

**Kanssi:** 14.5 laukaistiin Planck ja Herschel Aurinkoa kiertämään. Planck tutkii kosmista taustasäteilyä ja Herschel (jonka peili on kuvassa) on tehokkain koskaan ihmisen avaruuteen lähettämä infrapunateleskooppi. Pian laukaisun jälkeen satelliitit erkanivat omille teilleen ja hakeutuivat molemmat kiertoradoilleen toista Lagrangen pistettä kiertämään (L2 on 1 500 000 km Maasta) . Tämän lehden ilmestyessä molemmat alukset ovat jo saavuttaneet omat asemansa ja aloittelevat tieteellisen tehtävänsä täyttämistä. Kuvassa Herschelin peili, ESA.



*Avaruusteollisuudessa on yleistä, että paperilla suunnitelmat näyttävät paljon paremmilta kuin mitä **karu todellisuus** paljastaa.*

NASAn nykytilanne ja miten siihen tultiin s. 6

### Lukijapalautetta

Toimitukseen saapui jälleen mukavaa lukijapalautetta, josta osa julkistettu nyt myös takakannessa. Palautteen viesti kuuluu:

PII  
TOIMINTALLE

TOIVOISIN LISÄÄ  
VÄRITETTÄÄ.

ELSA

Toimitus kiittää palautteesta ja haluaa viestittää suhtautuvansa vakavasti lukijoiden mielipiteeseen. Tästä osoituksena tässä numerossa Elsalle entistä enemmän väritetään!

## Sisältö

Pääkirjoitus ja Piirtäjäesittely	2
Tapahtumahorisontti: KJP osa II	4
Sähköpurjekolumni: ESTcube-1	5
NASAn nykytilanne ja miten siihen tultiin	6
Hämmästyttävä avaruus-seikkailu	8
Piloted Mars Landers, part VIII	11
Historiaa	15

SATSin  
jäseneksi voit liittyä  
täyttämällä jäsentietolomakkeen  
osoitteessa:

<http://www.sats-saff.fi>

ja maksamalla jäsenmaksun seuran tilille  
218518-129232. Jäsenyys astuu voimaan  
kun jäsenmaksu on saapunut  
seuran tilille.

## SATS on keskeinen ja avoin avaruusalan yhteistyöfoorumi, joka edistää avaruusasioita Suomessa.

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 yhdysseiteenä. 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 Kauppalaatie 6-8, 00320 HELSINKI (puh/vastaaja 09-5874433).

Vuoden 2009 jäsenmaksut (sisältää Avaruusluotain- lehden):

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

Päätoimittaja: Sini Merikallio, Ilmatieteen laitos / ILM, PL 503, 00101 HELSINKI, sini.merikallio@fmi.fi

Fax: (09) 19294603

ISSN: 0356-021X – Ilmestymistaajuus: neljä kertaa vuodessa – **Vuosikerran tilaushinta: 22 €**

Ilmoitushinnat: mustavalkosivu 300 € (puolikas 200 €), värisivu 600 € (puolikas 350 €), takakansi 700 € (puolikas 400 €)

Julkaisija: Suomen avaruustutkimusseura – Sällskapet för astronautisk forskning i Finland – Finnish Astronautical Society,

<http://www.sats-saff.fi>. Pankki: Nordea 218518-129232

Vuoden 2009 aineistopäivät: 1.8 ja 15.10

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



# ESTCube-1 - sähköpurjeen testi kiertoradalla

Tutkija Pekka Janhunen

Ilmatieteen laitos



Sähköpurjekolumni 4.6.2009

Sähköpurje-efekti on nyt tarkoitus mitata kiertoradalla. Satelliitin nimi on ESTCube-1, laukaisu 2012 ja se tulee olemaan Viron ensimmäinen satelliitti, jonka rakentavat pääosin Tarton yliopiston opiskelijat. Satelliitin hyötykuormana on 10 m pituinen sähköpurjelieka sekä kamera. Lieka voidaan varata sähköisesti, jolloin siihen kohdistuu sähköpurjevoima, koska satelliitti lentää matalalla kiertoradallaan noin 7 km/s nopeudella ionosfääriplasman läpi. Sähköpurjevoiman suuruus mitataan liean ja satelliitin pyörimisliikkeen muutoksesta. Satelliitti on ns. yhden U:n cubesat eli sen massa on yksi kilogramma. Muodoltaan se on 10 cm kuutio jonka sivut on peitetty aurinkopaneelleilla. Hyötykuorman päävastuu on Ilmatieteen laitoksella, mutta hankkeessa on mukana myös muita kotimaisia ja ulkomaisia partnereita. Satelliittihankkeen kokonaiskustannusarvio on suuruusluokkaa 100,000 euroa.

ESTCube-1 nousee avaruuteen jonkin isomman satelliitin kylkiäisenä majailleen P-POD -laukaisuputkessa yhdessä muiden cubesatien kanssa. Kiertoradalle päästyään putken mekanismi potkaisee cubesatit ulos. ESTCube-1 stabiloi asentonsa magneettikeloilla, suorittaa tavanmukaiset alkutoimet (laitteiden tarkistus, radioyhteyden koekelu ym.) ja ottaa muutamia kuvia Maasta. Sen jälkeen satelliitti laitetaan pyörimään hallitusti ja sähköpurjelieka lasketaan ulos kelalta. Lieka suoristuu keskipakovoiman vaikutuksesta ja sen päässä oleva pieni merkkipallo voidaan nähdä satelliitin kameran kuvissa. Nyt liekaan kytketään jännite päälle periodisesti esim. niin että jännite on päällä aina kun lieka liikkuu pyöriessään vasten ionos-

fääriplasman virtausta. Tällöin sähköpurjevoima jarruttaa liean pyörimistä hieman jokaisella puolen minuutin kierroksella. Vaikka voima on heikko, riittävän monen kierroksen jälkeen se pystyy muuttamaan liean ja satelliitin pyörimisnopeutta havaittavalla tavalla. Pyörimisnopeuden muutos voidaan mitata gyroskoopianturilla tai määrittämällä kameran kuvista kuinka usein Maa tulee näkökenttään.

ESTCube-1 lentää siis ionosfäärissä matalalla kiertoradalla, kun taas oikeiden sähköpurjealusten toimintaympäristö on tunnetusti aurinkotuuli. Ionosfääriplasma virtaa satelliittiin nähden 50 - 100 kertaa hitaammin kuin aurinkotuuli, mutta toisaalta se on jopa miljoona kertaa aurinkotuulta tiheämpää. Myös liean jännite on matalampi, vain 200 V eikä 20 - 40 kV kuten oikeissa sähköpurjealuksissa. Joka tapauksessa havaittava fyysikaalinen ilmiö on sama, ja ESTCube-1:n tuloksesta saadaan suoraa kokeellista tietoa siitä, millainen suorituskyky oikeilla aurinkotuulella lentävillä sähköpurjealuksilla tulee olemaan.

Vielä 8 kk sitten ei ollut lainkaan selvää, että sähköpurje-efektiä voitaisiin ylipäätään järkevästi mitata muualla kuin aurinkotuulella tai että mittaus voitaisiin tehdä niin äärimmäisen pienellä ja halvalla satelliitilla kuin mitä ESTCube-1 on. (Itse asiassa jo ajatus siitä että vain 1 kg painava satelliitti voi ylipäätään toimia on varsin uusi.) 17.4.2009 julkaistu ESTCube-1 -suunnitelma on useiden viimeaikaisten fyysikaalisten ja teknisten oivallusten kombinaatio, jossa palaset loksahavat lopulta kauniisti paikoilleen. Ei ole mitään syytä miksi satelliitin pitäisi tässä tapauksessa olla suurempi kuin 1 kg. □