

Stjärnkoll på solens gåtor

av Katja Lindblom

Ett teleskop i världsklass – och norskt-svenskt samarbete – håller på att avslöja hur solen fungerar.

Solen, vår närmaste stjärngranne i kosmos, är i själva verket en jättelik kärnreaktor vars ytemperatur uppmäts till cirka 6 000 grader Celsius och vars in-nanmäte bränner med runt 15 miljoner grader. Den är en medelstor stjärna av spektralklass G, förefaller att hänga på vår himmel som en lugnt leende gul boll och förknippas med liv och värme. Men lika gärna kan solen, med sina stormar och utbrott, i en handvändning uppvisa det brinnande inferno den i själva verket är.

Här på jorden är vi lyckligt lottade och skyddas av planetens magnetfält – det värsta som kan hända är strömbrott som orsakas av solstormar, samt diverse störningar i olika kommunikationsnät, men det allra vanligaste är att vi utsätts för fenomenet aurora; det som hos oss i kallas för norrsken och på södra halvklotet för sydsken. Vid polerna är jordens magnetfält svagare och släpper således in solpartiklarna, vilka kolliderar med atmosfären och således ger upphov till de vackra polarskenen.

Hade vi levt på en planet utan det näst intill heltäckande skydd som magnetfältet utgör, hade de solära utbrotten varit rent livshotande. 2012 bombarderades Venus av ett solutbrott som slet bort ett stycke av dess atmosfär. Vår systerplanet har inget nämnvärt magnetfält, men däremot en hel del atmosfär att tala om och därför har utbrottet inte påverkat hennes klimat i någon anmärkningsvärd utsträckning.

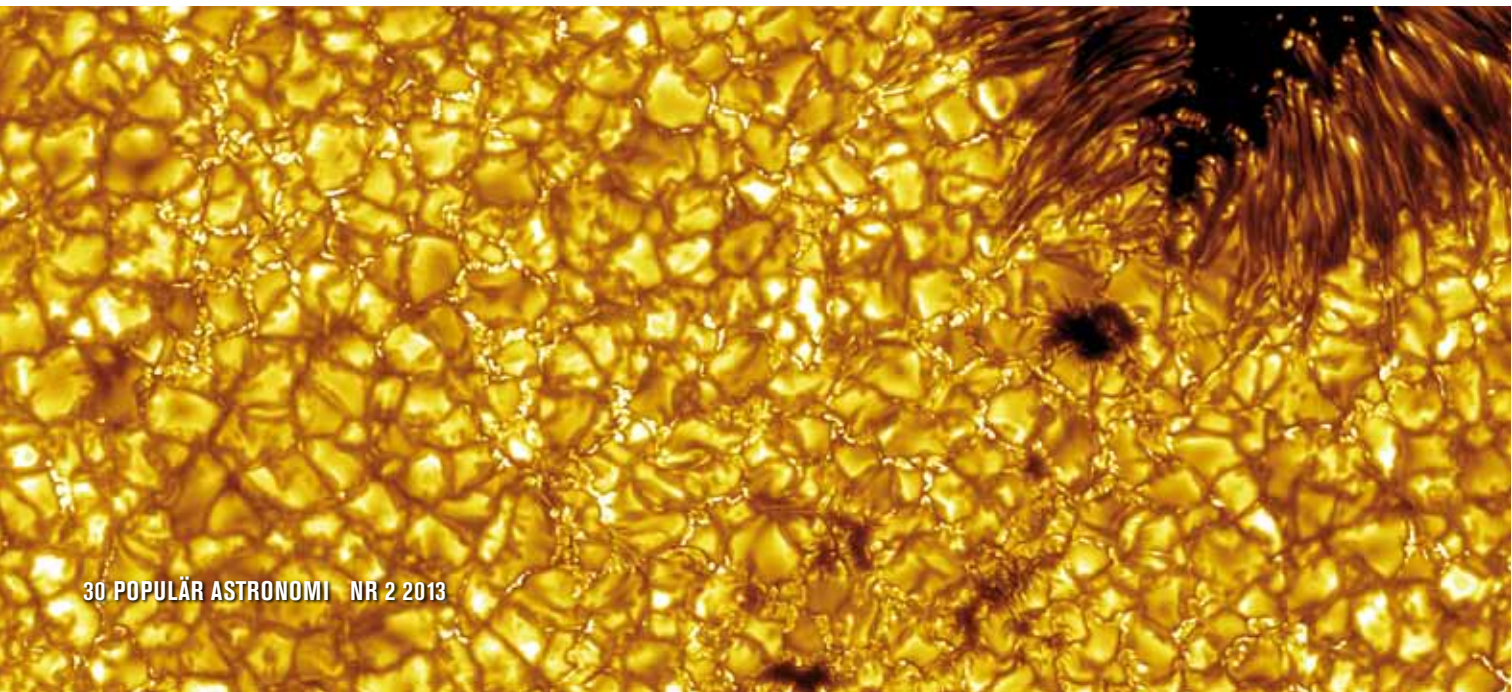
Skulle man sätta jorden i Venus ställe och jämföra vår planets storlek med ett äpple, skulle atmosfärens tjocklek motsvara skalet och då säger det sig självt hur en dylik historia skulle sluta.

Emellertid räcker våra egna vetenskapliga äventyr väl till för att vi skall kunna begripa vad det innebär att bo granne med en enorm kärnreaktor, vars stabila perioder infaller med elvaårsintervaller. Sonder som skickas iväg mot solsystemets inre regioner måste skyddas från såväl hetta som strålning och till skillnad från våra jordiska kärnreaktorer finns där ingen tillgång till vare sig kylningsbassänger eller adekvata avskärmningar. Ingenting kan skydda sänderna från plötsliga solutbrott och samma gör sig gällande för astronauter vilka på ett ögonblick skulle kunna förolyckas i mån av en olyckligt planerad rymdpromenad.

Världsledande skandinavisk solforskning

Mats Carlsson är ledare för solforskningsgruppen vid Universitetet i Oslo där de anställda representerar fyra olika nationer; Sverige, Norge, Danmark och Holland. Han säger att de på senare år har börjat få fram observationer och modeller som uppnår allt bättre upplösning i tid och rum.

BILD: INSTITUTET FÖR SOLFYSIK/V. HENRIQUES



– Det gör att vi verkligen kan studera de fysiska processerna, och inte bara beskriva det vi ser och ge nya namn åt allting – en uppfattning som många har haft om solfysik tidigare, säger Carlsson.

– Just samspelet mellan simuleringar och observationer är det som gör solfysik spännande och det är kring detta som vi i Oslo har byggt upp en av världens starkaste forskningsgrupper.

Carlsson menar att Norge hör till de världsledande inom solforskning och berättar att solforskningsgruppen i Oslo, vid den senaste genomgången som utfördes av norska forskningsrådet, fick högsta möjliga betyg.

För Mats Carlsson är solen den enda stjärnan som vi kan studera i detalj.

– Vi kan se konvektionsmönstret – granulationen – och genom de detaljerade observationerna kan vi testa numeriska simuleringar, säger han.

Modellerna stämmer väl, vilket gör att man kan nu använda dem även för att förstå andra stjärnor. Enligt Carlsson förstår vi nu även många andra fenomen såsom solfläckar, solstormar, magnetfält och solens yttre atmosfär. Under de senaste decennierna har vetenskapsgrenen helioseismologi utvecklats och använts för att studera solens inre med hjälp av dess ljudvågor, och asteroseismologin gör samma sak hos andra stjärnor än solen.

Bland de viktigaste upptäckterna som solen gett oss i modern tid är att neutronen måste ha massa, menar Mats Carlsson.

– Mängden detekterade neutriner stämde inte med solmodellerna. Det visade sig vara fel på partikelfysiken, det vill säga antagandet att neutronen var masslös, och inte på solmodellerna.

Samtidigt har solforskarna gjort stora framsteg i att förstå hur konvektion och magnetfält påverkar varandra i solen och dess fläckar. Det hjälper att besvara en av de kvarvarande stora frågorna: hur koronan värms upp.

– Vi inser nu att solens kromosfär är mycket mer dynamisk än man trodde förr. Studiet av koronauppvärmningen måste inkludera kromosfären för att man ska kunna förstå hur energi transporteras från konvektionen och upp i den yttre atmosfären för att där värma upp plasmata.

Solutbrott och skydd

Enligt Carlsson kan man i nuläget inte förutspå solutbrotten, men man hoppas på att kunna nå dit så småningom och det samma gör sig gällande angående att skydda astronauterna. Man planerar att förse kommande Marsfarkoster med speciella skyddsrum. Satelliter skyddas mot solutbrott medelst elektronik som skall klara av dylika.

– Solära expeditioner försöker man planera med solens aktivitetsperioder, men det blir ofta förseningar så att det inte stämmer så bra. Man bör därför planlägga lång livstid för sonder så att man kan täcka hela aktivitetsperioden, berättar Carlsson.

Solen i Stockholm

Sedan 2003 har Mats Carlsson och hans kolleger ett samarbete med det svenska Institutet för solfysik som numera ligger under Stockholms universitet. Varje år har de 40 observationsdagar vid det svenska solobservatoriet på La Palma (Kanarieöarna, där även Nordic Optical Telescope, NOT, är beläget) och de är även djupt involverade i NASA:s kommande projekt IRIS (Interface Region Imaging Spectrograph) som ska skjutas upp under försommaren 2013.

Hos våra närmaste grannar i väst har man en lång tradition av solforskning bakom sig. 1934 grundades det norska Institutet för Teoretisk Astrofysik av Svein Rosseland i Oslo. Han ansåg att solen utgör det perfekta laboratoriet för tester av just den teoretiska astrofysiken. Tjugo år efter grundandet av ITA byggdes solobservatoriet på Harestua, norr om Oslo, men forskningen lades ned 1986, då man ansåg att framtiden låg i internationella samarbeten.

Även här i Sverige finns det en tradition av solforskning. I början av 1950-talet startade Yngve Öhman Kungliga Vetenskapsakademiens forskningsstation på Capri.

– Där övervakades solen med kluriga instrument, som Dan Kiselman vid Stockholms institut för solfysik finurligt uttrycker det.

Denna och motsatta sidan: detaljerna på solens böljande yta skapas av en växelverkan mellan het gas och magnetfält. Genom att titta i ljus som absorberas olika mycket av kalciumjoner ger teleskopet två olika sätt att se solytan.

AKTUELL FORSKNING

På 70-talet flyttades stationen till La Palma där den nuvarande föreståndaren vid institutet för solfysik, Göran Scharmer, sedan byggde världens bästa solteleskop – två gånger, berättar Kiselman.

Teleskopet på La Palma

Idag opererar enmeterteleskopet Swedish Solar Telescope (SST) på La Palma och är inriktat på observationer med mycket hög upplösning.

– Med SST observeras solen – i princip alla aspekter som är åtkomliga i de våglängder som kommer genom atmosfären och som teleskopet kan hantera, förklarar Kiselman.

Tack vare täckningen av allt ljus från nära ultraviolet till nära infrarött, kan teleskopet studera både solens fotosfär och dess kromosfär.

– Målet är hela tiden högsta spatiala upplösning. Det kan bara nås när de atmosfäriska förhållandena är bra, säger Dan Kiselman.

Svenskt-norskt om kromosfären

Jaime De La Cruz Rodriguez, numera vid Uppsala universitet, började som doktorand 2006 i Stockholm med Mats Carlsson som extern handledare. När examen var avlagd 2010 for De La Cruz till Oslo för att arbeta på olika projekt tillsammans med Carlsson och andra kollegor.

– Vår forskning är huvudsakligen inriktad på att studera solens mystiska kromosfär, berättar han.

Till sitt förfogande i Oslo hade Jaime en unik programkod som gjorde att han kunde beräkna i detalj hur den heta gasen i solen och dess magnetfält samverkar.

– Vi har använt dessa simuleringar för att förstå våra observationer med SST.

Bland annat har man undersökt hur spår av kalcium i solen pekar ut en het, magnetisk ”baldakin” i solens atmosfär som kan ge ledtrådar till hur kromosfären värms upp. Ett nytt instrument som kallas Chromis ska nu installeras på teleskopet. Det ska ge en skarp bild av vad som händer i kromosfären, som sedan kan jämföras med de norska beräkningarna.

– Framtiden ser väldigt spännande ut, säger Jaime De La Cruz Rodriguez.

Färgglad gåta

Kromosfären är solens svalaste lager. Varför temperaturen är låg är ett av de största mysterierna som kvarstår att lösa angående vår stjärna. Trots betydande framsteg under det senaste decenniet är det ännu en utmaning för solfysikerna.

I grund och botten handlar det om att strålningen i den yttre kromosfären inte har samma temperatur som den omgivande gasen, menar Jaime De La Cruz Rodriguez.

I ett nordiskt sammanhang finns det ett pågående samarbete mellan forskare från Stockholm, Oslo och Uppsala för att angripa det seglivade kromosfärproblemet med både observationer och teori. I ett mer globalt samman-

hang är det inte förvånande att ett viktigt mål för framtida stora teleskop som ATST (USA) och EST (Europa) och planerade uppdrag i rymden som Solar-C (Japan), är att studera dynamiken, energibalans och magnetfältskonfiguration i solens kromosfär.

De La Cruz menar att framgångarna i kromosfärforskningen är de i nuläget viktigaste upptäckterna man inom solforskningen kommit fram till. För Dan Kiselman är det solfläckarnas penumbror som är mest intressanta.

– Där har vi kunnat kartlägga gasflöden och magnetfält i stor detalj vilket visat på hur dessa gåtfulla strukturer uppkommer, säger han.

Mot andra stjärnor

Att forska om solen hjälper oss att även förstå andra stjärnor i universum, men hur mycket kan man egentligen lära sig om dem endast genom att studera solen. Torde inte alla stjärntyper ha sina individuella avvikelser?

– Man måste kalibrera och testa sina modeller och då är solen i det närmaste nödvändig, förklarar Kiselman.

De flesta av Vintergatans stjärnor utgörs av röda dvärgar, det vill säga stjärnor av M-klass, men solen ger ändå en inblick inte bara i de 10 procenten stjärnor av samma typ, utan även stjärnor som är lite svalare och lite varmare än solen (K- och F-stjärnor).

– Det är klart att många andra stjärnor är tämligen anorlunda. Men de grundläggande fysikaliska fenomenen är desamma, säger han.

Kommer vi någonsin att kunna säga att vi verkligen avslöjat alla av solens och de andra stjärnornas hemligheter? Jaime De La Cruz Rodriguez tycker att vi borde vara stolta över våra astronomiska framsteg så här långt, men för varje ny upptäckt vi gör blir vi även medvetna om nya utmaningar och mysterier. Kromosfärens till exempel.

– Vi kan fortfarande inte mäta magnetfält i solens lugnare regioner, trots att vi vet att det spelar en huvudroll i hur kromosfären funkar. Jag kan verkligen inte se problemets lösning inom en snar framtid, i synnerhet inte gällande andra stjärnor. Men jag tror att astronomerna i sitt arbete försöker att hålla detta idealiserade mål levande i sinnet, säger han. ★



Svenska solteleskopet

FOTO: INSTITUTET FÖR SOLFYSIK/G. SCHARMER



Kromosfären lyser rött vid solförmörkelser.

FOTO: LUC VIALTOUR / WWW.LUCVIX.BE