

Menneskeskabte klimaændringer - fup og fakta

Interview med Eigil Kaas, :
DMI :
..... :

Der tales meget om menneskeskabte klimaændringer, og det fyger omkring med påstande - men hvad er egentlig fup og hvad er fakta. Vejrets redaktion har sat forskningsleder Eigil Kaas stævne for at få ryddet de værste misforståelser af vejen.

Først og fremmest, hvorfor al det postyr om menneskeskabte klimaændringer? Vi har da tidligere i Jordens historie haft voldsomme klimaskift, ikke sandt? Hvad adskiller de nuværende klimaændringer fra tidligere tiders?

Ja, det er også helt rigtigt, at vi tidligere har haft store klimasvingninger, og der kan være en pointe her. Man ved for eksempel fra boreriger i Grønlands indlandsis, at der under sidste istid forekom meget pludselige og store skift i klimaet. Efter istidens afslutning har klimaet været meget stabilt uden tilsvarende dramatiske skift i Nordatlanten. Spørgsmålet er: Kan den menneskeskabte drivhusopvarmning tænkes at sætte sådanne pludselige katastrofale klimaskift i gang?

Det har der været forsket meget i de seneste ca. 10 år. Selvom forskningen ikke fuldstændigt udelukker pludselige klimaskift, må vi sige, at der kun er me-

get lille sandsynlighed for det. Man er nu ved at forstå nogle grundlæggende mekanismer bag istidens klimasvingninger, og det viser sig, at store svingninger formentlig kun opstår, når klimaet er koldt. Det understøtter den nyeste borekerne fra Grønlands indlandsis da også: Klimaet under sidste varme mellemistid for ca. 100.000 år siden var også påfaldende stabilt og tilmed noget varmere end den nuværende mellemistid.

Jeg vil dog gerne understrege, at hurtige og ganske store naturlige klimasvinger ikke kan udelukkes. De kan – afhængigt af processen bag – være med til enten at forstærke eller formindske menneskeskabte klimaændringer.

Jamen, er det da ikke også det, FN's klimapanel, IPCC, plæderer for - altså den nært forestående menneskeskabte klimakatastrofe?

Nej, det er ikke rigtigt. IPCC omtaler ikke de menneskeskabte klimaændringer som en nært forestående katastrofe. Forskerne bag IPCC-rapporterne argumenter for, at der med stor sandsynlighed vil ske en betydelig opvarmning i forhold til de klimavariationer, vi har set efter sidste istids afslutning for ca. 10.000 år siden. Denne ændring vil ske på relativ kort tid, nemlig

inden for 100-200 år. Sammen med opvarmningen af planeten er der beregnet en række ændringer i andre klimaparametre. Af disse er det især ændringer i nedbørsmønstre og i karakteren af nedbøren, der kan få betydning for både natur og mennesker.

IPCC's konklusioner er baseret på mange videnskabelige artikler. Nogle af de tungeste argumenter stammer fra den grundlæggende fysiske viden om hele Jordens klimatiske system. Men ret skal være ret - nogle af IPCC's mulige scenarier over fremtidige menneskeskabte klimaændringer kan måske karakteriseres som katastrofale.

Hvis jeg skal sætte tingene lidt i perspektiv, så nævnte du jo selv de store klimavariationer i for eksempel Europa og særligt i Arktis under sidste istid og ved afslutningen af istiden. De var mere pludselige – og dermed mere katastrofale – og i flere områder også større end de menneskeskabte fremtidige klimaændringer.

Men selv med de briller på, så er de beregnede fremtidige klimaændringer globalt set stadig store. Faktisk viser de fleste beregninger, at den globale temperaturstigning inden for de kommende 100-200 år nærmer sig samme størrelsesorden som skiftet fra istid til mellemistid.

OK, men kan de seneste årtiers klimaforandringer så ikke bare skyldes naturlige effekter som for eksempel El Niño, vulkanudbrud og en meget en aktiv sol?

Det er rigtigt, at naturlige processer har påvirket klimaet også i de senere årtier. Selv om der er usikkerhed om størrelsen af nogle af disse bidrag, er der dog visse kendsgerninger, man må forholde sig til, og som faktisk fører til den modsatte konklusion:

For det første skal man tage i betragtning, at i et år (og året efter) med kraftig El Niño i Stillehavet er der en tendens til, at varmt havvand eksponeres over et stort område, så de globale temperaturer bliver særligt høje. Det var for eksempel tilfældet i 1998. Det er dog ikke påvist, at El Niño i sig selv medfører mere langsigtede globale temperaturstigninger og altså giver et væsentligt bidrag til den generelle temperaturstigning i senere årtier.

For det andet, hvad angår øget vulkansk aktivitet, så har særligt tre store vulkanudbrud (i 1963, 1982 og i 1991), haft en afkølede effekt i forhold til perioden 1920-60, hvor vulkanaktiviteten var svag. Vulkanerne har altså direkte modvirket global opvarmning. At påstå, at vulkansk aktivitet kan have bidraget til de seneste årtiers globale opvarmning, er i modstrid med den faglige viden på området. Størrelsen af den afkølede effekt er dog meget usikker.

For det tredje, så indikerer mange forskellige målinger en

vis stigning i Solens aktivitet i det 20. århundrede. Stort set hele denne stigning fandt dog sted i perioden fra 1900-1950. Herefter har alle relevante indikatorer for Solens aktivitet - inklusive den meget omtalte galaktiske kosmiske stråling - vist et ret konstant niveau bortset fra Solens almindelige cyklus på ca. 11 år. At foreslå en meget aktiv Sol som en væsentlig årsag til de seneste årtiers globale temperaturstigning holder altså heller ikke.

Og sidst, så kan man faktisk ret præcist udregne størrelsen af klimapåvirkningen (altså den opvarmende effekt), der kommer som følge af højere koncentrationer af drivhusgasser. Her er der ikke tvivl om, at der specielt i anden halvdel af 1900-tallet har været tale om en ganske markant stigning i menneskeskabt påvirkning. Der har også været afkølede menneskeskabte effekter fra såkaldte aerosoler - altså små partikler, der udsendes fra kraftværker, ovne, motorer og lignende. Den samlede afkølede effekt fra aerosoler har modvirket noget af drivhusgassernes opvarmning. Størrelsen af afkølingen er usikker, men den har i mange områder været aftagende i de seneste 10-20 år på grund af filtre, katalysatorer og andre former for røgrønsning.

Så alt i alt er der altså faglige usikkerheder på en række af ovenstående områder, og man kan derfor ikke være fuldstændigt sikker i sin sag. Men der er enighed om, at variation i den naturlige drivhuseffekt har været en afgørende medspiller i næsten hele Jordens klimahistorie,

og at mennesket tilsyneladende er inde og påvirke nogle helt fundamentale mekanismer. Med hensyn til drivhusgasserne kuldioxid (CO₂) og metan (CH₄) er koncentrationerne på blot 150 år steget til niveauer, der ligger væsentligt over, hvad man har set i mindst 900.000 år og måske endda helt op til 2 millioner år. Da man kender strålingsfysikken for disse gasser særdeles godt, kan man også regne ud, at de høje koncentrationer giver et betydeligt opvarmende bidrag til vores planet. Dette burde ikke være kontroversielt set fra en fysikers vinkel.

Men jeg forstår det stadig ikke helt. Af den globale opvarmning på 0,6 grader de seneste 130 år er hovedparten sket i perioden 1920-40. Det betyder vel, at den menneskeskabte effekt har været minimal, ikke sandt?

Naaaahh, det er ikke helt korrekt. Samlet har stigningen været på ca. 0,7 grader i et par etaper. Først skete der en stigning på ca. 0,4 grader fra slutningen af 1800 tallet til ca. 1945. Derefter fulgte et fald på ca. 0,1 grad frem til ca. 1975 og til slut en temperaturstigning på omkring 0,4 grader fra 1975 til nu. Med dagens viden, kan temperaturforløbet frem til 1975 karakteriseres som en kombination af flere effekter:

Dels har vi at gøre med et naturligt klimafænomen relateret til variationer i varmtransporten i Atlanterhavet. Dette har primært haft effekt i de Arktiske egne. På den sydlige halvkugle har temperaturstigningen frem til 1975 været mere jævn.

Dels har vi som tidligere nævnt aftagende vulkansk aktivitet fra et højt (afkølede) niveau omkring og før år 1900 til et lavt niveau midt i 1900 tallet.

Dels har der været tiltagende solaktivitet frem til 1950 og derefter et relativt konstant niveau, dog med normale ca. 11-årige variationer.

Og sidst har vi en tiltagende menneskeskabt klimapåvirkning.

Den relative betydning af de fire effekter, der altså tilsammen bragte klimaet i Nordeuropa og i de arktiske egne ud af den såkaldte "Lille Istid" er stadig genstand for faglige undersøgelser. Ifølge grundlæggende fysik er det dog sandsynligt, at menneskets

aktiviteter har virket opvarmende allerede ret tidligt i 1900-tallet.

Det er flere gange blevet antydnet, at IPCC i tidligere rapporter har udelukket et naturligt bidrag til temperaturstigningen i første halvdel af 1900 tallet. Det er simpelthen forkert.

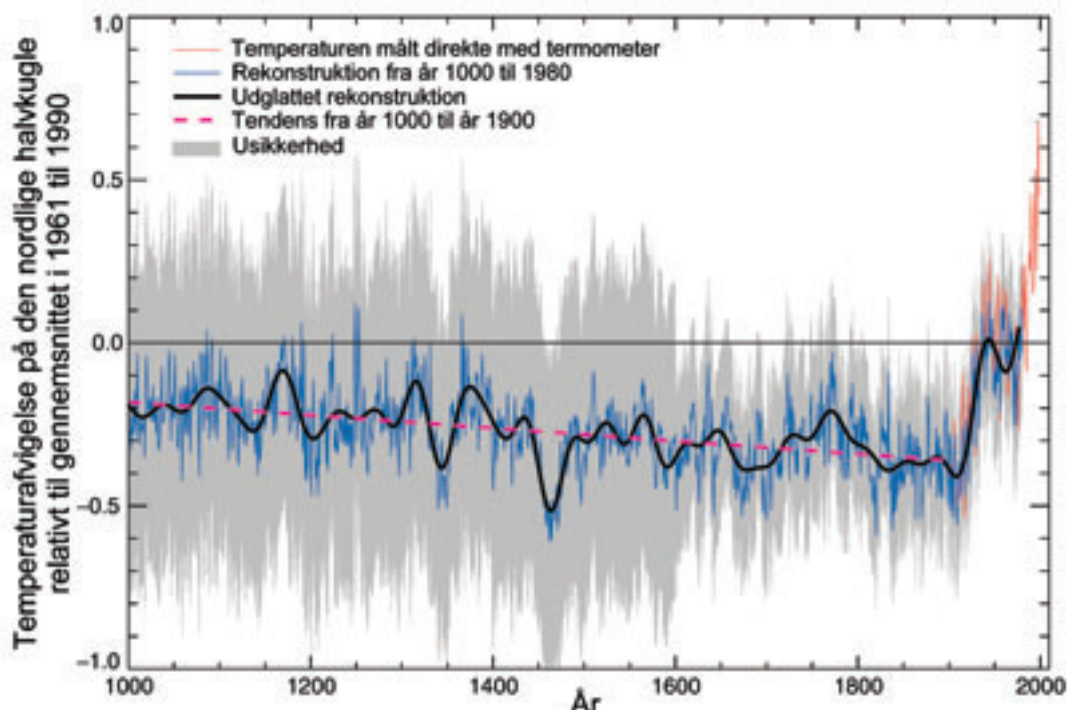
Nu nævner du selv IPCC's rapporter. Er det ikke sandt, at netop IPCC's konklusioner i høj grad bygger på den stærkt omdiskuterede såkaldte Mann-kurve over temperaturforløbet på den nordlige halvkugle i det seneste årtusind?

Nej, det er det ikke. Mann-kurven (figur 1) indgår sammen med mange andre tilsvarende rekonstruktioner som et vigtigt

argument for, at man nu med stor sandsynlighed kan se den menneskelige påvirkning af klimaet. Men hvis du læser IPCC's seneste hovedrapport, ser du, at dette blot er et enkelt blandt mange argumenter, hvor de vægtigste har en helt anden karakter, nemlig grundlæggende viden om klimaets fysiske forhold.

Det er korrekt, at Mann's kurve og metoden bag den stadig er genstand for faglig debat og diskussion. Der fremkommer hele tiden nye informationer, der dels understøtter, dels modbeviser kurvens detaljerede forløb.

Det er ikke korrekt, som det ellers er blevet hævdet, at der nu er ved at være konsensus om, at Mann's kurve er forkert. Der



Figur 1. Den stærkt omdiskuterede Mann-kurve - kaldet Hockey-staven. Viser temperaturer baseret på en statistisk metode - ud fra såkaldte 'proxy' klima-indikatorer, som for eksempel tykkelsen af vækst-ringe i træer, koraller, iskerner og historiske optegnelser

findes en mængde forskellige rekonstruktioner af klimaudviklingen i de seneste 500-2000 år. Der synes i disse at være relativ enighed om følgende:

For det første er temperaturen på hele den nordlige halvkugle og globalt set nu sandsynligvis højere end på noget andet tidspunkt i de seneste 1000 år. Udsagnet understøttes af flere af de undersøgelser, der har været kritiske over for Mann's arbejde.

For det andet har klimændringerne både regionalt og specielt i Arktis været væsentlig anderledes og langt større end de globale ændringer. Middelaldervarmen, der blandt andet er beskrevet i historiske kilder fra Europa, synes således reel nok. I Grønland har temperaturerne i

denne periode, dvs. på Erik den Røde's tid, formentlig ligget over temperaturerne i dag.

Hvad så med den såkaldte urbaneffekt - når nu vi er ved sammenligningerne med tidligere tider - kan den ikke have en betydning?

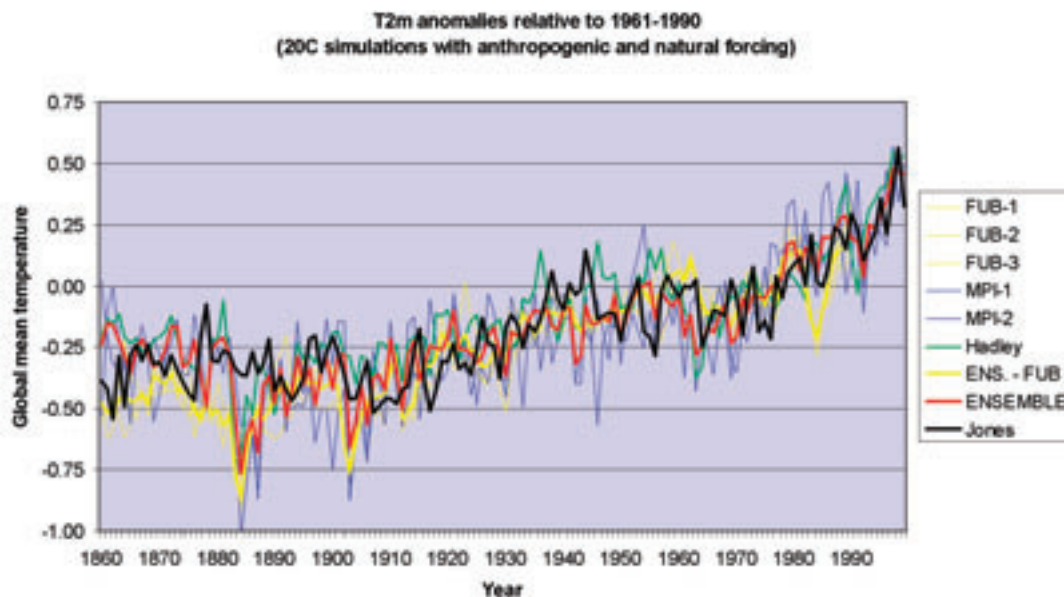
Jo, det er rigtigt, at byer, veje, med videre giver en lokal opvarmning, så der normalt måles større temperaturstigninger ved by-stationer, end der gør ude på landet. Urbaneffekten er blevet undersøgt meget grundigt i talrige videnskabelige artikler, blandt andet i en ganske overbevisende artikel af David Parker i Nature i 2004. Der har i artiklerne været beskrevet flere forskellige metoder til at undersøge størrelsen af urbaneffekten.

Undersøgelserne bygger på teoretiske overvejelser i kombination med sammenligning af målinger flere forskellige steder eller under forskellige vejrforhold.

På basis af de videnskabelige arbejder er der generel enighed om, at den globale betydning af urbaneffekten er langt mindre end størrelsen af den reelle globale opvarmning på ca. 0,7 grader nær ved jordoverfladen gennem de seneste 100 år.

Hvad så med opvarmningen højere oppe i atmosfæren? Er der ikke et problem med, at opvarmningen, som klimamodellerne har forudsagt, ikke har fundet sted?

Nej, det er efterhånden en gam-



Figur 2. Klimamodellerne rekonstruerer faktisk temperaturforløbet ganske godt. Den sorte kurve er observeret global temperatur nær jordens overflade. De farvede er modelberegninger med forskellige europæiske klimamodeller over temperaturudviklingen i det 20. årh.

mel diskussion, som ikke er særligt aktuel mere. Det er blandt andet fordi, målinger af temperaturen nogle kilometer oppe i atmosfæren i de seneste 5-10 år viser mindst den samme stigningstakt som temperaturen ved overfladen. Det gælder også den type mikrobølgemålinger som professor John Christy - en af de store kritikere på dette punkt - benytter, og som der ofte henvises til.

Et hovedproblem er, at Christy og andre kun har set på den korte periode med satellitdata, som omfatter kun lidt over 20 år, hvor en lang række naturlige processer får temperaturen til at udvikle sig forskelligt fra år til år ved overfla-

den og oppe i atmosfæren. Efterhånden, som statistikken bliver mere robust med flere års temperaturmålinger ser "problemet" ud til at blive reduceret.

Det er blevet hævdet, at temperaturen oppe i atmosfæren ifølge klimamodellerne burde stige væsentligt mere end temperaturen ved jordoverfladen. Når vi ser på beregninger over fremtidens klima, så er det rigtigt, at temperaturen 2-10 kilometer oppe i atmosfæren generelt vil stige lidt mere end ved jordoverfladen. Ser vi på de aktuelle forhold, må vi tage hensyn til et aktuelt fænomen, der også har haft indflydelse på temperaturforløbet: Udtyndingen af strato-

sfærens ozonlag. Denne udtynding giver et afkølende bidrag til atmosfærens temperatur, men ikke i samme grad til temperaturen ved overfladen. Når klimamodeler benyttes til at rekonstruere klimaudviklingen i det 20. århundrede, og man også tager hensyn til udtyndingen af ozonlaget, kan man faktisk i store træk genskabe den målte temperaturudvikling både ved overfladen og lidt oppe i atmosfæren (figur 2).

Til sidst har jeg lige et par spørgsmål, som falder lidt ved siden af den foregående diskussion. Det er jo meget nærliggende i denne tid at spørge til det tiltagende antal tropiske orkaner, vi har set de seneste år. Er de et



Figur 3. Hurricane Isabel fra 2003. Foto fra NASA.

resultat af de menneskeskabte klimaændringer, og hvordan vil de udvikle sig i fremtiden?

Ja, den skulle jo næsten komme... Først og fremmest, så er der globalt set ikke en tydelig stigning i det samlede antal tropiske orkaner. Vi har set en del flere hurricanes - altså tropiske orkaner i Atlanterhavet og den østlige del af Stillehavet - i de seneste ti år end ellers. Men der har tidligere været perioder, hvor man har haft flere orkaner end normalt i dette område. Der er altså store naturlige variationer fra årti til årti. Det hænger meget sammen med variationer i havtemperaturerne. Varmere hav giver flere og kraftigere orkaner. .

Men, hvis vi kun ser på de kraftigste orkaner - kategori 4 og 5 - har nye undersøgelser påvist en markant stigning henover de sidste 20-30 år. Man kan så spørge, om det er global opvarmning, men det er svært at svare entydigt på, da der er en del modsatrettede effekter, som vi kun delvist har styr på. Dog ved vi, at havtemperaturerne i en del tropiske områder er steget gradvist med op mod 1 grad i løbet af de seneste 40-50 år som en del af den globale opvarmning. Pointen er, at havtemperaturerne er afgørende for, hvor kraftige orkanerne kan blive. Det er jo fra oceanerne, at energien til at drive orkanerne kommer.

Min konklusion er, at vi kan ikke udelukke menneskeskabte klimaændringer som delvist part-haver i de mange kraftige orkaner de senere år.

Er det rigtig, at vanddamp har

store betydning for Jordens klima end kuldioxid?

Ja, den er god nok, men også misvisende: Vanddamps bidrag til den naturlige drivhuseffekt er med en meget simpel beregning omkring dobbelt så stort som bidraget fra CO₂. Atmosfærens evne til at indeholde vanddamp er dog afhængig af temperaturen. Hvis temperaturen stiger på grund af opvarmning fra for eksempel øget CO₂, vil der begynde at komme mere vanddamp, og dermed vil vanddamps bidrag til drivhuseffekten øge.

Temperaturen vil så stige yderligere, og man har en såkaldt positiv tilbagekobling. Vanddampen kan i det tilfælde siges at være en indirekte konsekvens af opvarmningen fra øget koncentration af CO₂ (og andre drivhusgasser). Ser vi på geologiske tidsskalaer har CO₂ normalt varieret med Jordens temperatur og det samme gælder formentlig vanddamp.

Det hævdes nogle gange, at hav-niveauet slet ikke er stigende men derimod faldende.

Ja, den har jeg også set i medierne, men det er direkte forkert. Det er dog korrekt, at vandstanden lokalt og regionalt varierer, og at man sagtens kan finde lokaliteter (f.eks. Maldiverne), hvor vandstanden har været aftagende de seneste par årtier. De regionale forandringer kan også ses på meget nøjagtige laserbaserede målinger fra satellit. Målingerne viser dog også helt entydigt, at den globale vandstand er stigende. Naturlige stig-

ninger og fald i vandstanden fra årti til årti på en given lokalitet skyldes blandt andet variationer i oceanernes strømme og temperaturforhold. Hertil kommer mere langsigtede ændringer i for eksempel jordskorpens højde, der også kan give trends i den lokale vandstand.

Og sidst - jeg har læst, at Kyoto-aftalen kun kan reducere den fremtidige temperaturstigning med 0,07 grader celcius. Er det sandt?

Det er rigtigt, at Kyoto-aftalen isoleret set og på kort sigt kun har ringe indflydelse på størrelsen af den globale opvarmning. Der er stor usikkerhed omkring de 0,07 grader, og de gælder kun, når man ser på aftalens betydning frem til 2050. Det skal også bemærkes, at der i beregning af de 0,07 grader blandt andet er antaget, at der ikke foretages flere reduktioner efter 2010.

På længere sigt vil effekten af Kyoto-aftalen vokse og blive langt større, når man ser ind i det 22. århundrede. Det gælder specielt, hvis man benytter instrumenterne bag Kyoto-aftalen med henblik på relativt hurtige yderligere reduktioner efter 2010. Problemet er, at effekten af reduktioner nu, først vil kunne ses om meget lang tid, og at der allerede nu "er lagt meget brænde på bålet". Det er i forbindelse med forhandlinger om for eksempel Kyoto afgørende at forstå klimasystemets meget langsomme reaktion på formindskelser af udslip af drivhusgasser her og nu.

Redigeret af Bjarne Siewertsen