

# Bruk og misbruk av klimaframskrivninger

Forskere er avhengig av pålitelige klimaframskrivninger for å kunne si hvilke konsekvenser klimaforandringer får for mennesker og samfunn i framtiden. Men hva kan klimaframskrivninger brukes til og hvordan bør de brukes?

ASGEIR SORTEBERG

Førsteamanuensis,  
Geofysisk Institutt,  
Universitetet i Bergen  
(asgeir.sorteberg@ghi.uib.no)

Klima er per definisjon gjennomsnittlig vær over en gitt periode. I dag er man ikke i stand til å gi sikre værvarsler for mer enn noen få dager. Hvor mye skal man da stole på klimaframskrivninger 20, 30 eller 100 år fram i tid?

## Hvor forutsigbart er klima?

Grunnen til at vi har tiltro til værvarsler noen dager fram i tid, er at værvarsling er et såkalt begynnelsesverdi-problem. Hvis vi kjenner dagens tilstand kan vi forutsi tilstanden framover i tid. Denne type forutsigbarhet er svært forskjellig fra hva som bruk av dagens klimamodeller gir oss. Her er det ikke begynnelsesverdien som gir oss forutsigbarheten, men forandring i de såkalte grensebetingelsene. Grensebetingelsene for klima er mengden absorbert energi i jord-atmosfæresystemet. Et banalt eksempel på dette er at vi kan

«Det er ikke og vil ikke bli mulig å si at klimaforandringene vil være signifikant forskjellig i Hønefoss og Drammen om 50 år.»

forutsi at vinteren er kaldere enn sommeren fordi mengden solinnstråling er større på sommeren enn om vinteren. Forutsigbarheten i dagens globale klimamodeller kommer altså kun fra forandringene i grensebetingelsene – som for eksempel klimagasser eller solinnstråling. Som et resultat av dette vil modellene kunne si svært lite om klimaforandringene på fra tiår til tiår, da forandringene i grensebetingelsene er små. I tillegg vil usikkerhetene i framtidige klimautslipp være med på å gi mindre forutsigbarhet på veldig lange tidsskalaer over århundrer. Figur 1 gir en skjematisk framstilling av



**KLIMAVARSEL? Værvarsler tar utgangspunkt i dagens vær for å si noe om morgendagens vær. Når man skal lage klimaframskrivninger er det andre metoder som brukes og disse er mer usikre.**

Foto: NRK

forutsigbarheten i klimasystemet og hvilke forhold som er med på å begrense den.

## Regionale klimasimuleringer

Regionale klimamodeller beregner været fra en tilstand i klimasystemet og framover i tid, time for time, dag for dag og år for år gjennom å løse et koblet sett av termodynamiske og dynamiske bevegelsesligninger for en begrenset del av kloden. Siden en regional modell ikke dekker hele verden, trenger den informasjon om lufta som kommer inn i modellområdet – såkalte randbetingelser. I tillegg trenger den informasjon om havtemperaturer og sjøis, siden de regionale modellene som brukes i dag ikke beregner dette selv. Begge disse tingene får den fra en global modell. Ofte gjøres dette i tre steg:

Først bruker man en global koblet hav-atmosfære-modell som er svært regnekrevende og som derfor ofte har lav romlig oppløsning med gitterruter på 250 ganger 250 kilometer for et valgt utvalg utslippsscenarioer. Deretter tar man forandringen i havtemperaturer og sjøis fra denne inn i en global



**SKIFØRE. Jo mer lokale områder man ønsker å lage klimaframskrivninger for, jo mer usikre blir resultatene.**

Illustrasjonsfoto: Stockexpert



atmosfære modell som har en finere oppløsning med gitterruter på 100 ganger 100 kilometer og beregner atmosfæresirkulasjonen på nytt. Siste steg er å bruke en regional atmosfæremodell med

På våre breddegrader der naturlige interne variasjoner er store, vil altså klimaforandringer ett til to tiår fram i tid være svært usikre.

gitterruter på 50 ganger 50 kilometer eller mindre som bruker vind, fuktighet og temperatur fra den globale atmosfæremodellen på sin ytterkant og hav og sjøisinformasjonen fra den koblede modellen.

Resultatet fra den regionale modellen vil derfor være avhengig av de såkalte randbetingelsene fra den globale modellen og modellens egne tilnærminger. Forenklet kan vi si at resultatene fra regional nedskaleringer kan sprike på grunn av såkalte samplingseffekter, på grunn av spredning som skyldes forskjellige globale eller

regionale modeller, eller på grunn av spredning i utslippsestimatene.

### Samplingseffekter

Samplingseffekter er usikkerheter i klimasignalet fordi modellen ikke er kjørt over uendelig mange år – slik at forskjellen mellom kjøringene for dagens og framtidens klima ikke bare er klimasignalet, men i tillegg inneholder alle naturlige variasjoner som i gjennomsnitt over simuleringsperioden ikke blir null.

Hvis vi har få år med i trendestimatet, spriker modellene mye og i snitt gir de en forandring i temperaturen som er nær 0. Med andre ord er temperaturforandringene ifølge modellene styrt av naturlige interne variasjoner som modellene ikke kan forutsi. Jo flere år vi tar med i estimatet desto likere blir trenden fra de forskjellige modellene. På våre breddegrader der naturlige interne variasjoner er store, vil altså klimaforandringer ett til to tiår fram i tid være svært usikre.

### Globale og regionale modeller

Det er spredning på grunn av forskjellige globale modeller som gir verdier inn på ytterkanten av

de regionale modellene og forskjeller mellom de regionale modellene.

Modeller bruker forskjellige tilnærminger for å representere effekter som er på så små tids- eller romskalaer at modellene ikke beregner dem direkte. Dette gjør at de gir forskjellige resultater.

## Spredning i utslippsestimatene

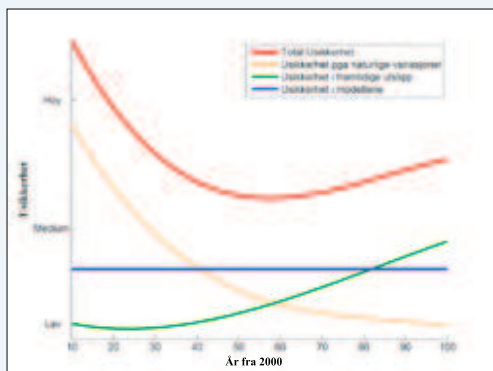
Den siste grunnen til at modellene spriker er at vi ikke med sikkerhet vet hvor mye CO<sub>2</sub> som vil slippes ut i framtiden. FNs klimarapport opererer derfor med flere mulige utslippsscenarioer avhengig av framtidige forandringer i økonomi, teknologi, befolkning og energipolitikk. Disse scenarioene er ganske like fram til 2050, men etter det spriker de mye.

## Bruk av klimaframskrivningene

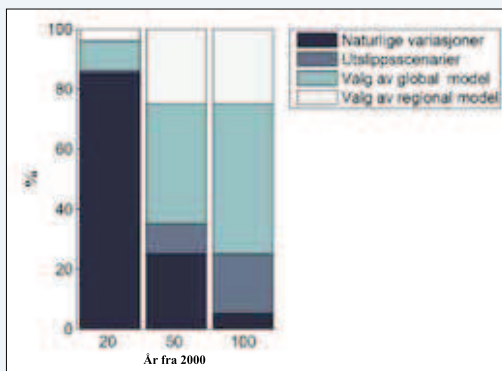
Klimasystemet er i prinsippet forutsigbart, men siden vi verken kjenner dagens tilstand perfekt eller framtidens utslipp, vil klimaforandringene i praksis ha en komponent som vi selv med perfekte klimamodeller ikke vil kunne forutsi. Hvilke av de fire ovennevnte faktorene som gjør at klimasimuleringene spriker, avhenger av hvor stort område man ser på, hvilke parametre og hvilken tidsperiode man er interessert i og hvor på kloden man er.

De fire usikkerhetene gjør at vi kan sette opp en sett med kjøreregler for bruk av regionale nedskaleringer til effektforskning:

1. Dagens klimamodeller kan ikke forutsi forandringer over korte perioder opptil 25 år. Naturlige variasjoner i klimasystemet vil lett kunne maskere eller forstørre en klimaforandring som skyldes menneskeskapte utslipp når man beregner forandringen over få år.
2. Bruk aldri én eller to klimasimuleringer for å beregne klimaforandringseffekter. Bruk så mange modellsimuleringer som mulig. Da er det større sjanse for at naturlige variasjoner og modellspesifikke feil blir midlet vekk.
3. Bruk regionale simuleringer som er kjørt med forskjellige globale modeller som randbetingelse. Hvis man ikke gjør det, vil man underestimere usikkerhetene kraftig.
4. Jo finere romlig skala man trenger i forskningen desto mer usikkert blir det. Det er ikke og vil ikke bli mulig å si at klimaforandringene vil være signifikant forskjellig i Hønefoss og Drammen om 50 år.
5. For Norge ser det ikke ut til at høyere oppløsning på de regionale simuleringene gir et mer pålitelig klimaforandringssignal. En simulering med 50 ganger 50 kilometer er ikke dårligere enn en med 10 ganger 10 kilometer, siden klimaforandringssignalet i stor grad styres av den globale modellen som brukes som randbetingelse og ikke av oppløsningen på modellen.



**Figur 1:** Dagens klimamodeller henter sin forutsigbarhet fra forandring i jordsystemets energimengde. De er derfor ikke i stand til å forutsi klimaforandringer over noen få tiår. På denne skalaen er naturlige interne variasjoner, altså variasjoner i utvekslingen av energi mellom hav og atmosfære, trege variasjoner i havstrømmer og lignende, det viktigste. De er godt egnet til å si noe om systematiske forandringer på lengre tidsskalaer som 50 til 100 år.



**Figur 2:** Figuren gir en skjematisk framstilling av hvorfor klimasimuleringene for Norge spriker ved forskjellige tidsperioder. Verdien er i prosent av totalt sprik (merk at det totale spriket er betydelig redusert med tiden). For tidsperioder over 25 år er den største kilden til sprik de globale modellene. Figuren er basert på publiserte studier fra blant andre Sorteberg og Kvamstø, 2006, Deque, 2007 m.fl.