedbør, og længere og mere intense tørkeperioder andre steder. Udstrækningen af arktisk havis om sommeren er mindsket med 20 % siden 1978.

IPCC konkluderer, at der er meget sandsynligt, at de menneskeskabte øgninger af drivhusgaskoncentrationen har forårsaget det meste af den globale opvarmning siden midt i det 20. århundrede.

Fremtidens klima

Fremtidens klimaudvikling afhænger af udviklingen i udslippene af drivhusgasser og andre stoffer, som påvirker klimaet. Disse udslip afhænger af den demografiske, teknologiske og økonomiske udvikling.

IPCC har i en rapport fra 2000 beskrevet en række alternative fremtidsscenerier, som ikke indeholder en klimapolitik. Disse scenarier er samlet i grupper, kaldet A1, A2, B1 og B2. Yderligere er A1-scenerierne opdelt i tre,

nemlig A1FI, som forudsætter intensivt brug af fossile brændsler, A1T, som forudsætter hurtig teknologisk udvikling væk fra fossile brændsler og endelig A1B, som er en balanceret udvikling imellem A1FI og A1T.

For de næste to årtier beregner klimamodellerne en temperaturstigning på 0,2°C pr. tiår for alle IPCC's scenarier. Hvis man derimod forestillede sig, at koncentrationerne af drivhusgasser og aerosoler kunne have været fastholdt konstant på år 2000-niveauet, ville stigningen blive begrænset til 0,1 °C pr. tiår, og stigningen frem til sidst i århundreudet ville blive mellem 0,3 og 0,9 °C.

Fortsat udledning af drivhusgasser med nuværende eller højere hastighed fører til yderligere opvarmning og mange andre ændringer i det globale klimasystem i det 21. århundrede - ændringer som med stor sandsynlighed bliver større end dem, vi har set i det 20. århundrede.

For 2090-2099 i forhold til 1980-1999 er de sandsynlige globale temperaturstigninger for det laveste IPCC-udslipsscenario mellem 1,1 og 2,9°C og for det højeste scenario mellem 2,4 og 6,4°C, se tabellen nedenfor.

	Bedste estimat °C-ændring i 2090-2099	Sandsynligt °C-interval i 2090-2099	Havniveau- ændring, beregnet i 2090-2099
Konstant år 2000-koncentration	0,6	0,3 - 0,9	
B1-scenariet	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
A1T-scenariet	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
B2-scenariet	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
A1B-scenariet	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
A2-scenariet	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
A1FI-scenariet	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

IPCC-scenariereporten indeholder fire hovedgrupper af udslipsscenarier, som tilsammen viser en stor variation i de globale udslip. De fire hovedgrupper, som betegnes A1, A2, B1 og B2, er bygget på fire forskellige sammenhængende sæt af forudsætninger.

- A1-scenariet bygger på et fremtidsbillede karakteriseret ved høj økonomisk vækst, lav befolkningsvækst og hurtig introduktion af effektive teknologier, der medfører lavt drivhusgasudslip. Scenariet forudsætter også en globalisering af økonomierne og stor indkomstudjævning mellem regionerne. Samlet er resultatet i A1-scenariet høj økonomisk vækst og en moderat stigning i drivhusgasudslip.
- A2-scenariet forudsætter lille global økonomisk integration og langsommere teknologisk udvikling. Samtidig forudsættes fortsat høj befolkningstilvækst. Resultatet af disse forudsætninger er en markant mindre økonomisk vækst end i A1, men lige så store drivhusgasudslip.
- B2-scenariet forudsætter moderat vækst i befolkningen og økonomierne og en langsommere udvikling i miljøteknologier end i A1- og B1-alternativerne. Ligesom for A2-scenariet forudsættes relativt lille global økonomisk integration, og disse antagelser medfører tilsammen, at B2-scenariet forudsiger mindre drivhusgasudslip end A1- og A2-scenariet, men højere udslip end B1.

For hver scenariegruppe er der udvalgt et særligt scenario, som kan bruges til at karakterisere scenariegruppens resultater. Figuren viser de fire IPCC-hovedscenarier, med tre alternativer for A1-scenariet, en fossilintensiv (A1FI), en teknologisk orienteret (A1T) og en balanceret (A1B).

For alle scenarier viser modelberegningerne et mønster i opvarmningen svarende til det, som vi har observeret over de seneste årtier. For eksempel er opvarmningen størst over land og på de fleste høje nordlige breddegrader og mindst over Sydhavet og dele af Nordatlanten.

De globale vandstandsstigninger for det laveste scenario er 18-38 cm og for det høje mellem 26 og 59 cm. 60-70 % af stigningerne skyldes vandets varmeudvidelse, mens resten er bidrag fra afsmeltning af iskapper og gletschere.

De globale vandstandsstigninger kan dog vise sig at blive højere, da nye observationer antyder, at isen måske er mere sårbare.

Figur 2 : Lavtliggende områder kan komme i problemer under kommende havniveaustigning. Her er det Kurt Winklers linse ud over en oversvømmet eng ved Mørke efter en storm.



bar over for opvarmning end hidtil antaget. De iskappemodeller, som er benyttet til vurderingerne af afsmeltningen, indeholder ikke alle kendte processer, fordi der ikke er tilstrækkelig viden.

Reduktion af den grønlandske iskappe vil også bidrage til havniveaustigninger efter 2100. De nuværende modeller antyder, at en global opvarmning på mere end 1,9-4,6 °C i forhold til før-industriell tid kunne føre til stort set fuldstændig afsmeltning af indlandsisen og en global vandstandsstigning på 7 m, hvis opvarmningen varer ved i årtusinder. Iskernedata viser, at temperaturen i de polare egne i den sidste mellemistid for 125.000 år siden sandsynligvis var 3-5 grader varmere end nu og den globale vandstand 4-6 m højere. Den grønlandske iskappe og andre arktiske iskapper har sandsynligvis højest bidraget med 4 m til denne vandstandsstigning, og der kan også have været et bidrag fra Antarktis.

Modelberegninger fremskriver, at den antarktiske iskappe vil være for kold til, at der sker udbredt afsmeltning, og den forventes at vokse som følge af øget nedbør.

Et spørgsmål, som ofte stilles, er, hvad der sker med Golfstrømmen. Her viser modelberegningerne, at den svækkes i løbet af århundredet. For scenariet A1B viser modellerne en reduktion på omkring 25 %. Alt andet lige ville dette føre til en afkøling i det atlantiske område, men temperaturen stiger alligevel her, fordi opvarmningen som følge af øget drivhuseffekt er meget større. Det er meget usandsynligt, at der vil ske bratte ændringer i den nordatlantiske strømning i dette århundrede, men det er ikke muligt med sikkerhed at sige noget om, hvad der kan ske på længere sigt.

Menneskeskabte klimaændringer fortsætter efter år 2100. Processerne i klimasystemet og

deres tidsskalaer sammen med såkaldte tilbagekoblinger gør, at menneskeskabt opvarmning og havniveaustigninger vil fortsætte i århundreder, selv hvis drivhusgaskoncentrationerne blev stabiliseret.

Hvad er der sket i Danmark indtil videre?

Helt overordnet kan vi se, at landstemperaturen i Danmark er stigende over en årrække og alle årene siden 1988 har været varmere end den klimanormal, som forskerne refererer til, nemlig perioden fra 1961-1990. Siden 1870 er middeltemperaturen i Danmark steget med 1,5 °C.

I samme periode er mængden af nedbør også tiltaget over Danmark. Selvom der er store regionale forskelle i mængden af nedbør over Danmark på årsbasis, så kan der alligevel registreres en stigning på omkring 100 mm på årsbasis siden 1870.

"Mere af det hele-tendensen" genfindes i det vindmønster, der påvirker Danmark. En optælling af orkaner og orkanagtige storme over Danmarksiden 1890 viser, at hyppigheden er stigende, selvom den slags vindhændelser generelt er for sjældne til at udtale sig med sikkerhed om en tendensudvikling.

Hvad sker i fremtiden i Danmark?

Ifølge tre udvalgte klimascenarier vil Danmark klima i år 2100 have oplevet en temperaturstigning på mellem 0,7 og 4,6 °C i forhold til temperaturen i 1961-90. Opvarmning vil være mest markant om natten. Vi vil se, at vinternedbøren er steget moderat, mens sommernedbøren er aftaget en smule i forhold til vores nuværende situation. Til den tid vil vi formentlig også få flere episoder med kraftig nedbør – særligt i efteråret og vi vil få flere perioder med decideret tørke i vækstsæsonen. Vandstanden i de højeste stormfloder vil i år 2100

for scenario A2 stige med 0,45-1,05 m. Stigningen er en kombination af en generel vandstandsstigning og en stigning som følge af ændringer i vindretning og maksimal stormstyrke.

Hvad betyder det konkret for hverdagen?

Konsekvenserne for danskerne i et fremtidigt ændret klima er mange, og det vil være for omfattende at nævne dem alle her, men de åbenlyse er:

Kraftigere nedbørhændelser vil betyde, at kloaker, dræn og tagrender skal konstrueres til at kunne håndtere større mængder vand. På vejene vil aquaplaning og oversvømmelser være problemer, der skal tages hånd om.

Varmere somre og mildere vintre øger behovet for afkøling indendørs om sommeren og reducerer behovet for indendørs opvarmning om vinteren. Til gengæld kan der blive behov for at veje og jernbaner tager højde for det ændrede føre. Det kan for eksempel betyde, at skinner skal afkøles om sommeren, og at vejtemperaturen i vintermåneder oftere vil svinge omkring frysepunktet med flere glatførehed til følge. Flora og fauna til lands og til vands vil ændre sig i takt med, at temperaturen stiger, således at sammensætningen skifter til fordel for mere varmekrævende arter. Et generelt varmere klima betyder også noget for vores helbred. Således vil vi for eksempel opleve flere hede-bølger og længere pollensæsoner. I den anden af skalaen vil en længere udesæson måske kunne forbedre vores almene helbred. Og skal vi jo ikke glemme, at en længere udesæson formentlig vil være gavnligt for Danmarks turistliv.

En forøget vandstand og et ændret vindmønster vil betyde, at de stormfloder som i dag er 100-årshændelser i Vadehavet vil forekomme med 5-15 års mellemrum.

Baggrund

IPCC blev oprettet i 1988 af FN's særorganisationer for meteorologi (WMO) og miljø (UNEP).

IPCC har til opgave at vurdere den videnskabelige, tekniske og samfundsøkonomiske information, som er relevant for forståelse af risikoen for menneskeskabte klimaændringer, deres potentielle virkninger og muligheder for tilpasning til og modvirkning af klimaændringer.

Panelet udgav sin første store vurderingsrapport i 1990, den anden i 1995 og den tredje i 2001. Desuden har panelet udgivet en række særrapporter og tekniske rapporter.

Panelet besluttede på et møde i 2002, at der skulle udarbejdes en 4. vurderingsrapport, som skulle udkomme i 2007. Rapporten vil - lige som de foregående vurderingsrapporter - bestå af rapporter fra panelets tre

arbejdsgrupper for henholdsvis 1) den videnskabelige viden om klimaændringer, 2) virkninger af og tilpasning til klimaændringer og 3) modvirkning af klimaændringer. Desuden udarbejdes en såkaldt synteserapport, som behandler tværgående emner og sammenfatter konklusionerne fra de tre arbejdsgrupperapporter.

Rapporterne færdiggøres i løbet af året. Arbejdsgruppe-1-rapporten blev færdiggjort den 2. februar, arbejdsgruppe-2-rapporten behandles på et møde, som slutter den 5. april, arbejdsgruppe-3-rapporten planlægges færdiggjort den 3. maj og synteserapporten i november.

Danmarks deltagelse i IPCC koordineres af Miljøstyrelsen og DMI.

Læs hele IPCC-rapporten på: www.ipcc.ch.

Anne Mette K. Jørgensen

Leder af Danmarks Klimacenter og

Bjarne Siewertsen

Informationschef, begge Danmarks Meteorologiske Institut.

Links

Læs mere om IPCC og klimaet før, nu og i fremtiden i DMI's tema-kompleks:

- IPCC 2007: http://www.dmi.dk/dmi/index/viden/ipcc_2007.htm.
- Klimaudviklingen frem til i dag: http://www.dmi.dk/dmi/index/viden/klimaet_indtil_nu.htm
- Fremtidens klima: http://www.dmi.dk/dmi/index/viden/fremtidens_klima-2.htm
- Virkninger af klimaændringer: http://www.dmi.dk/dmi/index/viden/virkninger_af_klimaaendringer.htm

Klimadebattens brændpunkter



Beskrivelse: Forandringer i klimaet er ikke teori, som analyseres og diskuteres af fagfolk. De er allerede barsk virkelighed for millioner af mennesker Kloden rundt.

I foråret 2004 besøgte tre reportere fra Mogenavisen Jyllands-Posten seks af klimadebattens brændpunkter for at beskrive forandringer i Brasiliens regnskov, Arktisk Canada, et ø-rige i Stillehavet, Shanghais vækstområde, Punjabs kornkammer og det tørkeramte Namibia.

I denne bog giver journalisterne et samlet og alsidigt billede af vejr- og klimaforholdene, konsekvenserne af ændringer i natur- og produktionsvilkår, energiforbrug og urbanisering samt politiske reaktioner og frem for alt lokalbefolkningens egen version af sandheden, som de brænder efter at fortælle.

144 kr. (115 kr.)

112 sider, fast bind



GEOGRAFFORLAGET
63 44 16 83 · go@geografforlaget.dk
www.geografforlaget.dk

Alle priser er excl. moms og forsendelse.
Medlemmer af GEOGRAFFORBUNDET får 20% rabat.
Priserne i parentes er medlemspriser.