

Hvordan vil fremtidens værse ut?

Av Rasmus Benestad

Rasmus Benestad er klimaforsker ved Meteorologisk Institutt

Innlegg på fagtreff i Norsk Vannforening 12. februar 2007

Drivhuseffekten

Jordens overflatetemperatur viser seg å være høyere enn teoretiske beregninger, basert på hvor mye energi jorden mottar fra sola i form av stråling og hvordan varmetapet varierer med temperaturen. Varmetapet består i varmestråling, og ved å balansere energien i solstrålene fra solen med varmetapet, kan man enkelt regne ut en likevektstemperatur. Det viser seg at jordens overflate inneholder en rekke gasser, deriblant CO₂, som bremser jordoverflatens varmetap og dermed gjør at den faktiske er høyere enn hva en ren strålingsbalanse vil tilsi. Dette er bedre kjent som *drivhuseffekten*.

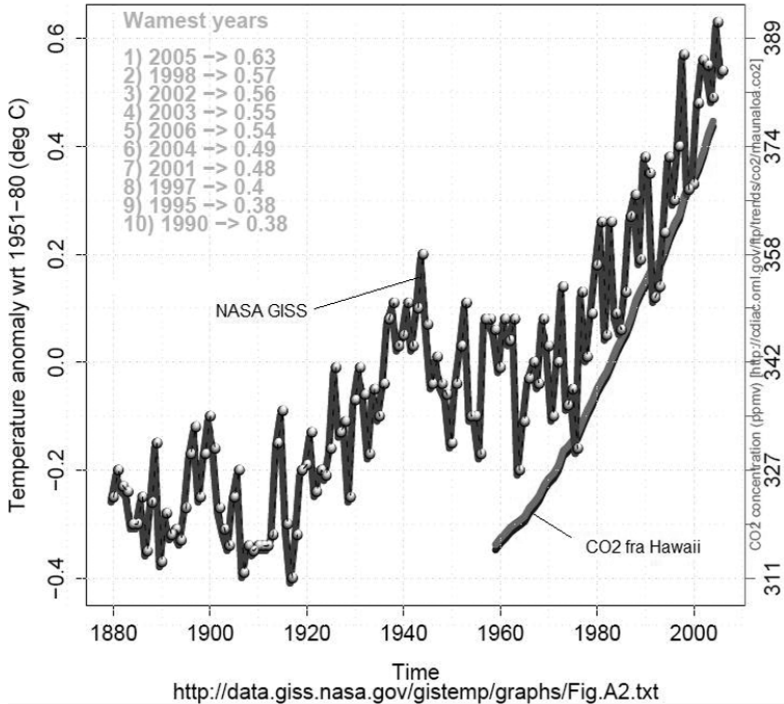
Global oppvarming

Siden målingene av CO₂ startet på slutten av 1950-tallet, har forskere vært opptatt av hvordan en økt drivhuseffekt kan påvirke vårt klima. Målingene viser at middeltemperaturen for jordens overflate har betydelig de siste 100 årene, og at den økte drivhuseffekten gir en *global oppvarming* (Figur 1). I februar 2007 ble oppsummeringen til den siste

klimarapporten til FN's klimapanel (IPCC) sluppet, men selve hovedrapporten var ennå ikke tilgjengelig (1). Denne rapporten har evaluert og sammenstillet den vitenskaplige litteraturen rundt klimaproblematikken. IPCCs sine rapporter er tykke som murstein, og det mangler ikke på publikasjoner. Men siden hovedrapporten ikke var publisert 12. februar, kunne presentasjonen i Norsk Vannforening bruke resultatene fra hovedrapporten. I Norge har vi likevel en stor mengde forsknings-stoff som vi kunne presentere, bl.a. fra RegClim-prosjektet (2).

Fremtidens vær

De viktigste vær-parameterene for samfunnet er temperatur, nedbør og vind. Endring i temperaturen er enklest å beregne med klimamodellene, siden nedbør innebærer et mer komplekst bilde som involverer det hydrologiske kretsløp med skydannelse, luftfuktighet og skydråpekjerner på mikrometers størrelse. Vindberegningene er også mer usikre på grunn av modellenes begrensninger i hvor mange detaljer de kan



Figur 1. Global middeltemperatur fra NASA GISS og konsentrasjon av CO₂ fra Hawaii.

beskrive og dermed fenomener som lavtrykk og fronter samt forsterkende eller dempende innvirkninger fra geografiske forhold. Både vind og nedbør pleier ikke å være normalfordelte, mens temperaturfordelingen er nær ved å være normalfordelt (og dermed lettere å modellere statistisk).

Temperatur

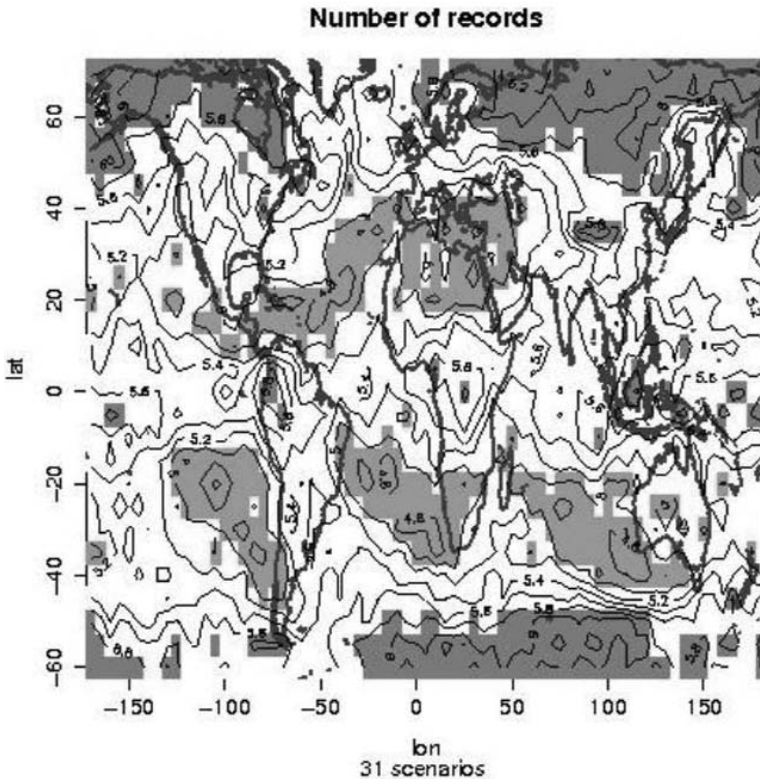
Alle modellberegningene viser en økning i temperaturen dersom mengden med drivhusgasser øker i fremtiden. Beskrivelsen av temperatur er mer likt dersom man tar den globale middeltemperaturen enn dersom man ser på lokale variasjoner.

Grunnen er at temperaturen ikke bare er påvirket av drivhuseffekten, men har også naturlige svingninger, f.eks. avhengig av hvilken retning vinden blåser fra eller om det er overskyet. Tar man og midler over hele kloden vil mange av de naturlige variasjonene jevnes ut, da det ofte er kaldere enn vanlig enkelte steder mens det er varmere enn normalt andre plasser. Temperaturen varierer ulikt også over lengre tidsskalaer, noe som forklares ved at mer langsomme prosesser som inkluderer havene også har noe å si (f.eks. El Niño, den Nord-Atlantiske Oscillasjonen).

Nedbør

Estimeringen av lokalnedbør med statistiske modeller fanger ofte ikke opp variansen i år-til-år variasjonene, selv om de kan gi riktig nivå. Derimot kan man bruke en modifisert versjon av dagens værvarslingsmodell for beskrive nedbøren på regional skala. Men selv ikke disse såkalte *dynamisk nedskalerte* verdiene er perfekte, da det lett oppstår systematiske avvik med hensyn til mengde, årstid, og frekvens. Dessuten er de dynamiske nedskalerte verdiene ikke representa-

tive for nedbøren som faller veldig lokalt, da den romlige oppløsningen på dagens modeller er på ca 50x50 km². Usikkerhetene til tross, stort sett alle beregningene tilsier en økning i nedbørsmengden ved våre breddegrader, med unntak om sommeren. I subtropene, derimot, indikerer klimamodellene en reduksjon i nedbøren (fare for mer tørke; Figur 2). Når det gjelder ekstreme nedbørsmengder, indikerer ulike beregninger en økning i frekvensen av intense nedbørs-episoder i Nord-Europa.



Figur 2. Områder som vil bli våtere (de perifere skraverte områder på kartet) og tørrere (de sentrale skraverte områder på kartet). Her viser statistikken hyppigheten av nye rekord-hendelser (Benestad, 2006, *Can we expect more extreme precipitation on the monthly time scale?* J.Clim Vol. 19, No. 4, pages 630-637).

Snø

Selv om nedbøren mest sannsynlig vil øke, tyder klimascenariene på at snømengden i *gjennomsnitt* vil minske i lavereliggende strøk. Beregningene viser også at enkelte vintre likevel vil kunne være omtrent like snørike som de mest snørike vintrene til nå. Økte temperaturer tilsier at mer og mer nedbør kommer i form av regn. Ser man på antall skidager (dager med snødybde større enn 25 cm) ved Bjørnholt utenfor Oslo, ser man at antallet var ganske stabilt før slutten av 1980-tallet, og så har det vært flere år med svært få ski dager. Men på enkelte steder hvor det allerede er ganske kaldt, kan det komme mer snø i den nærmeste fremtid, selv om den trenden også kan snu når det blir tilstrekkelig varmt. Målinger fra Tromsø tyder på at den gjennomsnittlige snødybden i Tromsø har økt over tid, men fremskrivingene vier en fremtidig reduksjon. Videre analyse av klimascenariene tyder også på at snø-sesongen i gjennomsnitt vil bli kortere i fremtiden, som et resultat av oppvarmingen.

Vind

Når det gjelder vind, er kanskje man først og fremst opptatt av stormintensitet og stormfrekvens. Foreløpig gir ulike klimamodeller ganske sprikende resultater, men disse er ennå ikke gode nok til å gi en robust beskrivelse av stormstatistikken (delvis pga for grov romlig oppløsning).

Referanser

- (1) IPCCs hovedrapport er siden det blitt lagt ut på Internett. Se f.eks. <http://www.realclimate.org/index.php/archives/2007/04/full-ipcc-ar4-report-now-available/>
- (2) [Http://regclim.met.no](http://regclim.met.no)