



AVARUUSLUOTAIN RYMDSONDEN

Vol 41

2/2006

Phoenix tähtää
Marsin pohjolaan

SOHO jo
kymmenen
vuotias

Aurinko pimenee





Pääkirjoitus

Sini.Merikallio@fmi.fi

Avaruusluotain luonanne jälleen!

Vasemmalla lyhyt kuvakertomus toukokuisesta NASAn Jet Propulsion Laboratorion (JPL) vierailustani. Kuten näkyy, taivas oli pilvinen, mutta onneksi kotosuomessa on aurinkolaseillekin käyttöä!

Edellinen päätoimittaja Tero Siili kertoo uudesta toimipisteestään, Goddard Space Flight Centeristä, käsin Aurinkoa tutkivasta SOHOsta. Komeetta Wild 2:n luona on käynyt kääntymässä Stardust ja Lotta Viikari kertoo mitä SGAC merkitsee. Henrik Kahanpään Phoenix juttu jatkaa viime numerossa alkanutta opinnäytetyön tekijöiden esittelyä. Oletko sinä, hiljattain valmistunut tai valmistuva opiskelija tämän sarjan seuraava sankari?

Juttuja saa lähettää jatkuvasti, varsinkin rakettijuttuja. Tämänkin lehden ainoa sisäsivujen raketti, Hyppyportissa vilahtava Falcon-1, koki tylyn kohtalon. Lahden suunnalla puuhataan varsin mielenkiintoisia raketiprojekteja, näistä kuulemme vuoden tulevaisuudessa numeroissa lisää.

Kiitokset kaikille tämän lehden teossa mukana olleille!

Aurinkoista kesää!

Sini Merikallio
ja Opas Eevi



Kannen kuvassa NASAn Jet Propulsion Laboratoriossa (JPL) näytillä olleita ohjuksia. Vasemmalla Sergeant ja oikealla edeltäjänsä Corporal. USA käytti Sergeantin tekniikkaa 50-luvun kantoraketti Jupiter-C:ssä..

Vasemmalla myös muita kuvia JPL:stä, Pasadenasta, sekä takakannessa Scrippsin tutkimuskeskuksesta San Diegosta.

Kuvat ©Sini Merikallio

Sisältö

Puheenjohtajalta	4
Avaruusutisia ja Hyppyportti	5 — 6
Space Generation Advisory Council – nuorten ääni avaruusallalla	7
Phoenix vie Suomalaisen mittalaitteen Marsin pohjolaan	8 — 11
Aurinko-observatorio lähestymässä teini-ikää	12 — 14
Svensk resumé	15
Toisenlainen Aurinkomatka	16 — 17
Cassini-mitali Suomeen	17
Stardust-luotain toi komeettapölyä Maahan	18 — 19
Star III, vastaus etukannen kysymykseen	19

Suomen Avaruustutkimusseura ry – Sällskapet för astronautisk forskning i Finland rf on 1959 perustettu yhdistys, jonka tarkoituksena on harjoittaa avaruusalan kokeilu-, harrastus-, tutkimus- ja tiedotustoimintaa sekä toimia avaruustutkimuksesta kiinnostuneiden henkilöiden yhdysseitinä. Seura on Suomen äänivaltainen edustaja Kansainvälisessä astronautiikkaliitossa (IAF; International Astronautical Federation). Suomen avaruustutkimusseura julkaisee *Avaruusluotain*-lehteä ja ylläpitää kirjastoa, josta voi lainata alan kirjallisuutta, kuva- ja videomateriaalia. Seura järjestää avaruusaiheisia näyttelyitä ja tapahtumia sekä ylläpitää aihepiiriin liittyvää harrastustoimintaa. Työ- ja kerhotila on osoitteessa Kauppalaantie 6-8, 00320 HELSINKI (puh/vastaaja 09-5874433). Vuoden 2006 jäsenmaksut, joihin sisältyy *Avaruusluotain*-lehti, ovat:

Varsinaiset jäsenet 17 EUR, Juniorijäsenet (alle 15 v.) 6 EUR, Nuoriso-/ opiskelijajäsenet 8 EUR, Järjestö-/Yritysjäsenet 170 EUR

Päätoimittaja: Sini Merikallio – **Toimituksen osoite:** C/o Ilmatieteen laitos / AVA, PL 503, 00101 HELSINKI – **Puhelin:** (09) 19294694

Telekopio: (09) 19294603 – **Sähköposti:** Avaruusluotain@sats-saff.fi

ISSN: 0356-021X – **Ilmestymistajuuus:** neljä kertaa vuodessa – **Vuosikerran tilaushinta:** 22 € – **Ilmoitushinnat:** tiedustele päätoimittajalta.

Julkaisija: Suomen avaruustutkimusseura – Sällskapet för astronautisk forskning i Finland – Finnish Astronautical Society, PL 507, 00101 HELSINKI. Kauppalaantie 6-8, 00320 HELSINKI, (09) 5874433, <http://www.sats-saff.fi/>. **Pankkiyhteys:** Nordea 218518-129232

Aineistopäivät vuonna 2006: 3/2006 10.8. 4/2006 10.11.

Nimellä tai nimerkillä kirjoitetuissa artikkeleissa esitetyt mielipiteet ovat kirjoittajan henkilökohtaisia käsityksiä, eivätkä välttämättä vastaa seuran tai lehden virallista kantaa.

Aurinko-observatorio lähestymässä teini-ikää

Tero.Siili@esa.int

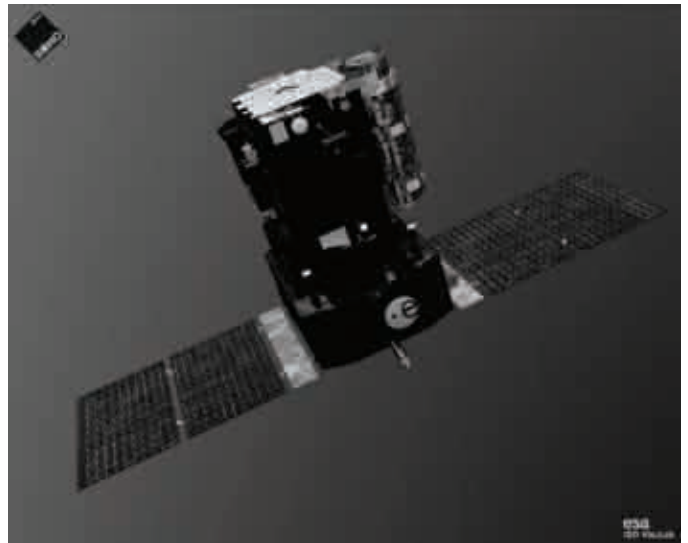
Sana *Soho* tarkoittaa useaa eri asiaa – sekä Lontoossa että New Yorkissa on sen nimiset kaupunginosat ja tarkoittaa tuo sana myös erästä sovellusohjelmistoa. Mutta avaruustutkimuksen saralla se tarkoittaa ensisijaisesti yhtä Euroopan avaruusjärjestön menestyksekkäimmistä tieteellisistä avaruusaluksista, Aurinkoa ja aurinkotuulta havainnoivaa *Solar and Heliospheric Observatory* eli SOHO:a. Alun perin vain muuttaman vuoden ikäiseksi suunniteltu observatorio on jo toisella vuosikymmenellään, eli kirjaimellisesti lähestymässä ”teini-ikää”.

Taustaa ja SOHOn tarina

SOHO-hanke toteutuneessa muodossaan käynnistyi vuonna 1983, mutta SOHO:n juuret juontuvat 1970-luvun puoliväliin ja jälkipuoliskolle hanke-ehdotuksiin, jotka tunnettiin ja tunnetaan lyhenteillä GRIST ja DISCO. SOHO on itse asiassa pitkälti niiden kahden hankkeen yhdistelmä [1]. Vuonna 1984 SOHO yhdessä Cluster-hankkeen kanssa päätyi muodostamaan yhden ESA:n ns. kulmakiviohjelmista. ESA on johdava ja päävastuullinen osapuoli SOHO-hankkeessa, Yhdysvaltain avaruushallinto NASA ”vähemmistöosakkaana”. ESA:n vastuulla ovat olleet hankkeen johto, itse satelliitin suunnittelu ja rakentaminen; SOHO:n 12 mittalaitteesta yhdeksän johto ja valtaosa toteutuksesta on Euroopasta. NASA:n vastuulla ovat puolestaan olleet laukaisu ja operointi; mittalaitteista lopun kolmen päävastuu on Yhdysvalloissa. Satelliitin suunnitteluun ja rakentamiseen osallistui kaikkiaan 14 Euroopan maata, pääurakoitsijana toimi *Matra Marconi Space* (nykyään osa *Astriumia*). Hankkeen kokonaiskustannukset ovat olleet noin miljardi euroa.

Lähes kahden tonnin (1850 kg) massainen alus laukaistiin toinen joulukuuta 1995 Cape Canaveralista Atlas II AS –kantoraketilla. SOHO:n määränpäänä oli Maan ja Auringon välisen Lagrangen pisteen (L1) seutu [2]; aluksen lopullinen

rata on tuota L1-pistettä kiertävä ns. halo- tai ”sädekehärata”. Tuolla radalla alus ja sen mittalaitteet näkevät Auringon keskeytyksettä, joten pitkäkestoisten ja yhtäjaksoisten havaintojen teko on mahdollista (Kuva 1). Satelliitin runko on yli neljä metriä korkea ja aurinkopaneelien kärkiväli on 9,5 m (Kuva 2).



Kuva 2, SOHOn taiteilijan näkemys SOHOsta toiminnassa. Kuva ESA.

Tiedettä roppakaupalla

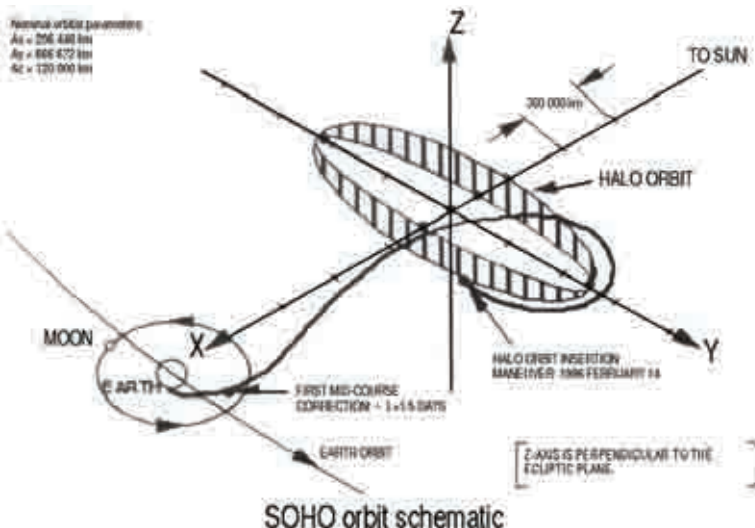
SOHO:n päätehtävänä on ollut pyrkiä lisäämään tietoa kolmesta aihepiiristä:

- 1 **Auringon sisärakenne ja sen dynamiikka**
- 2 **Auringon kuuma (jopa 1000000 K) korona ja sen lämmitysmekanismit**
- 3 **Aurinkotuulen synty- ja kiihdytysmekanismit**

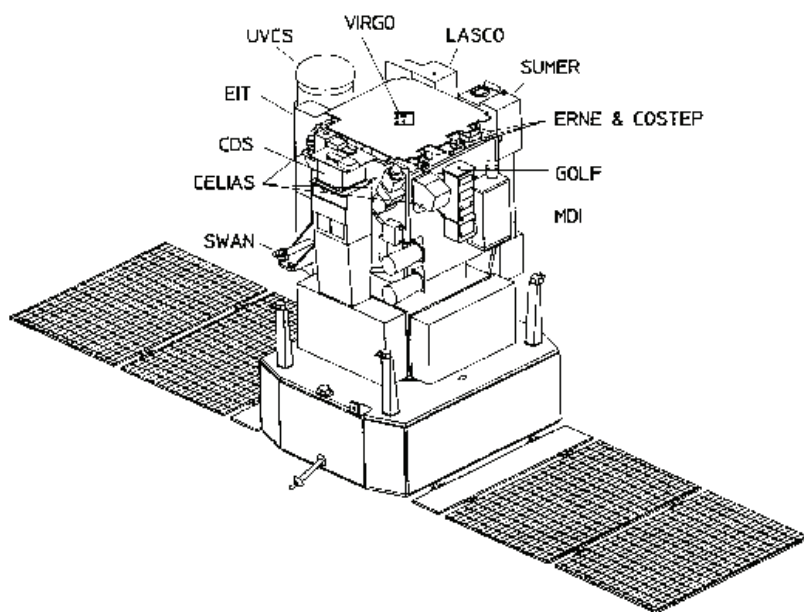
Mainitut 12 mittalaitetta ja niiden aihepiirit on lueteltu seuraavan sivun taulukossa.

SOHO:n havainnot ovat vastanneet asetettuihin kysymyksiin erinomaisesti, hyötykuorma on antanut vertaansa vailla olevaa ja laadullisesti aivan uutta ja uudenlaista tietoa Auringosta. Tärkeimpiä havaintoja ovat olleet mm:

- ns. konvektiovyöhykkeen prosessit sekä auringonpilkkujen ja niiden alaisen alueen rakenteet
- yksityiskohtaiset havainnot Auringon sisäosien lämpötilarakenteesta, pyörimisliikkeestä sekä virtauksista
- aurinkotuulen ns. hitaan ja nopean komponentin kiihdytysmekanismit
- ennen havaitsemattomat ilmiöt kuten koronan aallot ja ”aurinkotornadot”
- yli 1000 aiemmin havaitsemattoman komeetan löytäminen ja komeettojen ominaisuuksien havainnointi mm. SWAN-mittalaitteella
- avaruussään ennakkovaroitukset – Auringon pur-



Kuva 1, SOHOn siirtorata ja lopullinen rata L1-pisteen ympärillä. Kuva ESA/NASA



Kuva 3, SOHO:n kaaviokuva. Kuva ESA.

kauksista varoittaminen jopa kolme päivää etukäteen

- mm. Maapallon ilmakehän vaihtelujen ymmärtämisen kannalta merkittävän Auringon kokonais säteilyn ja sen vaihteluiden pitkäaikaiset havainnot

SOHO:n havaintojen hyödyntämisestä kertoo myös se, että aineistoa on käytetty erittäin suuressa määrässä tieteellisiä julkaisuja.

SOHO:n havainto-ohjelmille tunnusomaista on ollut myös samanaikaisten, eri havaintolaitteilla tehtyjen koordinoitujen havaintojen ja havainto-ohjelmien runsaus. Rutiinimaisesti havaintoja tehdään yhdessä mm. TRACE- ja RHESSI-aurinkosatelliittien kanssa samoin kuin Maassa olevien aurinkoteleskooppien – esimerkiksi ruotsalaisen, La Palmassa Kanarian saarilla sijaitsevan Swedish Solar Telescopen (SST) kanssa. Tämän vuoden kesällä laukaistaan NASA:n STEREO-aurinkoluotaimet sekä syksyllä tai loppuvuodesta Japanin Solar-B. Myös ilmapalloilla tai luotaus-raketeilla ilmakehän yläosiin tai sen yläpuolelle nostettujen mitta-

Laite	Lyhenne	Aihe	Lyhyt kuvaus
Coronal Diagnostic Spectrometer	CDS	2	Mm. koronan ja sen plasman lämpötilojen havainnointi
Charge, Element, and Isotope Analysis System	CELIAS	3	Aurinkotuulen tiheys ja koostumus, auringon purkausten ennakkovaroitukset
Comprehensive Suprathermal and Energetic Particle Analyzer	COSTEP	3	Erittäin suurienergiset hiukkaset
Extreme ultraviolet Imaging Telescope	EIT	2	Auringon kiekon ja koronan kuvaaminen neljällä eri aallonpituudella
Energetic and Relativistic Nuclei and Electron experiment	ERNE	3	Erittäin suurienergiset hiukkaset
Global Oscillations at Low Frequencies	GOLF	1	Auringon kiekossa esiintyvät nopeusvaihtelut.
Large Angle and Spectrometric Coronagraph	LASCO	2	Korona. Instrumentti luo keinotekoisen jatkuvan auringonpimennyksen.
Michelson Doppler Imager/Solar Oscillations Investigation	MDI/SOI	1	Auringon pinnan pystyliikkeet ("vuorovedet"), akustiset aallot Auringon sisällä. Auringon magneettikentän yksi komponentti.
Solar Ultraviolet Measurements of Emitted Radiation	SUMER	2	Auringon plasman virtaukset, tiheys ja lämpötila.
Solar Wind Anisotropies	SWAN	2	Aurinkotuulen jakauma.
Ultraviolet Coronagraph Spectrometer	UVCS	2	Korona UV-valossa LASCO:n tapaan.
Variability of Solar Irradiance and Gravity Oscillations	VIRGO	1	Mittaa "aurinkovakiota" ja Auringon säteilyn vaihteluita.



laitteiden kanssa koordinoidaan havaintoja. Yhteishavainnoilla eri havaintolaitteiden ominaisuudet, kuten esimerkiksi aallonpituusalueet, paikka- ja aikaerotuskyvyt, suuntaustarkkuudet tai muut vastaavat ominaisuudet saadaan joko täydentämään toisiaan tai laitteita voidaan käyttää havaintojen ristiintarkistuksiin ja vertailuihin.

SOHO ja Suomi

Myös suomalaiset tiede- ja teollisuusorganisaatiot ovat olleet vahvasti mukana hankkeessa. Turun yliopiston ERNE-mittalaitte oli ensimmäinen avaruusmittalaitte, jonka vastaava tutkija on suomalainen. SWAN puolestaan on osa Ilmatieteen laitoksen ja Ranskan Service D'Aeronomien tieteellistä yhteistyötä. Myös VTT ja Finnyards (nykyisen osa Patriaa) olivat mukana rakentamassa suomalaisosuuksia.

Tulevaisuus

SOHO:n taival ei ole ollut ongelmaton. Vuonna 1998 yhteys SOHOon menetettiin kolmeksi kuukaudeksi. Mittalaitteet selvisivät tuosta koettelemuksesta, mutta vuoden loppuun mennessä kaikki kolme gyroskooppeja olivat lakanneet toimimasta. Ohjelmistomuutosten avulla asennonsäätöjärjestelmä uudistettiin ja SOHO:sta tuli ensimmäinen kolmiakseli-vakautettu avaruusalus, joka toimii ilman gyroskooppeja. Vuonna 2003 SOHO:n suuntaavan ns. high-gain antennin suuntausjärjestelmän yksi suunta jumittui, jonka seurauksena havaintoaineistojen lähettäminen Maahan monimutkaistui – neljä kertaa vuodessa SOHO käyttää vain ns. low-gain antenniaan, mutta käyttämällä tuolloin suurimpia 70 m läpimittaisia maa-antenneja havainnot saadaan suurimmalta osin lähetettyä Maahan.

ESA on osaltaan vahvistanut SOHO:n toiminnan ja operoinnin rahoituksen ainakin vuoden 2009 loppuun, joten mikäli kymmenvuotiaan tekniikka kestää, se pääsee todelliseen teini-ikänsä. Vuonna 2009 laukaistaan NASA:n Solar Dynamics Observatory (SDO), joka onnistuessaan jatkaa SOHO:n eräiden pitkäkestoisia havaintosarjoja tekevien mittalaitteiden työtä. Mikäli ”vahdinvaihto” onnistuu, SOHO:n toiminta supistunee, mutta saattaa tuossa laajuudessa jatkua vielä vuosia!

Lisää luettavaa

- [1] http://www.esa.int/esaSC/120373_index_0_m.html
- [2] http://fi.wikipedia.org/wiki/Lagrangen_piste
- [3] http://www.srl.utu.fi/index_finnish.html
- [4] http://www.fmi.fi/tutkimus_avaruus/avaruus_33.html
- [5] <http://soho.esac.esa.int>

Tero Siili

Tero Siili on Avaruusluotaimen monivuotinen päätoimittaja. Tero on työskennellyt helmikuusta 2006 alkaen Euroopan avaruusjärjestön ESAn palveluksessa SOHO:n tiedeoperaatioiden koordinaattorina sijoituspaikkanaan NASAn Goddard Space Flight Center.



Onnea
SOHO
10 v.!!!

<http://soho.esac.esa.int>

THE SUN NOW



HOMEPAGE

What's New
Search

THE MISSION

About
Instruments

SCIENCE

Operations

DATA

Gallery
Latest Images
Best of SOHO
Archive

RESOURCES

Newsroom
Classroom
Free Stuff
Links

COMMUNITY

Meetings
Publications
Contact & Info

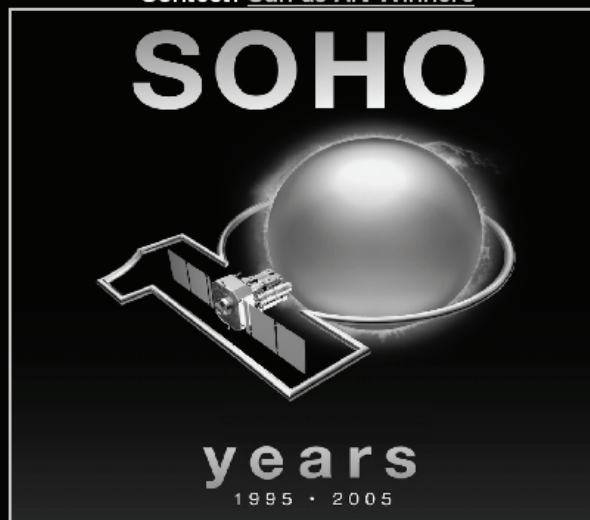
09 June 2006, 11:37:09 UT - Mission Day: 3843 - DOY: 160

Pick of the Week: Out on the Fringe (June 2)

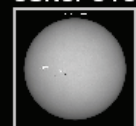
Hotshot: Solar Eclipse on 29 March 06

May Spotlight: Solar Maestro of Outreach

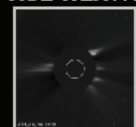
Contest: Sun as Art Winners



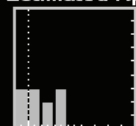
SUNSPOTS



SPACE WEATHER



Estimated Kp



SOLAR WIND

At 07:46 UT

Speed:
615 km/s

Density:
2.67 p/cm³

SOHO is a project of international cooperation between [ESA](#) and [NASA](#)
[Text-only Version](#) - [European Site](#) - [US Site](#)