

## Dørene lukkes for klimamålene

Av professor Kristoffer Rypdal

Institutt for matematikk og statistikk, UiT Norges arktiske universitet

Klimatoppmøtet i Paris nærmer seg med stormskritt. I denne kronikken skal jeg drøfte de naturvitenskapelige klimaprognosene som danner et bakteppe for møtet. I en oppfølger skal jeg diskutere trekk ved vår økonomiske og politiske verdensorden som har gitt opphav til klimaproblemet og hvilke endringer som er nødvendige for å bringe oss på en kurs som avverger en klimakatastrofe som vil ramme oss og våre barn og barnebarn. I en avsluttende kronikk skal jeg ta for meg agendaen for toppmøtet og gi en analyse av muligheten for at møtet kan stake ut en kurs som bringer verdens nasjoner fra ord til handling.

FNs klimapanel har utarbeidet en rekke prognoser for økningen i global middeltemperatur basert på forskjellige scenarier for utviklingen av utslipp av drivhusgasser fra menneskelig aktivitet. Disse prognosene er basert på svært komplekse jordsystemmodeller. De omfatter sirkulasjonen i atmosfære og hav, isdynamikk, og kjemiske og biologiske prosesser som inkluderer det svært intrikate kretsløpet for karbon.

Etter at klimapanelet i 2013 ga ut sin femte rapport publiserte en av hovedforfatterne en artikkel i tidsskriftet "Science" der han brukte data fra et stort antall jordsystemmodeller til å vise at tiden er i ferd med å løpe fra oss når det gjelder å begrense global oppvarming til to grader.

Enkelte forskere utenfor hovedstrømmen i klimaforskningen innvender at nettopp kompleksiteten av modellene kan gjøre dem upålitelige. De påpeker også at forskjellige modeller inneholder mange felles moduler, og dermed ikke er helt uavhengige. De er også i noen grad tilpasset til å gi det riktige svaret for klimautviklingen fram til i dag, og er derfor ikke utelukkende basert på grunnleggende naturlover, men også i stor grad på empiri.

Disse innvendingene kan ikke uten videre avfeies som tøv. De understreker behovet for å supplere med mye enklere og oversiktlige modeller som kan vise oss hvilke faktorer som bidrar til størst usikkerhet i prognosene. Jeg har nylig publisert en studie av en modell som består av tre komponenter. En beskriver hvordan atmosfærens CO<sub>2</sub>-konsentrasjon utvikler seg i forskjellige scenarier for menneskelige utslipp. En annen beskriver hvordan strålingsbalansen (klimapådrivet) endres med endret CO<sub>2</sub>-konsentrasjon. Og en tredje produserer en prognose for jordas overflatetemperatur når utviklingen av klimapådrivet er kjent.

I dag vet man at omlag halvparten av den CO<sub>2</sub>-mengden som slippes ut fra menneskelig aktivitet blir værende i atmosfæren. Den andre halvparten blir i hovedsak tatt opp av havet og av vegetasjonen på land. Hvis det bare var slik at en viss andel av CO<sub>2</sub>-overskuddet siden førindustriell tid blir absorbert hvert år, så ville man lett kunne beregne en halveringstid for karbon i atmosfæren på noen få tiår. Noen klimafornektere bruker en slik antakelse til å argumentere for at "naturen vil ordne opp" og raskt bringe CO<sub>2</sub>-nivåene tilbake til normalen når vi endelig får kontroll på utslippene. Jeg har derfor tatt med dette som en alternativ modell i min studie, selv om jeg er helt sikker på at den er feil fordi både de øvre lagene i havet og vegetasjonen vil "mettes" med CO<sub>2</sub> hvis utslippene fortsetter. Når CO<sub>2</sub> absorberes i havet akkumuleres karbonet i forskjellige kjemiske forbindelser i de øvre lagene. Her har vi et biologisk kretsløp der karbon i organisk form og skall synker ned til havbunnen. I førindustriell tid var dette kretsløpet i balanse, men nå akkumuleres karbon i overflatelagene og fører til forsuring som er i ferd med å ødelegge livsgrunnlaget for skallformende organismer. Vegetasjonen på land øker i øyeblikket på grunn av "gjødning" fra CO<sub>2</sub>, men dette vil også snart nå et metningspunkt. Jeg har laget en enkel modell for metningen av CO<sub>2</sub> absorpsjonen fra atmosfæren, og sammenholdt resultatet med "klimafornektermodellen."

Modellen for temperaturøkning inneholder en effekt som ofte blir oversett. Når strålingsbalansen blir forskjøvet av økt CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, og jorda totalt mottar mer energi enn den avgir til verdensrommet, så vil ikke dette umiddelbart gi en sterk økning i overflatetemperatur. Dette er fordi energien transporteres ned i det kalde dyphavet. Først når dyphavet er varmet opp vil vi se det endelige resultatet i overflatetemperaturen. Dette kan ta hundrevis av år. Vi vet ikke helt hvor stor denne tregheten i temperaturresponsen er, men jeg har lagt inn to ytterligheter i modellen, slik at vi kan få et bilde av usikkerheten i projeksjonene.

Resultatet av analysene er overraskende nok at ved fortsatt eksponentiell vekst av utslippene så er det liten forskjell på "klimafornektermodellen" og de mer realistiske variantene. Temperaturen vil øke mellom en og to grader for hver generasjon som går uten effektive reduksjoner. Forskjellene viser seg først og fremst i temperaturutviklingen etter at vi har iverksatt reduksjoner. Klimafornektermodellen gir da at temperaturen vil nå et maksimum etter noen tiår og deretter avta, mens de andre modellene gir en fortsatt økning fram mot år 2200 til tross for at utslippene reduseres til null.

Budskapet fra disse studiene er klart. To-gradersmålet kan bare nås hvis reduksjoner på minst en prosent per år iverksettes umiddelbart. Tidspunktet for iverksettelse av reduksjonene er viktigere enn størrelsen av dem. Det er en farlig illusjon å tro at vi ennå har tid.