**Ny forskning utfordrer tidligere klimamodeller: Solvariasjon kan være hovedårsaken til temperaturtrender**

**Av Espen Andre Røinaas, lektor**

**I artikkelen** **“Re-evaluating the role of solar variability on Northern Hemisphere temperature trends since the 19th century****” har forskere har laget en ny beregning av temperaturtrendene i den nordlige halvkule ved å bruke data fra hovedsakelig landlige stasjoner. Dette minimerer problemer (urbaniseringseffekten) som byutvikling kan ha forårsaket i tidligere beregninger. Den nye beregningen viser oppvarmingstrender i periodene 1880-1940 og 1980-2000, men også en nedkjølingstrend i perioden 1950-1970.**

**Urbaniseringseffekten, også kjent som “urban varmeøy-effekt”, refererer til det fenomenet at urbane områder generelt har høyere temperaturer enn omkringliggende landlige områder. Dette skyldes hovedsakelig menneskeskapte strukturer som bygninger og veier, som absorberer mer solvarme enn naturlige landskap som skoger og gressland.**

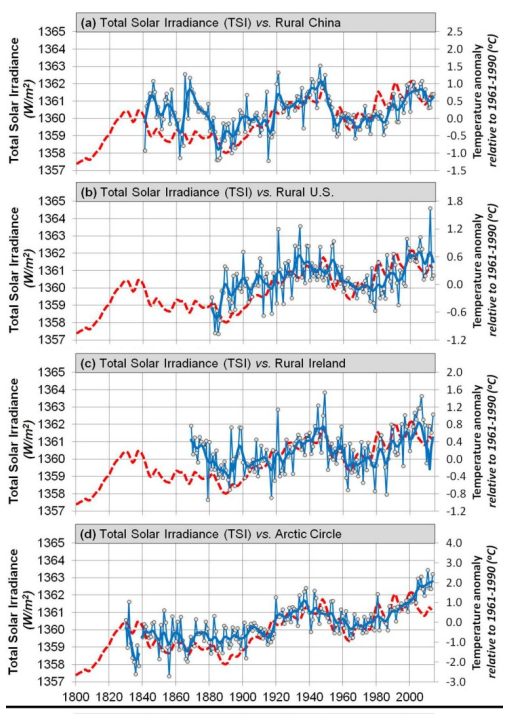
**Når det gjelder temperaturmålinger, kan urbaniseringseffekten føre til skjevheter. For eksempel, hvis en værstasjon opprinnelig ble plassert i et landlig område, men området har blitt urbanisert over tid, kan temperaturene registrert av stasjonen øke på grunn av urbaniseringseffekten, og ikke nødvendigvis på grunn av klimaendringer. Derfor er det viktig å korrigere for urbaniseringseffekten når man analyserer langtidstrender i overflatetemperaturdata.**

**Denne nye beregningen er forskjellig fra tidligere beregninger, men den stemmer overens med temperaturtrender fra havoverflatetemperaturer, bre-lengde og fra bredden til årringer i trestammer (treringdata). Men de nyeste klimamodellene klarte ikke å reprodusere temperaturtrendene fra den nye beregningen, selv når de inkluderte både menneskeskapte og naturlige påvirkninger.**

**En mulig grunn til at klimamodellene ikke klarte å reprodusere temperaturtrendene nøyaktig, er at solpåvirkningene de brukte alle antydet relativt lite solvariasjon. Men forskerne har avdekket at det fortsatt er stor usikkerhet om hvordan den totale solstrålingen har variert siden det 19. århundre.**

**Når forskerne sammenlignet den nye beregningen med en høy solvariasjonsrekonstruksjon som ikke ble vurdert av klimamodellene, fant de en bemerkelsesverdig likhet. Hvis denne solvariasjonsrekonstruksjonen og den nye beregningen av temperaturtrendene i den nordlige halvkule er nøyaktige, ser det ut til at mesteparten av temperaturtrendene siden minst 1881 kan forklares med solvariasjon, hvor atmosfærisk CO2 konsentrasjon gir høyst et mindre bidrag. Dette motsier påstanden fra de siste rapportene fra FNs klimapanel (IPCC) om at mesteparten av temperaturtrendene siden 1950-tallet skyldes endringer i atmosfærisk CO2 konsentrasjon.**

**Total solstråling (TSI) kontra landlige målestasjoner**

****

**Sammenligning mellom den oppdaterte trenden for total solstråling (TSI) (vist som en rød stiplet kurve) og temperaturtrendene (vist som en blå linje) i forskjellige regioner i den nordlige halvkule.**

**Et bilde som inneholder tekst, line, Font, Plottdiagram

Automatisk generert beskrivelse**

**Sammenligning mellom den oppdaterte trenden for total solstråling (TSI) (vist som en rød stiplet kurve) og temperaturtrendene** **(vist som en blå linje) for den nordlige halvkule.**

**Det er en høy grad av korrelasjon mellom trendlinjene for TSI og temperaturen for den nordlige halvkule.**

**TSI, eller Total Solstråling, er et mål på hvor mye solenergi som når oss her på jorden. Tenk på det som hvor mye “solkraft” vi får. Når solen har aktive perioder, sender den ut mer energi, og TSI vil være høyere. Når solen er mindre aktiv, vil TSI være lavere. Det er viktig for klimaforskere å måle TSI fordi endringer i solstrålingen kan påvirke klimaet på jorden. For eksempel, hvis TSI øker over tid, kan det bidra til global oppvarming. Men det er mange andre faktorer som også spiller inn, så det er en komplisert sak å studere.**

**Treringdata kontra temperaturtrenden for den nordlige halvkule**

**Et bilde som inneholder tekst, kart, diagram

Automatisk generert beskrivelse**

**På bilde (a) ser man sammenligning av Wilson et al. (2007) sin treringdata (vist som en grønn linje) med temperaturtrenden for den nordlige halvkule.**

**Bilde (b) viser omtrentlig plassering av de trærne som Wilson et al. (2007) brukte i sine bregninger.**

**Det er en høy grad av liket mellom trendlinjene for treringdata og temperaturen for den nordlige halvkule.**

**Treringdata refererer til informasjonen vi kan få fra årringene i et tre. Hvert år vokser et tre en ny ring, og tykkelsen på denne ringen kan fortelle oss mye om klimaforholdene det året. For eksempel, i et år med mye regn og sol, vil treet vokse mye, og årringen vil være tykk. I et tørt og kaldt år, vil treet ikke vokse like mye, og årringen vil være tynn. Ved å studere årringene i et tre, kan forskere derfor få en ide om hvordan klimaet har endret seg over tid. Dette er spesielt nyttig når vi studerer klimaendringer.**

**Lengden på isbreene kontra temperaturtrenden for den nordlige halvkule**

**Et bilde som inneholder tekst, kart, diagram

Automatisk generert beskrivelse**

**På bilde (a) ser man en sammenligning mellom** **lengden på isbreene (vist som lysebrunt felt) som Leclercq & Oerlemans laget i 2012, og temperaturtrenden for den nordlige halvkule.**

**På bildet (b) ser vi også hvor isbreene, som Leclercq & Oerlemans brukte i sin beregning, ligger. De blå sirklene viser plasseringen til 24 av de 247 isbreene som hadde data tilgjengelig fra før 1800.**

**Det er en høy grad av liket mellom trendlinjene for lengden på isbreene og temperaturen for den nordlige halvkule.**

**Test av ulike modeller**

**Et bilde som inneholder tekst, line, skjermbilde, nummer

Automatisk generert beskrivelse**

**I grafene over sammenlignes temperaturdata for den nordlige halvkule i fire ulike modeller for å finne årsakene til temperaturtrendene vi har sett de siste 140 år.**

1. **Vi tilpasser vår temperaturdata for den nordlige halvkule kun ved hjelp av konsentrasjonen av karbondioksid (CO2) i atmosfæren.**
2. **Først tilpasser vi vår temperaturdata for den nordlige halvkule ved hjelp av konsentrasjonen av karbondioksid (CO2) i atmosfæren, og deretter tilpasser vi restene til endringer i total solstråling.**
3. **Vi tilpasser vår temperaturdata for den nordlige halvkule kun ved hjelp av endringer i total solstråling.**
4. **Først tilpasser vi vår temperaturdata for den nordlige halvkule ved hjelp av endringer i total solstråling, og deretter tilpasser vi restene til konsentrasjonen av karbondioksid (CO2) i atmosfæren.**

**De to første modellene beskriver vår data for den nordlige halvkule ganske dårlig, mens de to siste modellene beskriver dataene overraskende godt. Dette kan bekreftes ved å sammenligne R2-korrelasjonskoeffisientene for tilpasningene, som er vist for hver av modellene. R2 er en statistikk som varierer fra 0 (ingen korrelasjon) til 1 (perfekt korrelasjon).**

**Dette antyder at temperaturendringene i den nordlige halvkule siden minst 1881 hovedsakelig har blitt påvirket av endringer i total solstråling, i stedet for konsentrasjonen av karbondioksid i atmosfæren. Merk imidlertid at dette resultatet ikke utelukker et sekundært bidrag fra atmosfærisk karbondioksid. Faktisk er korrelasjonskoeffisienten for modell 4 litt bedre enn modell 3 (dvs. ~0,50 vs. ~0,48). Denne modellen (modell 4) antyder at endringer i atmosfærisk karbondioksid er ansvarlig for en oppvarming på høyst ~0,12°C over perioden 1881-2014, dvs. det har så langt bare hatt en beskjeden innflytelse på temperaturtrendene i den nordlige halvkule.**

**Urban blending**

**En annen artikkel har identifisert et ytterligere problem knyttet til behandlingen av temperaturdata.**

**Artikkelen** **“Evidence of Urban Blending in Homogenized Temperature Records in Japan and in the United States: Implications for the Reliability of Global Land Surface Air Temperature Data”** **handler om hvordan vi måler temperaturen på jorden. Noen ganger, når vi prøver å gjøre dataene mer nøyaktige, kan vi faktisk introdusere feil. Dette kalles “urban blending”, som betyr at vi utilsiktet blander inn temperaturdata fra byområder, som ofte er varmere, inn i dataene fra landlige områder.**

**Så, hvis du ser på et spesifikt landlig område, kan “urban blending” gi inntrykk av at dette området er varmere enn det egentlig er. Dette er fordi dataene fra de varmere byområdene har blitt blandet inn i de landlige dataene.**

**Forskerne så på temperaturdata fra Japan og USA. De fant ut at dataene fra Japan var sterkt påvirket av denne “urban blending” -feilen. Faktisk kunne så mye som 60% av den rapporterte oppvarmingen bare være et resultat av denne feilen. I USA, selv om det er mer landlig, kunne rundt 20% av oppvarmingen skyldes denne feilen.**

**Så, hva betyr dette? Vel, det betyr at vi må være veldig forsiktige når vi tolker temperaturdata. Vi må sørge for at vi ikke blander inn data fra byområder når vi prøver å forstå hvordan temperaturen endrer seg over tid.**

**Merk at “Urban blending” og “urbaniseringsbias” er to forskjellige typer feil som kan påvirke temperaturdata.**

**Utforskning av Klimaendringer: Hvordan By- og Landtemperaturdata Påvirker Vår Forståelse**

**Denne artikkelen “The Detection and Attribution of Northern Hemisphere Land Surface Warming (1850–2018) in Terms of Human and Natural Factors: Challenges of Inadequate Data” tar for seg et problem som oppstår når vi prøver å forstå hvordan temperaturen på jorden har endret seg over tid. Forskerne har sett på temperaturdata fra både byområder og landlige områder for å prøve å finne ut hva som virkelig skjer.**

**De har sett på tre hovedfaktorer som kan påvirke temperaturen: solaktivitet, vulkansk aktivitet og menneskeskapte endringer. Men de har funnet ut at det er veldig vanskelig å si sikkert hva som er den største årsaken til temperaturøkningen siden 1850.**

**En av de store utfordringene er noe som kalles “urbaniseringsbias”. Dette betyr at temperaturen i byområder ofte er høyere enn i landlige områder, og dette kan påvirke dataene våre. Hvis vi ikke tar hensyn til dette, kan vi tro at temperaturen på jorden øker mer enn den egentlig gjør.**

**Forskerne har sett på to forskjellige sett med temperaturdata: ett som inkluderer både byer og landlige områder, og ett som bare inkluderer landlige områder. De fant ut at det var en stor forskjell mellom disse to settene med data.**

**Et bilde som inneholder tekst, diagram, skjermbilde, kart

Automatisk generert beskrivelse**

**Figur a og b: “Rural and urban” serien: Dette er et gjennomsnitt av temperaturdata fra alle stasjoner i den nordlige halvkule, uavhengig av om de er i byer eller på landet.**

**Figur c og d: “Rural-only” serien: Dette er et gjennomsnitt av temperaturdata bare fra landlige stasjoner.**

**Forskerne fant ut at det var en forskjell mellom de to seriene. “Rural and urban” serien viste en oppvarming på 0,89 °C per århundre siden 1850, mens “rural-only” serien viste en oppvarming på 0,55 °C per århundre.**

**Dette er viktig fordi det viser at vi kanskje overvurderer hvor mye temperaturen faktisk har økt hvis vi også tar med data fra byområder. Dette kalles “urbaniseringsbias”. Forskerne fant også ut at dette problemet kan være større enn det vi tidligere har trodd.**

**Så, selv om vi har gjort mye fremskritt i å forstå klimaendringer, viser denne artikkelen at det fortsatt er ting vi trenger å finne ut av. Vi må fortsette å forbedre måten vi samler inn og analyserer temperaturdata på for å få et mer nøyaktig bilde av hvordan klimaet endrer seg.**

**Kilde:**

* **Willie Soon, Ronan Connolly, Michael Connolly, Re-evaluating the role of solar variability on Northern Hemisphere temperature trends since the 19th century, Earth-Science Reviews, Volume 150, 2015, Pages 409-452, ISSN 0012-8252,** [**https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.08.010**](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.08.010)**. (**[**https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825215300349**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825215300349)**)**
* **Katata, Genki & Connolly, Ronan & O'Neill, Peter. (2023). Evidence of Urban Blending in Homogenized Temperature Records in Japan and in the United States: Implications for the Reliability of Global Land Surface Air Temperature Data. Journal of Applied Meteorology and Climatology. 62. 10.1175/JAMC-D-22-0122.1.**
* **Soon, W.; Connolly, R.; Connolly, M.; Akasofu, S.-I.; Baliunas, S.; Berglund, J.; Bianchini, A.; Briggs, W.M.; Butler, C.J.; Cionco, R.G.; et al. The Detection and Attribution of Northern Hemisphere Land Surface Warming (1850–2018) in Terms of Human and Natural Factors: Challenges of Inadequate Data. Climate 2023, 11, 179. https://doi.org/10.3390/cli11090179**