

En orientering om andre vitenskapsakademiers uttalelser om klimaendring¹

En rekke nasjonale vitenskapsakademier og foreninger av akademier – angitt sist i artikkelen - har i årene etter IPCC (2007) kommet med uttalelser om klimaforskningen, om klimaendringene og hva som bør gjøres for å motvirke global oppvarming. Hovedkonklusjonene er

- *Klimaforskningen slik den er sammenfattet av FNs klimapanel, får bred støtte.*
- *I alle uttalelsene blir global oppvarming sett som svært alvorlig, og det er enighet om at økt utslipp av drivhusgasser som følge av menneskelig aktivitet er en viktig årsak til global oppvarming.*
- *De uttalelsene som går ut over det rent naturvitenskapelige, oppfordrer til å hindre, eller i det minste begrense, økningen*

Målsetning

Denne oversikten er ment som en hjelp til å sette seg inn i vurderinger av det vitenskapelige grunnlaget for forståelsen av menneskeskapte klimaendringer gitt av en rekke vitenskapsakademier etter at hovedrapportene fra FNs klimapanel kom ut i 2007. Hvilke deler som fremheves blir nødvendigvis subjektivt, men det er lagt vekt på å gi et balansert bilde. Noen steder er det i fotnoter henvist til helt ny forskning som ikke er kommet med i rapportene.

FNs Klimapanel

Den 4. hovedrapporten fra Klimapanelet, IPCC (2007), får bred støtte. Spesielt skriver The International Council for Science (ICSU, 2010) at vi skal være takknemlig overfor de mange tusen forskerne som har bidratt til Klimapanelets rapport. Med mer enn 450 hovedforfattere (lead authors) og med 800 medforfattere (contributing authors) og 2500 forskere som har bidratt med vurderinger og sammenfatninger, representerer IPCC (2007) den mest omfattende vitenskapelige gjennomgåelse som noen gang er foretatt. At det forekommer enkelte feil i IPCC (2007) er beklagelig, men neppe overraskende i lys av arbeidets omfang. Disse feilene er av mindre betydning, og de undergraver på ingen måte Klimapanelets hovedkonklusjoner.

Klimaet endrer seg og dette skyldes i stor grad menneskelig påvirkning.

Denne konklusjonen finner en i alle uttalelsene. Påvirkningen skyldes først og fremst utslipp av drivhusgasser med CO₂ som den viktigste. USA National Academies (USA, s. 1) slår fast: Selv om vi trenger å vite mye mer, har de viktigste forhold, vitenskapelige spørsmål og hypoteser blitt undersøkt omhyggelig og har stått fast under grundig vitenskapelig debatt og vurderinger av alternative forklaringer.

¹ Orienteringen er utarbeidet av Hans Martin Seip i samråd med andre medlemmer i Klimautvalget.

Konsentrasjonen av CO₂ i atmosfære har økt fra omtrent 280 ppm i førindustriell tid til omtrent 390 ppm i dag; menneskeskapte utslipp er den helt vesentlige årsaken. Utslippene av CO₂ vil påvirke konsentrasjonen i svært lang tid, sannsynligvis i hundrevis av år. Svenske Kungl.

Vetenskapsakademien (KV, s. 4) skriver at selv om fossilt brensel vil bli mindre tilgjengelig på lengre sikt, er effekten av CO₂-akkumulasjon i atmosfæren, koplet til den lange oppholdstiden i atmosfæren, et alvorlig problem. Uten aktive mottiltak kan en høy CO₂-konsentrasjon vedvare i tusenvis av år.

Rapportene påpeker at den globale temperaturen stiger. The Royal Society (RS, s. 5) skriver at hvert tiår etter 1970-tallet har vært varmere enn det foregående. Tiåret 2000-2009 var globalt omtrent 0,15 grader varmere enn tiåret 1990-1999. Lokale temperaturer er generelt en dårlig indikator for globale forhold. Også variasjoner i global temperatur over bare noen få år kan være misvisende i forhold til langtidstrenden. Temperaturmålinger basert på satellitter og værbaljoner stemmer nå med bakkemålinger innen feilgrensene (USA s. 32). Temperaturstigningen i atmosfæren bekreftes av andre observasjoner, som temperaturøkning i de øvre 700 m av havet (RS s. 5), snødekket og sjøis på nordlige halvkule avtar, elver og innsjøer fryser senere og isen tiner tidligere, økosystemer endrer seg slik som ventet ved økende temperatur (USA, s. 32, 52)

Klimaendringer i et langt perspektiv er særlig diskutert i uttalelsen fra The Geological Society, UK (GS). Der påpekes det at mens klimaendringer i tidligere tider kan knyttes til geologiske hendelser, er det ikke mulig å forklare jordas oppvarming etter 1970 med noen kjent geologisk årsak... (s. 6). Rapporten nevner også at det finnes eksempler på kraftig temperaturøkning i tidligere tider sannsynligvis forårsaket av store utslipp av klimagasser. For omtrent 55 millioner år siden steg temperaturen globalt med omkring 6 grader samtidig med at det var store utslipp av metan og CO₂ (The Geological Society, GS s. 4)².

Solaktivitet

Rapportene slår fast at den direkte virkningen av endringer i innstrålingen fra sola ikke kan forklare senere tiårs økning i global temperatur. Andre mulige mekanismer knyttet til solaktivitet, spesielt kosmisk stråling, kan med dagens kunnskap ikke forklare mye av den senere tids temperaturendringer.

Institute de France, Académie des sciences (FA, s. 6-7) skriver at solaktiviteten ikke kan være den dominerende faktoren bak oppvarmingen selv om samvariasjonen mellom solaktivitet og visse korttidsvariasjoner i noen temperaturparametre er tydelige, noe som kan være et tegn på at det er en kopling.

Det påpekes imidlertid at det er mangel på kunnskap. FA fortsetter med at mulige mekanismer for overføring og forsterkning av solpådrivet, og spesielt solaktivitet, ikke er godt forstått. Det bemerkes

² Andre perioder der høy CO₂-konsentrasjon sr ut til å ha bidratt til høy temperatur er omtalt av J. Kiehl, Lessons from Earth's Past, Science 331 (2011), 158-159 og i artikkelen "Høy temperatur og CO₂-konsentrasjon for 40 millioner år siden", se

<http://www.cicero.uio.no/webnews/index.aspx?id=11495>

at hvis intensiteten av 11-års syklusen i solaktivitet viser avtakende trend, som det har vært tidligere, kan det medføre en gradvis minskning i den totale oppvarmingen.³

Modeller og usikkerheter

Alle dokumentene understreker også at det er mye vi ikke vet om klimaendringer. USA (s. 4) fremhever at menneskeskapte klimaendringer overlapper med naturlige klimavariasjoner, særlig på regional skala.

RS (s. 11) skriver at beregninger av fremtidig klima er følsomme for detaljer i beskrivelsen av skyer i modellene.⁴ Partikler, både fra menneskelig aktivitet og fra naturlige kilder, kan potensielt ha stor virkning på skyers egenskaper, med virkning for anslagene av klimapådrivet. Dagens forståelse av dette er dårlig.

Det er også for lite kunnskap om hvordan karbonkretsløpet vil endres ved klimaendringer. RS (s. 11) skriver at nettovirkningen av å inkludere karbonkretsløpet i alle dagens modeller er at temperaturstigningen blir større, men økningen varierer betydelig fra modell til modell. Det er stor usikkerhet i hvordan de relevante prosesser skal beskrives i modellene.⁵

USA (s. 99) nevner at nylige observasjoner og modellberegninger kan tyde på at hastigheten av opptaket av CO₂ i havet nå avtar.

USA (s. 4) skriver også at noen prosesser – blant annet karbonkretsløpet, isbre-dynamikk og prosesser knyttet til skyer og aerosoler – er fortsatt ikke fullstendig forstått eller fullgodt beskrevet i klimamodellene, men kan potensielt ha stor betydning for fremtidige klimaendringer. På samme side påpekes det at noen av de største risikoene ved klimaendringer er knyttet til brå endringer og andre "klimaoverraskelser" (uventete endringer eller virkninger). Likevel er ikke sannsynligheten for slike hendelser godt kjent. Videre har det vært relativt lite forskning på virkninger som kan forårsakes av "ekstreme" klimaendringer, for eksempel virkninger som kan forventes hvis den globale temperaturen stiger med 6 grader eller mer i de neste hundre år.

Regionale klimamodeller er mer usikre enn globale. RS (s. 11) skriver at dagens modeller kan bare i begrenset grad simulere visse trekk ved regionale klimaendringer, bedømt ut fra spredningen i resultatene fra ulike modeller. I Australian Academy of Science (AAS s. 16) står det at det er svært vanskelig å beregne i detalj hvordan klimaendringene vil påvirke individuelle regioner, spesielt fremtidig endring i nedbørmønstrene, så slike projeksjoner er meget usikre. Heller ikke kan "vendepunkter" eller raske klimaoverganger beregnes med noen grad av pålitelighet, selv om de medfører stor risiko dersom de inntreffer.

³ I det siste er det kommet artikler som kan tyde på betydelige virkninger på regionalt klima, se <http://www.cicero.uio.no/fulltext/index.aspx?id=8500>

⁴ En ny undersøkelse styrker antakelsen om at global temperaturøkning forårsaker endringer i skyene som forsterker oppvarmingen. Se <http://www.cicero.uio.no/webnews/index.aspx?id=11505>

⁵ Et eksempel på negativ tilbakekopling er beskrevet i en nylig publisert artikkel, se Bounoua et al. (2010), Quantifying the negative feedback of vegetation to greenhouse warming: A modeling approach. Geophys. Research Lett. 37, doi:10.1029/2010GL045338

Klimafølsomheten og fremtidige klimaendringer

Klimafølsomheten er ofte definert som temperaturøkningen ved ny likevekt dersom CO₂-konsentrasjonen dobles. Det angis at den sannsynligvis ligger mellom 2 og 4,5 grader (RS s. 9; USA s. 37) i overensstemmelse med anslag i IPCC (2007). Også anslag over hvor mye temperaturen kan komme til å endre seg frem til 2100, er stort sett i overensstemmelse med IPCC.

(AAS, s. 16) skriver at alt tilgjengelig material i dag tyder på at "business as usual" utslipp der en fortsatt setter sin lit til fossilt brensel, vil føre til en betydelig varmere verden.

USA (s. 48) påpeker at generelt er det vanskeligere å måle endringer og beregne fremtidige endringer i nedbør enn i temperatur. Men noen konklusjoner er robuste. ... Det forventes at intensiteten av det globale hydrologiske kretsløpet og av ekstreme nedbørforhold - både tørke og spesielt kraftig nedbørepisoder - vil øke ettersom kloden blir varmere.⁶

Virkninger

Stigning i havnivå

RS (s. 10 & 11) skriver at på grunn av vannets utvidelse med temperaturen er det svært sannsynlig at havnivået vil stige med minst 20 cm per hundreår som det har gjort de siste hundre år. ... Hvor mye økt smelting på Grønland og i Vest-Antarktis vil bidra med i tillegg, er fortsatt ikke forstått.

USA (s. 44) nevner at ny forskning som omfatter hvordan havnivået svingte med temperaturen under istidssyklusene, antyder at havnivået potensielt kan stige med ytterligere 0,8 til 2 meter⁷ innen år 2100. Det understrekes at dette er temmelig usikre tall hovedsakelig på grunn av manglende kunnskap om hva som påvirker bevegelsene til isbreer og innlandsis.

Helse

Mulige helsevirkninger av klimaendringer omfatter blant annet (USA s. 62-63)

- økt skade ved hetebølger – og mindre skader ved ekstrem kulde
- skader av ekstremvær (men hvordan stormer, inkludert orkaner, vil bli i et varmere klima er fortsatt usikkert)
- endring i utbredelsen av sykdomsfremmende organismer.⁸

Biologiske systemer

⁶ For noen nye resultater som kan være viktige, se *Endringer i global fordampning*, KLIMA 6-2010, s 10, og R. H. Jones og medarbeidere, 2010. Observed relationships between extreme sub-daily precipitation, surface temperature, and relative humidity. *Geophysical Research Letters*, 37, doi:10.1029/2010GL045081.

⁷ Ved en totalvurdering av akademiuttalelsene og andre kilder virker øvre grense noe høy.

⁸ Endringer i utbredelsen av malaria bestemmes av mange faktorer, klimaendringer er sannsynligvis ikke av de viktigste. <http://www.cicero.uio.no/webnews/index.aspx?id=11401&lang=no>

FA (s. 4) påpeker at biologiske indikatorer, som forflytning av terrestriske eller marine populasjoner og forandring i tidspunktene for jordbruksaktiviteter, også er følger av varmere klima.

USA (s. 52-54, 59) skriver at både graden og hastigheten av oppvarmingen vil påvirke mulighetene planter og dyr har til å tilpasse seg. I tillegg vil temperaturendringene samvirke med endringer i CO₂-konsentrasjon, nedbør, skadelige organismer, jordforhold og andre faktorer.Eksperimenter og modellstudier tyder på at eksponering til høyere CO₂-konsentrasjon og temperatur kan medføre økt fotosyntese og vekst i mange plantearter, men trenden kan snus ved høye temperaturer.

Beregninger tyder på at verdens matproduksjon sannsynligvis vil avta med økning i global temperatur over omtrent 3 grader. De fleste studiene tar imidlertid ikke med kritiske faktorer som endringer i ekstreme hendelser (særlig intens nedbør og tørke), skadedyr, sykdommer og vanntilførsel.

Beregninger tyder på at skogproduktiviteten vil øke med økt CO₂ og oppvarming, særlig i ung skog på fruktbar jord hvor det er tilstrekkelig med vann. Der det er lite vann, og det antas at det vil bli mer tørke, eller det blir mer skadelige organismer som følge av oppvarming, kan imidlertid skogproduktiviteten avta.

Virkninger av klimaendringer på økosystemer vil omfatte endringer i biodiversitet og artssammensetning, og mulig økt sårbarhet for brann og sykdom som kan føre til endringer i økosystemets produktivitet. En rekke observasjoner, metaanalyser og modellberegninger tyder på at klimaendringer allerede har begynt å endre geografisk utbredelse av noen terrestriske plante- og dyrearter.....På nordlige halvkule er skiftene nesten bare nordover og mot større høyde siden artene søker mot kjøligere områder (USA, s. 273-274).⁹

Vendepunkter

Enkelte fysiske og biologiske forandringer, som følge av klimaendringer, kan være umulig å snu dersom en bestemt terskelverdi overskrides. Dette er mest omtalt i USA-rapporten (se f. eks. s. 85) der fravær av sjøis i Arktis om sommeren er nevnt som eksempel. Rapporten skriver videre at tilsvarende kan det bli sammenbrudd av politiske eller økonomiske systemer. På grunn av muligheten for å overskride slike terskelverdier, kan enkel ekstrapolering av nylige trender undervurdere fremtidige klimavirkninger. Kompleksiteten i samspillet mellom mennesker og miljø kan gjøre det vanskelig å anslå når et slikt vendepunkt nærmer seg, men sannsynligheten for å krysse en slik terskel øker når klimasystemet kommer utenfor området for naturlig variasjon.

Havforsurning.

Havforsurning er en direkte følge av økt CO₂-konsentrasjon i atmosfæren og ikke egentlig et klimaproblem.

Rapportene beskriver også havforsurning, som et alvorlig problem. Når det gjelder virkningene på økosystemene, understrekes det at det er for lite kunnskap. For eks. står det i USA (s. 286) at

⁹ Se også "Gir økt CO₂ bedre plantevekst?" <http://www.cicero.uio.no/sporsmal/detail.aspx?faqid=226>

generelt sett kan havforsurning endre marine økosystemer katastrofalt, men detaljer og konsekvenser av disse virkninger har vi bare begynt å forstå.

Utviklingsland

G8+5 (2008) skriver at på lengre sikt vil alle regioner bli påvirket, men utviklingsland vil sannsynligvis merke det mest, og deres sårbarhet vil være forsterket av eksisterende belastninger.

Også USA hevder liknende synspunkter. Blant annet står det på s. 46 at utviklingsland ventes å stå overfor større utfordringer når det gjelder virkninger av stigende havnivå på grunn av dårligere tilpasningsevne.

Både reduksjon av utslipp og tilpasning til klimaendringer er nødvendig.

Som USA (s. 28) skriver vil menneskeskapte klimaendringer og virkningene av disse fortsette i mange tiår, og i noen tilfeller århundrer. Den endelige størrelsen av klimaendringen og alvorligheten av virkningene avhenger i høy grad av hvilke tiltak som settes inn som svar på disse utfordringene.

De rapportene som diskuterer hva som bør gjøres, konkluderer med at det må handles nå. For eksempel skriver G8+5 (2009) at behovet for uoppsettelig handling for å takle klimaendringer nå er uomtvistelig. Det oppfordres til samarbeid om å innføre klimavennlig infrastruktur og teknologi basert på lavt karbonbruk, og å innføre incentiver og instrumenter som fremskynder bruken av "grønne" teknologier.

RS (s. 13) understreker at som mange andre viktige avgjørelser må politiske valg om klimaendringer tas uten fullstendige kunnskaper. Selv om de gjenværende usikkerheter i stor grad skulle bli løst, ville den store spredningen i interesse, kultur og anskuelse gjøre det vanskelig å komme fram til enighet om slike valg. De mulige skader av klimaendringer er imidlertid tilstrekkelig alvorlige til at viktige avgjørelser må tas. Klimavitenskap – både den betydelige mengde kunnskap en allerede har og resultater av fremtidig forskning – er et helt nødvendig grunnlag for beregninger av fremtidig klima og for planlegging. Det må være en uunnværlig del av den allmenne vurderingen i dette komplekse og utfordrende felt.

Selv om en kommer fram til tiltak som reduserer utslipp av klimagasser, er det uunngåelig at klimaet vil endre seg så mye at tilpasninger er påkrevet. Dette understrekes blant annet av G8+5 (2009). Der står det at etter hvert som virkningene av klimaendringene inntreffer blir investering i tilpasningsteknologi stadig viktigere, og en økning er tvingende nødvendig. Overføring av kunnskap og teknologi til utviklingsland må også fremskyndes.

Når det gjelder kostnader og beslutninger kan det nevnes at USA (s. 145) slår fast at det er store begrensninger i dagens nytte-kostnadsanalyser. Et forskningsprogram som fokuserer på forbedringer av nytte-kostnadsanalyser og andre verdsettingsmetoder, særlig på nytten av økosystemer, kan gi viktige bidrag til bedre beslutninger. Rettferdighet og fordelingsaspekter, inkludert spørsmål knyttet til nåværende versus fremtidige generasjoner, er av spesiell interesse.

Referanser til rapportene som danner grunnlaget for denne artikkelen. Forkortelsen som benyttes i teksten, er gitt i parentes.

Australian Academy of Science (AAS): The Science of Climate Change. Questions and answers. August 2010.

<http://www.science.org.au/reports/climatechange2010.pdf>

G8+5 Academies' joint statement: Climate change and the transformation of energy technologies for a low carbon future. May 2009.

<http://www.nationalacademies.org/includes/G8+5energy-climate09.pdf>

G8+5 Joint Science Academies' Statement: Climate Change Adaptation and the Transition to a Low Carbon Society. June 2008.

http://www.insaindia.org/pdf/Climate_05.08_W.pdf

De 13 akademiene, som omfatter akademier i G8-landene og fem andre land, er:

Academia Brasileira de Ciências (Brasil)

Royal Society of Canada (Canada)

Chinese Academy of Sciences (Kina)

Académie des sciences (Frankrike)

Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (Tyskland)

Indian National Science Academy (India)

Accademia Nazionale dei Lincei (Italia)

Science Council of Japan (Japan)

Academia Mexicana de Ciencias (Mexico)

Russian Academy of Sciences (Russland)

Academy of Science of South Africa

Royal Society (UK)

National Academy of Sciences (USA)

ICSU (International Council for Science): Statement by ICSU on the controversy around the 4th IPCC Assessment. Feb. 2010.

http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/3031_DD_FILE_IPCCstatementICSUfin.pdf

Institute de France, Académie des sciences (FA): Le changement climatique. 26 Octobre 2010.

http://www.cnisf.org/biblioth_cnisf/rapports/101026Ac_Sciences_climat.pdf

IPCC (2007) Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Fourth Assessment Report (AR4)
<http://www.ipcc.ch/>

National Research Council of the National Academies (USA): Advancing the Science of Climate Change. Autumn 2010. [Tre andre rapporter er også utgitt, men ikke omtalt her: Limiting the magnitude of future climate change; Informing an effective response to climate change; Adapting to the impacts of climate change]
http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=12782&page=R1

Kungl. Vetenskapsakademien (KV): Den vetenskapliga grunden för klimatförändringar. September 2009.
http://www.kva.se/Documents/Vetenskap_samhallet/Miljo_klimat/Yttranden/uttalande_klimat_sv_090922.pdf

The Geological Society (GS): Climate change: evidence from the geological record, November 2010.
http://www.geolsoc.org.uk/gsl/views/policy_statements/climatechange

The Royal Society (RS): Climate change: a summary of the science. September 2010.
<http://royalsociety.org/climate-change-summary-of-science/>