

Referat fra medlemsmøte i TAF 1. mars 2012

Generelt

Møtet ble holdt i samarbeid med TEKNA (www.tekna.no) i auditorium R2 i Realfagbygget på NTNU. Det var 75 personer til stede, hvorav 40 var TAF-medlemmer. Erlend Rønnekleiv var møteleder. TEKNA stilte med kaffe og kaker.

Introduksjon v/Erlend Rønnekleiv og Birger Andresen.

Tur- og møtekoordinator i TAF, Erlend Rønnekleiv, ønsket velkommen og fortalte om samarbeidet TAF har innledet med TEKNA om møter hvor vi har besøk av spesielt attraktive foredragsholdere. Møtet med Knut Jørgen Røed Ødegård den 15. mai er neste møte som arrangeres på NTNU i samarbeid med TEKNA. Erlend introduserte foredragsholder Pål Brekke, men gav først ordet til TAF leder Birger Andresen som fortalte kort om TAF og hva foreningen i hovedsak holder på med. Flotte bilder ble vist. Presentasjonen finnes på <http://www.taf-astro.no/aktivitet/moter/referat/2012/taf120301.ppt>.

Annet.

Fire personer meldte seg inn i TAF etter møtet.

Foredrag – Sola - vår livgivende stjerne. Hvordan påvirker den vårt samfunn og klima? (av Dr. Pål Brekke, Norsk Romsenter).

Om foredragsholderen (Kilde: http://no.wikipedia.org/wiki/Pål_Brekke)

Pål Brekke har bakgrunn som solfysiker ved Institutt for Teoretisk Astrofysikk der han i 1993 tok sin doktorgradavhandling. Fagfelt var observasjoner og tolkning av solens ultraviolette spektrum. Han var en sentral del av den norske deltagelsen i solsatellitten SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), et samarbeidsprosjekt mellom ESA og NASA. Fra 1995 til 1999 var han en del av operasjonsteamet til SOHO ved NASA Goddard Space Flight Center i USA.

I perioden 1999-2004 arbeidet han for den europeiske romorganisasjonen ESA (European Space Agency). Han var ansatt som nestleder for SOHO-prosjektet - et av historiens mest vellykkede romprosjekter. Han var stasjonert ved SOHO kontrollsenteret på NASA's Goddard Space Flight Center like utenfor Washington DC. Flyttet tilbake til Norge i 2004 og er nå ansatt ved Norsk Romsenter som seniorrådgiver innen romforskning og jordobservasjon.

Brekke har publisert mer enn 40 vitenskapelige publikasjoner om Solen og Sol-Jord vekselvirkning. Han har bidratt til popularisering av romforskning gjennom flere artikler og utallige foredrag i inn og utland. Han brukes ofte i nyhetsmedier og populærvitenskapelige programmer på radio og TV og er sitert en rekke ganger i store internasjonale nyhetsmedier (som CNN, USA Today, BBC, Der Spiegel etc.).

Sammendrag

Sammendrag hentet fra møtekalenderen: Mange tenker nok på sola som en fredelig, gul kule som glir over himmelen og gir oss lys og varme hver eneste dag. Men sola er en stormfull kjempe som påvirker jordkloden på mange måter. Solstormer som treffer magnetosfæren fører til nordlys og romvær. Det er vel kjent at dette påvirker vårt teknologibaserte samfunn, bl.a. ved forstyrrelser og i verste fall sammenbrudd i radiokommunikasjons- og navigasjonssystemer og i elektrisitetsnettet. Solstormer utgjør også en risiko for mennesker i verdensrommet. Nye satellitter overvåker nå sola 24 timer i

døgnet, og det lages romvær-varsler som gir oss mulighet til å forberede oss på solstormene, på samme måte som værmeldingene varsler oss om uvær i jordens atmosfære.

Mange forsøk er gjort opp gjennom årene på å påvise sammenhenger mellom variasjoner i solaktiviteten og endringer i jordas klima. I de senere årene har vi sett en økende bekymring for at menneskenes utslipp av drivhusgasser fører til klimaendringer. Sammenhengen mellom varierende solaktivitet og globale klimaendringer betraktes derfor tidvis som et meget kontroversielt forskningsområde. Bidrar sola til klimaendringer? En kort diskusjon om solas påvirkning og naturlige klimaendringer vil bli gitt.

Solflekker, solaktivitet og solenergi

- Brekke startet med en historisk oversikt over solobservasjon som startet med Galileo Galilei da teleskopet for første gang ble brukt for å se på stjerner, planeter og sola i 1610. Han oppdaget solflekkene som er sorte flekker på sola der hvor meget sterke magnetfelter bryter gjennom soloverflaten og hindrer at varm gass fra dypere lag kommer opp til overflaten. Det blir derfor kjøligere i disse områdene og de ser derfor mørkere ut enn områdene rundt.
- Antall solflekker varierer fra nesten ingen til svært mange gjennom en syklus som i gjennomsnitt er 11 år lang. Den største solflekk-aktiviteten i en syklus, dvs. antall solflekker vi kan se og størrelsen på disse, kan variere mye fra en syklus til den neste og fra en lengre periode til den neste. Man hadde for eksempel en periode ca. 1630 til litt inn på 1700-tallet hvor sola nesten ikke hadde solflekker. Perioden kalles Maunder-minimum, men også den lille istid, fordi det var svært kaldt blant annet i Europa i denne perioden. I perioden ca. 1800-1840 var det også tre uvanlig svake solflekkesykluser. Denne perioden kalles Dalton-minimum. Det har vært uvanlig sterke solflekkesykluser fra ca. 1930 og helt til den som sluttet sann omtrent i 2006. Den inneværende syklusen har til nå vært svært svak.
- Egentlig er sol-syklusen (i gjennomsnitt) 22 år siden den magnetiske polariteten til solflekkene skifter fra pluss til minus eller omvendt ved hvert solflekk-minimum.
- Jorda mottar en total solenergi på 1667-1668 W/kvadratmeter. Energien er 1 promille mindre ved solflekk-minimum enn ved solflekk-maksimum. Dette er en så liten forskjell at det ikke burde påvirke klimaet på jorda. Variasjonen er imidlertid betydelig i UV-stålingen (se nedenfor). Det finnes teorier som påstår at nettopp UV-stråling fra sola kan være svært viktig for dannelse av stratosfæriske vinder som i sin tur kan gi betydelige utslag på været lavere nede i atmosfæren. Dette kan i så fall påvirke klimaet på jorda. Disse teoriene er ikke bekreftet.

Utforskning av sola

- Bilder og filmer av sola i det visuelle (V), ultrafiolette (UV) og røntgen (X-ray) området ble vist. Svært mange interessante fenomener er synlig i UV og X-ray områdene. Strålingen i disse områdene blokkeres i stor grad av jordas atmosfære. De er blitt veldig mye mer tilgjengelige etter at ulike romteleskop er skutt opp. SOHO (<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>), Solar Dynamics Observatory (http://www.nasa.gov/mission_pages/sdo/main/index.html) og Hinode (<http://solarb.msfc.nasa.gov/>) ble nevnt spesielt. SOHO ble skutt opp i 1995, mens Hinode og SDO ble skutt opp henholdsvis i 2006 og 2010. Oppløsningen til SDO er ekstremt høy. Norske forskere deltar på både SOHO, HINODE og SDO prosjektene og alle data fra HINODE overføres til verdens forskere via den norske satellittstasjonen på Svalbard og det Europeiske datasenteret på Universitetet i Oslo.

Romvær, solvind, solstormer og nordlys

- Solvinden ble forklart. Den er en konstant strøm av partikler fra solas korona (atmosfære), med en temperatur på ca. 1 million grader og med en typisk hastighet på 1.5 millioner km/t (400 km/s). Solvinden når helt ut forbi banen til Pluto (5900 millioner km) og påvirker alle planeter i solsystemet. Den dytter også på jordas magnetosfære.
- Solvinden varierer kraftig i styrke. Man kan få voldsomme oppbluss når det skjer enorme eksplosjoner på sola. Disse variasjonene har gitt opphav til begrepet romvær.
- Vi får nordlys (aurora borealis) når partikler fra sola treffer jordas atmosfære. Kristian Birkeland (1867 - 1917) utviklet den første realistiske teorien som forklarte nordlyset. Han er hedret for sin innsats på de norske 200 krone sedlene. Brekke forklarte hvordan de ulike delene av seddelen viser ulike ting relatert til Birkelands forskning. Blant annet er en komet "skjult" på seddelen fordi Birkeland var tidlig ute med å forklare formen på komethaler. Den vises når man ser på seddelen i ultrafiolett lys.
- Pål Brekke har vært med på å utvikle nordlysvarselet på <http://www.storm.no/nordlys/>.

Skadevirkninger av solstormer

- Enorme soleksplosjoner har en del mindre hyggelige effekter. De kraftigste solstormene kan, hvis partiklene fra de treffer jordas magnetfelt, indusere så store strømmer i for eksempel lange strømledninger og jernbaneskiner at strømmettet og transformatorer ødelegges (eksempel Canada 1989) eller at jernbanens signalsystem bryter sammen (to tilfeller i Sverige). De kan også føre til forstyrrelser i ionosfæren slik at radiokommunikasjonen kan bryte sammen og at GPS systemene kan gi feil på opptil 100 meter. Dette er kritisk for eksempel for navigasjon av helikoptre og båter som skal holdes helt i ro nær oljeinstallasjoner og for militære systemer. Kraftige partikkelskurer har også ført til betydelige skader på satellitter og deres instrumenter (opp til 500 millioner dollar per år). Partiklene har meget høy energi og solstormer krever derfor ekstra beskyttelse for astronauter/kosmonauter. Også brevduer og andre dyr som navigerer ved hjelp av innebygde "kompass" får problemer med å orientere seg når jorda treffes av kraftige solstormer.

Sol og klima

- Brekke gav en oversikt over de viktigste fenomener som påvirker klimaet på jorda:
 - Menneskeskapte klimaendringer
 - Utslipp av drivhusgasser
 - Utslipp av støv/sot (aerosoler)
 - Arealforandring (avskoging, jordbruksendringer, urbanisering)
 - Naturlige klimaendringer
 - Endringer i solaktivitet
 - Vulkaner
 - Klimasystemets interne dynamikk (ElNino, LaNina, havstrømmer, vanndamp, skyer)
 - Baneforandringer til jorda gir klimaendringer på lengre tidsskalaer
- Det ble gitt en oversikt over klimaendringer i et historisk perspektiv (se plansjer i foredraget). Det har vært store variasjoner i klimaet både på kort og lang sikt opp gjennom historien.
- Det har ikke vært noen økning i global temperatur siden 2000 (se plansje på side 62 i foredraget), men dette nivået er det høyeste vi har hatt i nyere tid. CO₂ utslippene til vår atmosfære har i samme periode økt med ca. 25%.

- Som nevnt ovenfor er endringen i total energiutstråling fra sola kun ca. 1 promille fra minimum til maksimum solaktivitet. Dette er for lite til at perioder med lav og høy solflekkaktivitet skal kunne skape store klimaendringer på jorda. Derimot er endringene i UV-strålingen betydelig. Brekke fortalte om teorier som sier at UV-strålingen effektivt absorberes i stratosfæren og at dette setter opp stratosfæriske vinder som kan være viktige for været lengre ned i atmosfæren. I så fall kan lengre perioder med lav eller høy solaktivitet føre til klimaendringer. Man vet foreløpig for lite om viktigheten av denne effekten.
- Variasjoner i solaktiviteten påvirker hvor mye kosmisk stråling som trenger inn i solsystemet og derfor også hvor mye kosmisk stråling som treffer jordas atmosfære. Mer aktiv sol gir sterkere magnetfelt og mindre kosmisk stråling. Kosmisk stråling er høy-energi stråling fra andre objekter i vår galakse eller fra enda lengre ute i universet.
- Noen forskere mener kosmisk stråling fører til økt dannelse av lave skyer. Brekke presenterte en figur som viser god samvariasjon mellom mengden av lave skyer og kosmisk stråling i perioden 1980-2005. Dersom dette er tilfelle og denne effekten er effektiv vil det bety at vi får varmere klima når sola er aktiv fordi vi da får mindre kosmisk stråling og følgelig mindre lave skyer.

Hva skjer med sola nå?

- Vi har observert solflekker med god nøyaktighet siden ca. 1750. Sola har hatt sin mest aktive periode med hensyn til antall solflekker i dette tidsrommet i perioden 1930-2000 (se plansje på side 8 i foredraget). Siden ca. 2005 har sola hatt bemerkelsesverdig få solflekker.
- Andre indikasjoner på at sola er gått inn i en mye mindre aktiv fase er:
 - Solas utstråling er på sitt laveste siden nøyaktige målinger av energiutstrålingen startet i 1979. Nedgangen er på 0,04%.
 - Solas UV stråling var 6% lavere ved siste solflekk-minimum enn ved de foregående to solflekk-minima.
 - Solvind og magnetfelt er på sitt laveste på 50 år! (NASA Press release 23 sept. 2008)
 - Sola bidrar til mer kosmisk stråling - og dermed muligens mindre lave skyer.
 - Målinger av magnetfeltstyrken i solflekkene publisert av Penn & Livingston har avtatt betydelig siden slike målinger startet i år 2000 (se plansje på side 65 i foredraget). Feltstyrken har falt nesten lineært med ca. 20% fra 2000 til 2010. Feltstyrken blir for lav til å produsere solflekker en gang mellom 2015 og 2020 dersom dette fallet forsetter på sammen måten fremover. Noen tror derfor at vi er i ferd med å gå inn i et nytt Dalton-minimum, eller kanskje til og med et Maunder-minimum.
- Vi vil i de neste tiårene få en interessant test på solas betydning som klimapådriver hvis sola faktisk går inn i en langvarig periode med svært lav aktivitet.

Oppsummering om sola og klima

Brekke gav følgende oppsummering om sola og klima:

- Verken naturlige eller antropogene effekter kan alene forklare temperaturvariasjonene de siste 150 år
- De mekanismene som forårsaket tidligere klimaendringer kan muligens også virke i dag og vil helt sikkert bidra i fremtiden.
- SELV OM menneskeskapte effekter har dominert klimaendringer de siste 30 år utelukker ikke dette at naturlige variasjoner kan bli vesentlige i fremtiden.
- Det eneste som vi vet med sikkerhet er at Solen og de andre naturlige syklusene IKKE vil holde seg konstant de neste 100 år.

En pdf-versjon av foredraget finnes på

<http://www.taf-astro.no/aktivitet/moter/referat/2012/fd12mar1.pdf>

Foredraget er med Pål Brekkes tillatelse lagt ut på YouTube av Per Torbjørn Prestmo. Gå inn på www.youtube.com og søk på "Brekke foredrag TAF" så får dere helt øverst to treff (del1 og del2). Del 1 starter med introduksjonen om TAF ved Birger Andresen før Pål Brekke tar over med sitt flotte foredrag.

Diskusjon etter foredraget

Det var ivrig diskusjon under og etter foredraget. Det meste av diskusjonen dreide seg om klimadebatten. Et hovedargument fra Brekke var at mange av tidsseriene som brukes for å trekke konklusjoner om menneskeskapt klimapåvirkning er så korte at modelltilpasningene ikke behøver å være korrekte selv om de passer bra til datasettet. Det samme gjelder selvfølgelig også for enkelte tidsserier av solaktivitet. Dette er IKKE et argument for at betydningen av menneskenes utslipp av klimagasser er liten, slik mange ofte tolker det. Det er snarere et argument for at vi ikke vet hvor sterke de er, og at for eksempel sola godt kan ha mer å si enn mange tror pr i dag.

Ikke overraskende ble frontene blant debattantene i salen etter hvert skarpe. TAF leder Birger Andresen grep inn da debatten begynte å dreie inn på hvilke tiltak folk mente man skulle ta eller ikke ta for å motvirke menneskeskapte klimaendringer. Årsaken er at dette er mer en politisk problemstilling enn en vitenskapelig vurdering av solas rolle som klimapådriver. Dette møtet var ikke rette arena for politiske diskusjoner rundt klimaendringer, spesielt når man vet at slike diskusjoner fort blir ganske hissig.

Birger Andresen, Referent
2. april 2012.