

KOVRIĴPAĜO

La suno malvarmiĝas: Kion tio reprezentas por ni?

Lenio Marobin, PY3DF

Per tiu ĉeftitolo la brita tagĵurnalo *The Guardian* aperigis artikolon la 23an de aprilo 2009. Se tagĵurnalo ne scienca aperigas tian artikolon, eble la temo estas grava, iuj dirus.

La sunaktivado malintensiĝas, kaj pligrandiĝas la debatoj inter sciencistoj pri la estonto de la klimato de nia planedo. Nasa (Nacia Aeronautika kaj Kosma Administracio), la usona agentejo por kosma esplorado kaj studado, ne registris sunmakulojn dum 266 tagoj de la jaro 2008. Tiel malalta nivelo de aktiveco ne estis registrita ekde 1913, kaj la jaro 2009 promesas esti ankoraŭ pli malaktiva. Suna aerpremo estas la plej malalta de la lastaj kvindek jaroj.

Sunmakuloj estas la plej videblaj signoj de suna aktiveco. Insuloj de magnetismo sur la suna surfaco malvarmigas la sunan gason, kiu aperas malhela, kiam vidata el la tero. Suncikloj varias laŭ spacoj de dek unu jaroj, sed pli longaj cikloj el cent jaroj povas okazi. Laŭ profesoro Nigel Weiss de la Universitato de Kembriĝo, Britio, nova sunciklo komenciĝis antaŭ unu aŭ du jaroj, sed montriĝas tre malforta. Aliaj sciencistoj diras, ke la alta periodo de sunmakuloj komenciĝinta antaŭ ol la dua mond-milito atingos sian plej malaltan periodon ĉirkaŭ 2020 (vidu grafikon).

Multaj opinias, ke la altiĝo de la temperaturo estas rezulto de intensa suna aktiveco, sed aliaj kulpas homan aktivecon pro la altiĝo de la temperaturo sur la tera surfaco, kiu minacas glaciojn kaj montojn kovritajn per neĝo, kaj sekva altiĝo de la marniveloj.

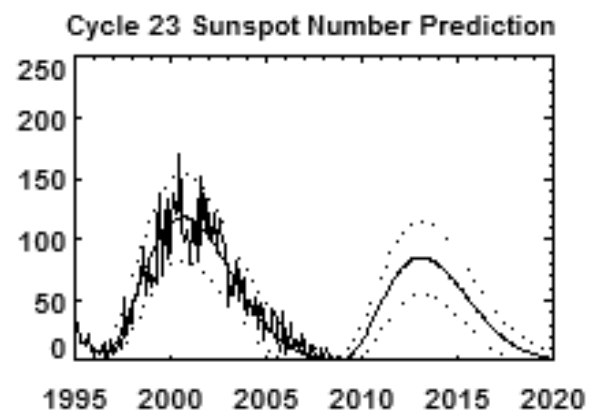
SUNMAKULOJ

Sunmakulo estas regiono sur la suna supraĵo (fotosfero), karakterizata de tre intensa magneta kampo kaj relative malvarma temperaturo. Ili povas esti vidataj el la tero sen la helpo de teleskopo.

La temperaturo de sunmakuloj povas atingi 4000 – 4500 K, kaj la ĉirkaŭaĵo 5800 K. Ili videblas kiel malhelaj makuloj en kontrasto kun la resto de la suna supraĵo. En 2001, la tuta areo de la sunmakuloj estis dek-triooble la areo de la tuta supraĵo de la tero.



Eĉ se la konata sunciklo de dek unu jaroj estas akceptata kiel ĝenerala regulo por taksu la intensecon de sunmakuloj, tamen signifa variado de tiu periodo okazis dum pli longa tempo. De 1900 ĝis la 1960aj la suna aktiveco plialtiĝis, kvankam de la 1960aj ĝis nun tiu sama aktiveco malaltiĝis. Sciencistoj konsentas, ke la nuna ciklo estas simila al tiu de antaŭ 8000 jaroj. Ekde 1979, per la uzo de satelitoj, eblis konkludi, ke sunmakuloj korespondas al la nivelo de sunradiado. Do, malpli da sunmakuloj respondas al malpli da sunradiado.



Prognozo de sunmakuloj ĝis 2020 © NASA

HISTORIO

Laŭŝajne mencioj al sunmakuloj jam estis faritaj de ĉinaj astronomoj en 28 a.K. Sekvis mencioj en Eŭropo en la jaro 813, kaj jam en 1129 sunmakulojn priskribis John of Worcester. La ekzaktan klarigon pri sunmakuloj nur Galileo faris post teleskopa observado en la jaro 1612.

Sunmakuloj estis unue observataj per teleskopo en la fino de 1610 de la angla astronomo Thomas Harriot kaj nederlandaj Johannes kaj David Fabricius. Samtempe Galileo kaj Christoph Schneiner estis observantaj sunmakulojn dum du aŭ tri monatoj. Disputo inter la observantoj pri kiu unue observis sunmakulojn daŭris.

La observado de sunmakuloj estis grava por la debato pri la naturo de la sunsistemo. Ili pruvis, ke la suno rotaciis, kaj iliaj aperoj kaj malaperoj ankaŭ indikis, ke la suno ŝanĝiĝas, kontraŭe al la instruoj de Aristotelo. En sia infaneco, la nocio pri la sunrotacio ne povis esti klarigata, krom per la heliocentra teorio de Koperniko.

La variado de la kvanto de sunmakuloj estis unue observata de Heinrich Schwabe inter 1826 kaj 1843, kaj tio instigis al Rudolf Wolf komenci sisteman observadon ekde 1848. La tiel nomata *Wolf-numero* estas numerigo de individuaj makuloj kaj makulgrupoj, kiuj sukcese esprimas sian interrilaton al sunaj observoj. Same en 1848 Joseph Henry projektis la bildon de la suno sur kanvason kaj deduktis, ke la sunmakuloj aperintaj estis malpli varmaj ol la surfaca ĉirkaŭaĵo. Wolf studis ankaŭ la rezultojn de historia observado de suncikloj provante establi fidindan datumaron pri la eventoj, sed lia registrado atingis nur ĝis la jaro 1700, kvankam la teknologio kaj teknikoj por korekta observado jam ekzistis ekde 1610. Gustav Spörer malkovris, ke rara observado dum 70 jaroj antaŭ 1716 kripligis la intencojn de Wolf por kolekti datumon post 1700.

Konsekvencoj de la observado de sunmakuloj ne restis nur sur la astrofizika sfero. La ekonomisto William Stanley Jevons sugestis, ke es-

tas rilato inter sunmakuloj kaj krizoj en komercaj cikloj. Li konkludis, ke sunmakuloj influas rikolton sur kampoj kaj konsekvence tio influas la tutan ekonomion. Pli moderna esplorado ankaŭ determinis la ekziston de rilato inter sunmakuloj kaj homaj sano kaj konduto. Klasika ekzemplo por klarigi tiun rilaton estis la mutacio en la influenca (gripo) viruso, kaj sekvaj gripo-pandemioj (universalaj), kiuj koincidis kun la alta ciklo de sunmakuloj, kiel dum la tiel nomata hispana gripo en 1918-1919. Dum almenaŭ kvin el tiuj periodoj la influenca-A viruso trapasis antigenajn ŝanĝojn, kiuj permesis eviti la naturan imunecon de la loĝantaro. Moderna esplorado ĉe la nederlanda Biometeologia Esplor-Centro atestas, ke suncikloj kaŭzas malaltan homan imunecon. Sciencistoj ankaŭ malkovris, ke homoj vivas 2-3 jarojn longe se iliaj patrinaj estis naskitaj dum minimuma sunmakula ciklo.

Heinrich Schwabe daŭris la observadon de sunmakuloj kaj en 1844 aperigis regulajn raportojn sur *Astronomische Nachrichten*. Ekde 1991 la Reĝa Observatorio de Belgio registras sunmakulojn kiel la monda datum-centro por la *Sunspot Index* (indekso de sunmakuloj). Datumaro vidiĝas ĉe <http://sidc.oma.be/>

OBSERVADO DE SUNMAKULOJ

Tre forta flagro estis sendata al tero en la 1-a de septembro 1859. Ĝi interrompis elektran telegrafservon kaj kaŭzis videblan borealan aŭroron en tre sudaj partoj de la norda hemisfero (Romo), kaj oni ankaŭ notis similan aktivadon en la suda hemisfero. La plej potenca flagro observata de satelitoj komenciĝis la 4an de novembro 2003 je la 19:29UTC, kaj fuŝis instrumentojn dum 11 minutoj.

Estas akceptate, ke suncikloj modifiĝas en dekunu-jara periodo. La plej alta sunmakula aktiveco dum tiu ciklo nomiĝas sun-maksimuma, kaj la plej malalta sun-minimuma. En la komenco sunmakuloj emas aperi sur altaj altitudoj, mo-

viĝante al la ekvatoro kiam la ciklo alproksimiĝas al la maksimumo. Tamen, George Ellery Hale havas pli modernan koncepton pri la ciklo de sunmakuloj. Li opinias, ke la ciklo estas ne deknun-jara, sed dudekdu-jara pro lia teorio, ke sunmakuloj kaj magnetaj kampoj estas interrilataj, kaj devas kovri la inversigon de la du polusoj de la magnetaj kampoj de la suno.

Sunmakuloj estas observataj per surteraj sunteleskopoj kaj ankaŭ per satelitoj orbitantaj la teron. Tiaj teleskopoj uzas filtrajn kaj projek-teknikojn por rekta observado. Ĉar rekta observado de la suno nudokule damaĝas la okulojn, amatora observado de sunmakuloj ĝenerale fariĝas per nerekta metodo uzante projekciitajn bildojn, aŭ per la uzado de protektaj filtriloj.

Pro sia ligo kun aliaj tipoj de sunaj aktivecoj sunmakuloj povas esti uzataj por prognozi kosman veteron kaj ene de ĝi ankaŭ la staton de la jonosfero. Do, sunmakuloj povas helpi la prognozon pri propagado de mallongaj radio-ondoj kaj satelitaj komunikadoj.

KONKLUDO

La suno rotacias en ciklo de ĉ. 27 tagoj, kaj la sunmakuloj akompanas la sunon en tiu rotacio. Sunmakuloj povas aperi en du zonoj norde kaj sude de la suna ekvatoro, kaj temas pri nedaŭra fenomeno, kun averaĝa daŭro de ses tagoj. Sunmakuloj estas veraj sunaj fenomenoj, kaj ne planetetoj aŭ asteroidoj.

Dum la monatoj aprilo/majo mi havis la bonŝancon observi propagadon de radio-ondoj en ambaŭ hemisferoj. Unue el Londono (Latitudo 51,5° N kaj Longitudo 0°), kaj poste el Porto Alegre / Brazilo (Lat. 30° S kaj Lon. 52° W). En la norda hemisfero somero alproksimiĝis; en la sudo, vintro. En la norda hemisfero eblis fari kontaktojn dum longaj horoj en kelkaj bendoj. En la sudo, la eblecoj de bona propagado nur daŭris kelkajn minutojn, eĉ per relative bonaj signaloj.