

Store naturlige klimavariasjoner gir usikkerhet i Arktis

Klimamodellene viser størst framtidig oppvarming i Arktis. Men usikkerheten i anslagene er også størst her. Noe av usikkerheten skyldes større innflytelse av uforutsigbare naturlige klimavariasjoner enn på lavere breddegrader.

Sigbjørn Grønås og Asgeir Sorteberg,
Regclim

I følge IPCC vil økt drivhuseffekt på grunn av menneskers utslipp av klimagasser, gi spesielt store utslag i Arktis. Temperaturene stiger allerede og utbredelsen av sjøis har minket betydelig over de siste 50 år (se artikler i *Cicerone* av Smedsrud og Furevik, 2/2000; Grønås, 5/2002; Hansen-Bauer, 1/2003). Innen århundrets utgang venter en at svært mye av helårsisen vil forsvinne, det vil si den isen som varer hele året eller lengre (IPCCs tredje hovedrapport). Det er imidlertid knyttet spesielt stor usikkerhet til disse scenariene, fordi de ulike klimamodellene – det eneste redskap vi har for å forutsi klimaendringer – gir størst spredning i resultatene, det vil si størst usikkerhet, nettopp i Arktis (figur 1). En kan tenke seg to hovedgrunner for at usikkerheten er størst i Arktis: Spesielt store naturlige klimavariasjoner på høye nordlige breddegrader svekker signalet fra økt drivhuseffekt; spesielt store vansker i modellene med å beskrive klimavariasjoner i Arktis.

Store naturlige klimavariasjoner i Arktis

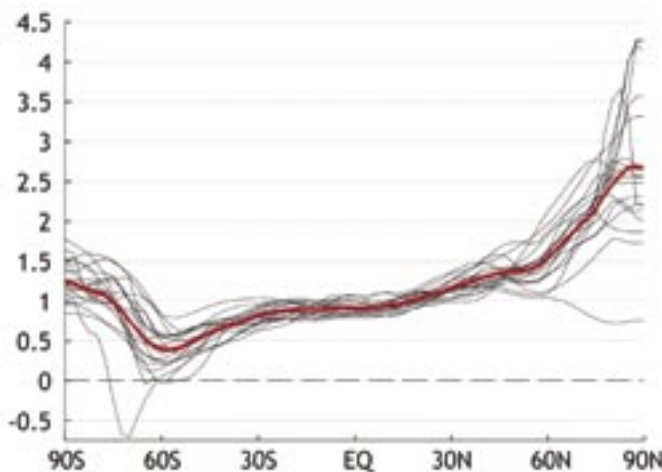
For Arktis har vi stort sett bare meteorologiske observasjoner fra de siste hundre år. De viser at klimaet på høye nordlige breddegrader er karakterisert ved store variasjoner fra år til år og store variasjoner på tiårsskala (ett eller flere tiår). Således gir tiårsvariasjonene i temperatur større utslag i Arktis enn på lavere breddegrader (figur 2). Som lenge kjent, viser figuren at det fant sted en oppvarming fra cirka 1910 fram til 1940, en avkjøling deretter fram

til cirka 1970 og en oppvarming i tiden etter. På bredder sør for Norge var utslagene små for disse variasjonene (figur 2). Oppvarmingen de siste tiårene har derimot vært mer global, men igjen har utslagene vært størst i nord.

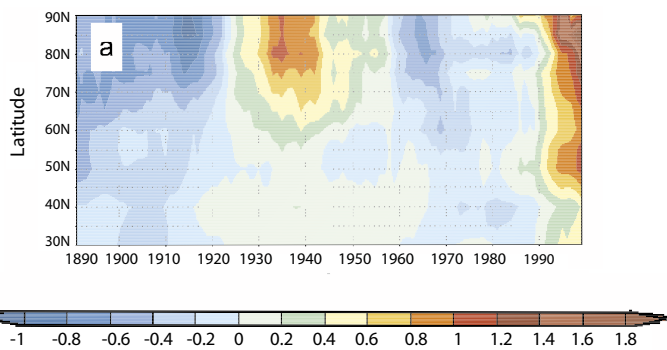
Observasjoner gjenspeiler både interne klimaendringer, satt i gang av klimasystemet selv, og klimaendringer som har sin årsak i forandringen av ytre klimapådriv (strålingspådriv, se IPCCs tredje hovedrapport). Av ytre klimapådriv er noen naturlige (variasjoner i solstrålingen og aerosoler fra vulkanutbrudd) og noen menneskeskapt (økt drivhuseffekt og partikler fra utslipp av gasser som SO₂). Årsakene til den første oppvarmingen som fant sted i Arktis (1920-40) og den påfølgende avkjølingen er usikre, men det

fins holdepunkter for at i det minste noe av disse variasjonene har vært interne (Delworth & Knutson, 2000; Bengtsson, Semenov & Johannessen, 2004; Johannessen m fl, 2004). På den andre side har IPCC konkludert med at den siste oppvarmingen i hovedsak har hatt sin årsak i økt menneskeskapt drivhuseffekt.

Det eksisterer alltid ulike ytre klimapådriv som vil påvirke klimaet, og det er vanskelig å skille disse variasjonene fra interne variasjoner. Rene interne variasjoner kan lettest studeres i klimamodeller som kjøres uten ytre pådriv (såkalte kontrollkjøringer). En slik kontrollkjøring er utført ved Bjerknessenteret med Bergen Climate Model (BCM) over en periode på 300 år (se artikkel i *Cicerone* 2/2002 av Sorteberg m fl). Resultatene viser økte



Figur 1. Økning i middeltemperatur (°C) ved jordoverflaten, midlet over breddegrader, ved doubling av drivhuseffekten. Resultat fra 19 såkalte CMIP-kjøringer hvor økningen er et middel fra år 61 til 80 i kjøringene i forhold til resultater i kontrollkjøringer. Etter Räisänen (2001).



Figur 2. Avvik i årlig middeltemperatur (°C) ved jordoverflaten, midlet over breddesirkler, fra 1890-2000. Etter Johannessen m fl (2004).

temperaturutslag – både positive og negative – for Arktis for interne klimavariasjoner på tiårsskala. I så måte ligner variasjonene på den tidlige oppvarmingen i Arktis i forrige århundre og den påfølgende avkjølingen. Andre klimamodeller gir lignende utslag (Bengtsson, Semenov & Johannessen, 2004). På denne måten styrker resultatene fra kontrollkjøringer indikasjonene fra observasjoner om at klimavariasjoner på tiårsskala har større utslag i Arktis enn på lavere breddegrader. En årsak til dette regner en med er tilbakekopling fra endringer i albedo (forholdet mellom reflektert og total stråling fra sola ved overflaten) over is og snø, som forsterker en første endring i klimaet.

Naturlig variasjon gir usikkerhet

Figur 1 viser oppvarmingen ved en dobling av CO₂ uttrykt som gjennomsnitt langs breddesirkelene (sonale gjennomsnitt). Modellkjøringene er såkalte CMIP-kjøringer der konsentrasjonen av CO₂ øker med 1 prosent per år (se artikkel av Sorteberg og Grønås i *Cicerone* 4/2004). En fordobling av konsentrasjonen skjer etter 70 år, modellene kjøres til 80 år og i figuren er resultatene vist som gjennomsnitt fra år 61 til

år 80. Spredningen av resultatene mot Arktis skyldes både intern klimavariasjon og bruk av ulike modeller. Ved Bjerknessenteret har en kjørt et utvalg – et ensemble med seks kjøring – av CMIP-eksperimenter med BCM. Spredningen i dette ensemblet skyldes utelukkende intern klimavariasjon. Ensemblet viser lignende spredning mot nord som i figur 1, men utslagene er mindre.

Figur 3 viser forholdet (prosent) mellom spredningen i BCM-ensemblet og spredningen når alle modellene er

med. To perioder er tatt med: år 21-40 og 61-80. I den første perioden, når signalet fra økt drivhuseffekt er svakt, øker forholdet mot Arktis, der det er 100 prosent. Dette betyr at i nordområdene domineres variasjonene av interne variasjoner. I den siste perioden er signalet fra økt drivhuseffekt mye mer dominerende. Da er spredningen i ensemblet cirka 30 prosent av spredningen for alle modellene, og denne prosentdelen varierer ikke mye med bredden på nordlige halvkule. Siden det nå er mye mindre sjøis, kan det være at mekanismene som gir store tiårsvariasjoner er dempet. I alle fall skyldes brorparten av den store spredningen mellom modellene i Arktis for år 61-80 i figur 1 ulikheter i modellene.

Har modellene spesielle vansker i Arktis?

Det faktum at modellene spriker mest i Arktis kan imidlertid ikke bare tilskrives større problem med å simulere klimaet i Arktis enn andre steder på kloden. Også ved dobling av CO₂ skyldes en betydelig del av sprikene at naturlige klimavariasjoner er større i Arktis enn andre steder. Modellene har systematiske feil over alt på kloden, og det er vanskelig å vite hva som betyr mest for Arktis. Likevel, det er grunn til å mene at mye av spriket mellom modellene skyldes forskjeller i hvordan sjøisen modelleres. Slik vil modeller med for tynn is i kontrollkjøringene, men

realistisk utbredelse, gi større oppvarming i sentrale deler av Arktis enn modeller som har tykkere is og liten utbredelse. I kontrollkjøringen gir BCM litt tynnere sjøis enn observert, mens utbredelsen er realistisk. Dette kan være en indikasjon på at denne modellen gir for store utslag for framtidige klimaendringer over sentrale områder av Arktis (se for øvrig artikkel av Inger Hanssen-Bauer).

Referanser

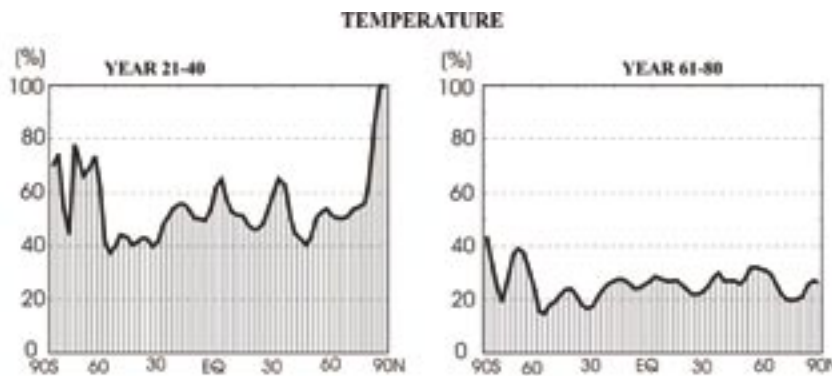
- Bengtsson, L., V. Semenov, O.M. Johannessen 2004. *J. of Climate*, **17**, 4045.
- Delworth, T.L. og T.R. Knutson 2000. *Science* **287**, 2246-2250.
- Johannessen, O.M., med flere 2004. *Tellus* **56A**, 328-341.
- Räisänen, J. 2001. *J. of Climate*, **14**, 2088-2104.

Sigbjørn Grønås

(sigbjorn@gfi.uib.no) er professor i meteorologi ved Geofysisk institutt, UiB og med i ledergruppen for RegClim.

Asgeir Sorteberg

(asgeir.sorteberg@bjerknes.uib.no) er forsker ved Bjerknessenteret for klimaforskning og arbeider med framtidige klimascenarier og klimasystemets forutsigbarhet.



Figur 3. Spredning i temperatur i ensemblet med BCM i forhold til spredning i kjøring med mange modeller. Spredningen er regnet i prosent basert på forholdet mellom standardavvik i de to gruppene. Beregningene er gjort for gjennomsnitt over breddesirkler for bånd over 2,5° i bredden og for periodene år 21-40 og 61-80. Etter foredrag av Asgeir Sorteberg på ACIA-konferanse, Island, november 2004.