

7.5.2010

Venter på svar fra Bjerknessenteret

Av professor Olav M. Kvalheim og professor (em) Einar Sletten, Kjemisk institutt

I vårt siste leserbrev i På Høyden (19.4) etterlyser vi svar på noen sentrale spørsmål med hensyn til prediksjon av fremtidig global oppvarming basert på klimamodeller. Bjerknessenteret er det ledende forskningsmiljø i Norge innen dette fagområdet og har en sentral plass i norske media når det gjelder popularisering av resultater av klimaforskning.

Dessverre har vi opplevd at når det er snakk om mer fundamentale prinsipper bak klimamodellene blir vi avfeid med at "simulering er basert på grunnleggende naturlover". Dette høres kanskje betryggende ut som innlegg i BT, men man kunne vente noe mer konkret i en universitetsavis lest av forskere i blant annet matematikk, fysikk, geofysikk og kjemi..

Vi stilte følgende spørsmål som det burde være mulig å gi svar på for en klimaforsker. Vi etterlyser også en vurdering av usikkerhet i modellene.

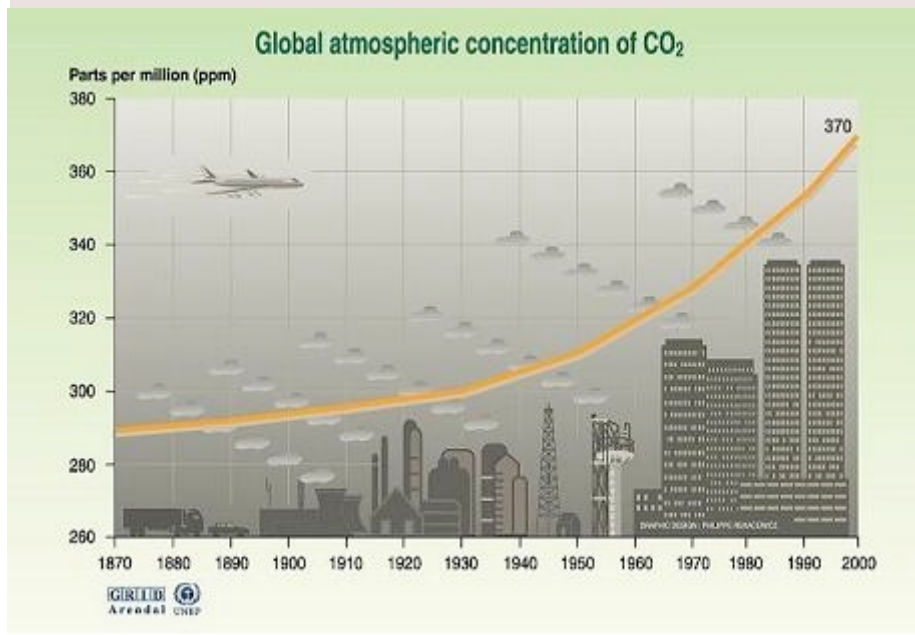
1. Hvor stor blir økningen i global temperatur ved dobling av CO₂-konsentrasjon i forhold til førindustrielt nivå (280 ppm)?
2. Hvor stor del av oppvarmingen skyldes den direkte effekten av CO₂ og hvor stor del tilskrives den positive tilbakekoblingen?
3. Hvilke parametriseringer og hvilke observasjonsserier brukes for å estimere det direkte og indirekte bidraget til CO₂?

Dette er sentrale spørsmål som ekspertisen ved Bjerknessenteret sikkert allerede har vurdert og det burde ikke medføre altfor mye tidsbruk å besvare spørsmålene. Senteret skal om et par år eventuelt søke om fortsatt drift med videre støtte bl.a. fra UiB. Det burde derfor være en naturlig oppgave å gi best mulig informasjon til kolleger i beslektede fagområder ved UiB.

Politiske beslutninger basert på klimamodeller er noe som har stor samfunnsmessig betydning og angår oss alle.

Om forholdet mellom CO₂ og global temperatur

04/19/10



8.4.2010

Misforståtte modeller?

Olav M. Kvalheim og Einar Sletten, Kjemisk institutt

Hubro publiserte nylig artikkelen ”**Misforståtte modeller**”. Nå har *På Høyden* publisert samme artikkel med tittelen ”Modeller til besvær”. Artikkelen handler om modeller generelt og klimamodeller spesielt. Her diskuteres blant annet presentasjon av resultater fra modeller.

Et hovedpoeng er om man skal oppgi usikkerheten i estimater fra modeller. En av de intervjuede, Jarle Berntsen, forteller at han i en modell utviklet på Havforskningsinstituttet valgte å ikke oppgi usikkerheten i estimatene “fordi ein frykta at uvissa ville bli brukt av folk med ein agenda.” Deretter følger formuleringen ”I dag gjeld det same på klimafeltet, der mange interessegrupper bruker uvissa i modellane for alt det er verd i eit forsøk på å forhindre politiske reguleringar som vil ramme deira interesser.”

Generelt kan man si at modellestimater uten grenser for usikkerhet på et gitt sannsynlighetsnivå, er uten vitenskapelig verdi og ubrukelig som grunnlag for beslutninger. Uten estimater for usikkerheten og kjennskap til hvordan man har beregnet usikkerheten, kan man ikke vurdere kvaliteten på modell og om den er brukbar for det formål den er utviklet for.

Dersom man for eksempel lager en modell for fremtidig utvikling i global temperatur som gir tre graders økning ved doubling av CO2 konsentrasjonen i atmosfæren, med en usikkerhet på fire grader med 90 prosent sannsynlighet, så betyr det at man kan få en nedkjøling i stedet for en oppvarming. Som grunnlag for å foreta politiske beslutninger, er en slik modell selvfølgelig ubrukelig da risikoen er stor for å gjøre feile valg som kan ha store samfunnsmessige konsekvenser. Er usikkerheten derimot én grad, vet man at det er 90 prosent sjanse for en oppvarming mellom to og fire grader og man kan ta beslutninger med langt større sikkerhet. Klimamodellene som er utviklet, har en usikkerhet som nok ligger nærmere det første eksempelet enn det siste.

Intervjuobjektene er selv inne på kanskje det største problemet når man prøver å modellere så komplekse fenomener som jordens klima: ”For at ein modell skal vere nyttig, må modellutviklaren forstå kva prosessar som er vesentlege og som ein er nøydd til å ha med. Bli ein viktig prosess gløymt, eller ikkje representert godt nok, vil det slå beina under heile modellen.”

Problemet med uidentifiserte prosesser eller prosesser som er ufullstendig beskrevet, men påvirker systemet i stor grad (”lurking variables”), er velkjent blant modellutviklere og problematisk også for langt enklere systemer enn jordens klima. At det er store mangler ved klimamodellene ser vi også ved

å sammenligne de estimerte og observerte temperaturer. Temperaturmålinger med satellitt gir de mest realistiske estimatene av global temperatur siden de ikke påvirkes av urbaniseringseffekten, dvs. økt temperatur lokalt i tettsteder pga økt antall mennesker. Disse målingene viser ca. 0,3 graders økning fra starten i 1979 til 2009, dvs. 1/10 grad per decennium eller én grad per århundre.

I intervjuet gjentas også påstander om at klimamodellene utelukkende bygger på fysiske lover: "Klimamodellene bygger på dei fysiske lovene, og er ikkje anna enn numeriske løysingar av dei matematiske uttrykka." og " Mange misforstår og trur ein klimamodell er ei statistisk tilpassing til data, mens det i realiteten er ei simulering basert på grunnleggjande naturlover." Dette samsvarer ikke med realitetene. Flere prosesser er så komplekse at de må beskrives ved hjelp av parametriseringer, det vil si regresjonsmodeller med parametre som må tilpasses.

En av de store utfordringene i klimamodellene er å bestemme følsomheten til klimasystemet for økning i CO₂ og CH₄. For å få klimamodellene til å passe med historiske globale temperaturer, må den direkte oppvarmingseffekten av disse gassene mangedobles. Dette forklares som positiv tilbakekobling ved at oppvarmingen som disse gassene isolert sett gir, øker vandampinnholdet i atmosfæren og dermed den totale globale oppvarmingen.

Vi utfordrer klimaforskerne ved Bjerknessenteret om å publisere den fysiske loven som forbinder økningen i global temperatur direkte til økt konsentrasjon av CO₂ i *På Høyden*.

12.4.2010

Økt konsentrasjon av CO₂ gir varmere klode

Helge Drange, Tor Eldevik, Tore Furevik og Eystein Jansen, Bjerknessenteret.

Kjemiprofessorene Kvalheim og Sletten ber i et leserbrev (*På Høyden* 8/4/10) om hjelp fra Bjerknessenteret til å finne "den fysiske loven som forbinder økningen i global temperatur direkte til økt konsentrasjon av CO₂".

Et forenklet spørsmål fortjener et forenklet svar.

Den grunnleggende energikilden for jordens klima er solen. I tillegg vet vi at et levelig klima fordrer en atmosfære med klimagasser. Uten klimagassene ville jordens middeltemperatur vært omtrent 18 kuldegrader. Grunnet klimagassene er jordens middeltemperatur mer enn 30 grader høyere. Dette er særdeles velkjent og ukontroversielt.

Klimaforskningens og klimamodellenes rolle er å kvantifisere overstående globalt og regionalt – i fortid, nåtid og framtid. I motsetning til hva Kvalheim og Sletten forenkler spørsmål etterlyser, er ikke dette gitt av én fysisk lov. Det komplekse samspillet mellom jordens tilførte og tapte energi, fordelingen av energi grunnet havets og atmosfærens sirkulasjon, og den interne utvekslingen av energi og klimagasser mellom atmosfæren, havet og landjorden er bl.a. beskrevet av Newtons bevegelseslover, termodynamikk og atmosfærenes strålingslover. I tilfeller hvor koplingen mellom ulike lover ikke kan representeres direkte av klimamodellene, for eksempel grunnet datamaskinens endelige regnekraft eller hvor teoretisk kunnskap er begrensende, brukes observasjonsbaserte tilnærmelser. Dette er på ingen måte spesielt for klimamodeller. Men klimamodellenes basis er og blir den matematiske beskrivelsen av naturlovene.

Klimamodellene har sine styrker og svakheter. Kvalheim og Sletten stiller seg spesielt kritisk til modellenes 'positive tilbakekopling' knyttet til økende CO₂-innhold i atmosfæren. Vi kjenner ikke til et eneste vitenskapelig troverdig studium, eksisterende klimamodeller inkludert, som rokker ved sammenhengen mellom økt innhold av klimagasser i atmosfæren og en (betydelig) oppvarming av jorden. Forståelsen av klimagassenes viktighet for vårt klima – og spesielt den sterke positive tilbakekoplingen knyttet til CO₂ – går forøvrig tilbake til 1800-tallet og en av grunnleggerne av fysikalsk kjemi, den svenske nobelprisvinneren Svante Arrhenius.

19.4.2010

Kloden blir varmere – men hvor mye?

Olav M. Kvalheim og Einar Sletten, Kjemisk institutt

I *På Høyden* 8/4 utfordret vi Bjerknessenteret til ”å publisere den fysiske loven som forbinder økningen i global temperatur direkte til økt konsentrasjon av CO₂”. Drange, Eldevik, Furevik og Jansen svarer på vegne av Bjerknessenterets 12/4 med innlegget ”Økt konsentrasjon av CO₂ gir varmere klode”. Overskriften er dessverre betegnende for presisjonsnivået i svaret fra Drange et al.

Vi er ikke uenig i at økt CO₂ konsentrasjon i atmosfæren gir en viss økning av temperaturen, men det store spørsmålet er jo hvor stort bidraget er? Dreier det seg om tiendedels grader eller mange grader? Liksom vanndamp og metan har CO₂-molekylene evne til å fange opp infrarød strålingsenergi. Når energien frigjøres vil det føre til en økning i temperatur. Økt konsentrasjon av CO₂ fører til at det blir flere molekyler tilgjengelig for infrarød absorpsjon. Den direkte effekten av CO₂ kan man estimere vha infrarød spektroskopi og teoretiske beregninger. Selv om estimatene spriker, viser ingen beregninger eller målinger effekter på global temperatur fra CO₂ i den størrelsesorden som klimamodellene predikerer. For å få dette til, må man tillegge CO₂ en indirekte effekt, såkalt positiv tilbakekobling som mangedobler klimasystemets følsomhet for CO₂-økning.

Vi etterlyste i vårt innlegg den fysiske lovmessige sammenhengen som klimaforskerne hevder eksisterer mellom økt CO₂-nivå og økt global temperatur. Bakgrunnen for spørsmålet er at klimaforskerne stadig gjentar at klimamodellene og deres prediksjoner er basert på de fysiske naturlovene. Et kjennetegn ved naturlovene er at de er gyldige for hele klasser av fenomener, ekstrapolerbare utenfor de eksperimentelle observasjonsområdene som de opprinnelig ble dedusert fra og at de ikke endrer seg betydelig etter som tiden går. Newtons lov for sammenhengen mellom kraft og aksellerasjon, $F=ma$, og Einsteins lov om ekvivalensen mellom masse og energi, $E=mc^2$, er eksempler på naturlover.

I den andre enden av skalaen finner vi observasjonsbaserte modeller som kan gi gode beskrivelser og gode prediksjoner for komplekse systemer så lenge man befinner seg innenfor modellenes gyldighetsområde, men som i liten grad er ekstrapolerbare utenfor området av observasjoner de er konstruert fra. Slik konstruksjonen av klimamodellene er beskrevet i Klimapanelets rapporter, kan vi slutte oss til at disse modellene er hybrider med deler som er basert på forenklinger og parametriseringer av fysiske lover og deler som er observasjonsbaserte. Dette bekrefter Drange et al. med utsagnet ”I tilfeller hvor koplingen mellom ulike lover ikke kan representeres direkte av klimamodellene, for eksempel grunnet datamaskiners endelige regnekraft eller hvor teoretisk kunnskap er begrensende, brukes **observasjonsbaserte** tilnærmelser.” Hybridmodeller har de samme begrensninger som fullstendig observasjonsbaserte modeller når det gjelder gyldighetsområde og ekstrapolbarhet og kan være en del av forklaringen på klimamodellenes svake prediktive evne.

Vi skal gi Drange et al en ny sjanse til å klargjøre sammenhengen mellom CO₂ og global temperatur. Vi deler nå spørsmålet i tre og frafaller kravet om at de skal formulere dette som en naturlov.

1. Hvor stor blir økningen i global temperatur med dobling av CO₂-konsentrasjon i forhold til førindustrielt nivå (280 ppm)?
2. Hvor stor del av oppvarmingen skyldes den direkte effekten av CO₂ og hvor stor del tilskrives den positive tilbakekoblingen?
3. Hvilke parametriseringer og hvilke observasjonsserier brukes for å estimere det direkte og indirekte bidraget til CO₂?