

GPS-satellitter bekrefter utflating av global temperatur

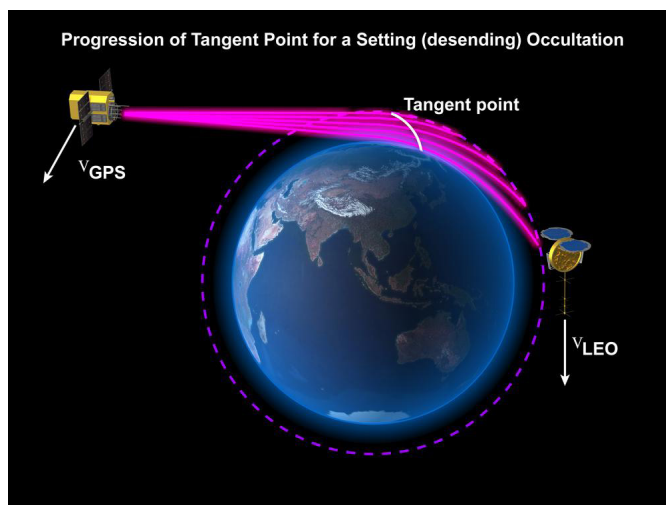
Jan-Erik Solheim*

Analyse av GPS-signaler som går gjennom jordas atmosfære, er en supplerende, robust og nøyaktig metode. Den bekrefter at utflating av global middeltemperatur (hiatus) 2002–2013 er reell og skyldes avkjøling rundt ekvator. Dette sprer seg gradvis mot polene.

Supplerende metoder

I tidligere Klimanytt ([KN 62](#) og [KN 122](#)) har vi fortalt hvordan Johannes Kepler allerede i 1604 beskrev hvordan vi under en total måneformørkelse kan se hvordan lyset fra sola, som passerer gjennom jordas atmosfære og belyser månen, forandrer farge og forteller om «støv» i jordas stratosfære. Denne okkultasjonsteknikken er også brukt til å bestemme atmosfærep-parametre for planeter i andre solsystemer. De mest presise målingene fås ved å måle forsinkelsen av radiosignal når det passerer gjennom en planet-atmosfære. Dette ble første gang gjort da Mariner IV passerte bak Mars i juli 1965.

I slutten av 1990-årene ble noen satellitter, blant annet den danske satellitten «Ørsted», hvor Dr. Egil Friis-Cristensen var vitenskapelig leder, utstyrt med radiomottaker som tok imot signaler fra GPS-satellitter ([KN 234](#)). Siden satellittenes baner er presist kjent, og tid kan måles med stor nøyaktighet, viste det seg at radio-okkultasjoner (RO-data) kunne brukes til å bestemme atmosfæriske parametre.



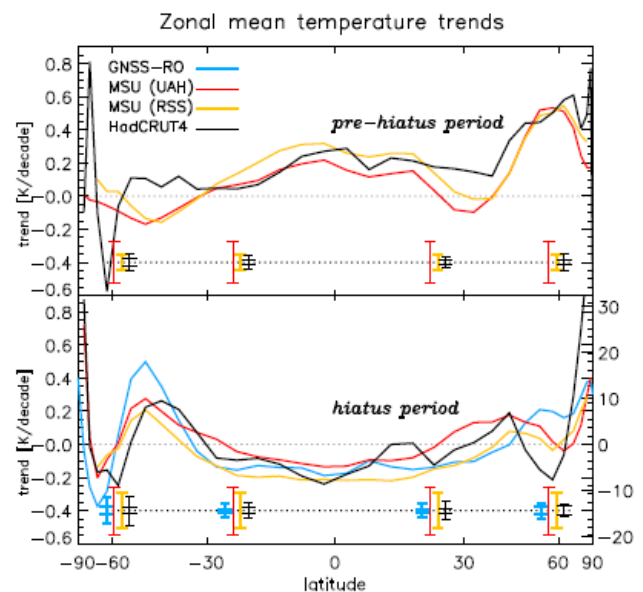
I figuren sender en GPS-satellitt til venstre ut signaler som blir mottatt av en satellitt i lav jordbane (LEO=Low Earth Orbit). Ut fra tidsforsinkelsen av signalet, kan en beregne hvordan signalet skifter retning (refraksjon). Avbøyningen avhenger av trykk, temperatur og fuktighet i atmosfæren.

Systematisk innsamling av RO-data for atmosfæren startet i 2001. Metoden har vist seg rimelig og robust. Det trengs ingen kalibreringskilde, og det er et stadig økende antall GPS satellitter som kan brukes. De har også langt bedre dekning i polare strøk enn vi har for UAH/RSS satellittene som igjen er bedre enn bakkemålinger. Ut fra RO-data kan en gjennomsnittstemperatur for hele troposfæren beregnes (dvs. opp til 8-10km).

Resultater

Forskere ved Dansk Meteorologisk Institutt (DMI Note 1) har sammenlignet RO-målinger med UAH/RSS satellittmålinger, samt bakkemålinger (HadCRUT4) i hiatusperioden 2001–15 for å se om mangel på data i polare strøk i UAH/RSS og HadCRUT4 kan være en årsak til «Hiatus». De finner at

det er god overensstemmelse mellom dataseriene. Alle de fire seriene viser en flat eller svakt synkende trend i hiatusperioden.



I denne figuren har forskerne ved DMI sammenlignet temperaturtrenden (temperaturendring per tiår) ved forskjellige breddegrader i hiatusperioden 2002–2013 (nederste panel) med før-hiatus perioden 1985–1997 (øverste). Diagrammene er laget arealkorrigert slik som på en kuleflate. I figuren, nederst er også tegnet inn usikkerhetene ved de forskjellige måle-seriene.

Vi ser at RO-serien er mer nøyaktig enn UAH/RSS seriene. Vi ser også at det i pre-hiatus perioden var en markant temperaturøkning rundt ekvator (+/- 30 grader) og nord for 40N. I hiatusperioden har det vært en nedgang i temperaturen rundt ekvator, mens den har steget mellom 30-60S og lengst nord. Det ser også ut til at bakkemålingene avviker sterkt fra satellittmålingene langt mot nord i hiatusperioden.

Konklusjon

De danske forskerne viser med dette at RO-målingene bekrefter hiatusperioden, at satellittmålingene er vesentlig mer representative enn bakkemålinger, spesielt i polområdene, og at hiatus primært skyldes lavere temperatur i ekuatorområdet (mellom 30 grader nord/sør). Siden varmen fra ekvator gradvis transporteres mot polene, kan dette bety avkjøling på høyere breddegrader de kommende tiår.

Note 1:

H. Gleisner, P. Thejll, B. Christiansen og J.K. Nielsen (2015), Recent global warming hiatus dominated by low-latitude temperature trends in surface and troposphere data, *Geophysical Research Letter*, 10.1002/2014GL062596