



AVARUUSLUOTAIN RYMDSONDEN

VOL 41

4/2006



Euro planet
European Planetology Network

Cassini-Huygens Erikoisnumero



Pääkirjoitus

Tervetuloa uudistuneen Avaruusluotaimen muhkean Europlanet (europlanet.cesr.fr) joulunumeron ääreen! Ensimmäistä kertaa mukana tulee myös CD -rom levy täynnä avaruusasiaa ja lehden juttuja tukevaa materiaalia!

Vuoden alussa tutkaillaan historian avaruuspostimerkkejä (s. 4). Olin sattumoisin juuri viime kesänä Ateenassa sikäläisen vastaavan näyttelyn avajaisissa ja silmiini pisti että maittain jaetussa näyttelyssä Suomi oli edustettuna ainoastaan yhdellä merkillä isäntämaa Kreikan tavoin. Ehkäpä piakkoin saamme vaikkapa Aurinkotuulipurjetta (s. 5) kuvaavan postimerkin uuden Suomalaisen innovaation kunniaksi!

Uusia vakiopalstan pitäjiäkin on haalittu Avaruusluotaimen riveihin (s. 8). Ilmatieteen laitoksen tutkija Tiera Laitinen tulee jatkossakin arvostelemaan alan uutuuskirjoja. Kiitos kaikille juttuja ja lukijakirjeitä lähettäneille, lehti on paksumpi ja entistä komeampi teidän aktiivisuutenne ansiosta! Jatketaan samaan malliin!

Sini Merikallio ja Maan pinnalla taivaltava Feromoni Kuu



Sisältö

- 4 Puheenjohtajalta
- 4 Postimuseossa avaruusnäyttely
- 5 Sähköinen aurinkotuulipurje
- 6 Hyppyportti ja Avaruusutiset
- 8 Kirja-arvostelu: Auringosta tuulee
- 9 Avaruusluotaimen liiteromppu
- 10 Huygens myös suomalainen menestystarina
- 14 Story of Huygens Radar Altimeter
- 19 Avaruustutkimusta amatöörivoimin
- 22 Tamperelaisopiskelijoiden Supikoira -raketti
- 25 Lukijakirje
- 26 följetong: Skott mot Månen, del II
- 29 Svensk Resume

Kannen kuvassa Postimuseon näyttelyn satoa ja Castorin Supikoira tiimi (© Eero Alkkuomäki). Katso Supijuttu sivulta 22 ja videot liiterompulta!

Takakannessa taiteilijan näkemys Huygens laskeutumisesta Titanin pinnalle, myös tästä hieno video liiterompulla ja kaksi isoa juttua tässä lehdessä (s. 10 - 18).

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 yhdysseitteenä. 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 Kauppalantie 6-8, 00320 HELSINKI (puh/vastaaja 09-5874433).

Vuoden 2007 jäsenmaksut (sisältää Avaruusluotain-lehden) 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 Fax: (09) 19294603 – Sähköposti: Avaruusluotain@sats-saff.fi

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

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

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

Vuoden 2007 lehtien aineistopäivät ovat 15.2, 10.5, 10.8 ja 10.11

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

Sähköinen aurinkotuulipurje

uusi tapa liikkua avaruudessa?

Suur-Helsingin kokoinen avaruusalus joka painaa parisataa kiloa ja lentää 50 km/s ilman moottoreita aurinkotuulen työntämänä? Näin esitettynä ajatus voi tuntua järjettömältä. Mutta itse asiassa aluksen rakentaminen ei välttämättä ole teknisesti kovin hankalaa. Takana oleva fysikaalinen idea on uusi ja kehitetty Suomessa.

Menetelmässä käytetään pitkiä metallilankoja, jotka pidetään positiivisessa potentiaalissa ympäröivään aurinkotuuliplasmaan nähden aluksessa olevan elektronitykin avulla. Lankojen pitää olla pitkiä, vähintään 10 kilometriä, ja niitä tarvitaan noin sata jotta aurinkotuulen vieno puhuri jaksaisi työntää alusta merkittävästi. Lankojen pitää olla myös hyvin ohuita, vain

20 mikrometrin paksuisia, jotta ne eivät painaisi liikaa.

LANGAT AUKI PYÖRIMÄLLÄ

Selvitetään heti yksi asia. Niinsanottu aurinkopurje ei käytä aurinkotuulta, vaan Auringon säteilypainetta, joka on noin 5000 kertaa vahvempi kuin aurinkotuulen dynaaminen paine. Usein julkisuudessa asiat sekoavat ja annetaan ymmärtää että aurinkopurje käyttäisi aurinkotuulta, mitä se siis ei tee. Toisin sanoen tämä uusi keksintö eli sähköinen purje tekee sitä mitä joskus erehdyksessä luullaan aurinkopurjeen tekevän ...

Miksi kannattaisi käyttää aurinkotuulta, jos kerran säteilypaine on 5000 kertaa voimakkaampi? Idea on siinä että varattujen lankojen ympärille muodostuva sähkö-

02:42:16



$I_{wires} = 1.4e+04 \text{ J}$, $a = 0.21 \text{ cm/s}^2$

Tyypillisiä sähköpurjeen parametreja, joita usein käytetään suunnittelun lähtökohtana:

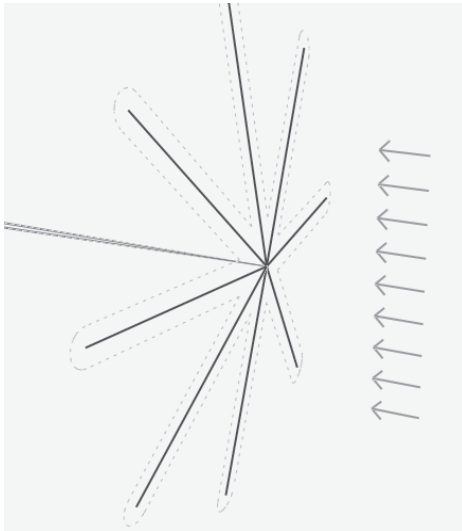
Luokitus propulsiomenetelmänä: Ajoaineeton propulsio (purje)

Lankojen lukumäärä:	100
Yksittäisen langan pituus:	20 km
Pyörähdysaika:	12 min
Yksittäisen säikeen paksuus:	20 μm
Säikeiden lukumäärä:	4 (oltava >1 mikrometeorien takia)
Langan jännite:	20 kV
Elektronitykin maksimiteho:	500 W
Maksimi elektronivirta:	25 mA
Keskimääräinen aurinkotuulen dynaaminen paine (1 AU):	2 nPa
Keskimääräinen aurinkotuulen lankasegmenttiin kohdistava voima (1 AU):	50 nN/m
Keskimääräinen työntövoima (1 AU):	0.1 N
Sähköpurjesysteemin massa (langat, aurinkopaneelit ja elektronitykki):	100 kg
Keskimääräinen kiihtyvyys (1 AU):	0.5-1 mm/s ²
Lankojen avaamiseen kuluva aika:	3 viikkoa
Lankojen avaamisnopeus:	0.5 cm/s
Tarvittava impulssimomentti:	$2 \times 10^7 \text{ kg m}^2/\text{s}$
Impulssimomentin lähde:	Tavallinen propulsio tai pumppausmenetelmällä aurinkotuulesta
Ohjaus:	Säätövastuksilla ja lankapituuksien hienosäädöllä
Ohjattavuus:	Verrattavissa tavalliseen purjehdukseen
Käyttöympäristö:	Planeettojen magnetosfäärien ulkopuolella, heliosfääriin sisällä
Säädettävyys:	Työntövoima täysin säädettävissä sähköisesti, voimavektorin suunta +20 astetta radiaalisuunnasta

kenttä ulottuu kymmenien metrien päähän langoista, jolloin aurinkotuuli "näkee" langat paljon paksumpina kuin ne fyysisesti ovat. Ohut lanka painaa äärimmäisen vähän metriä kohti ja on sitäpaitsi teknisesti helpompi käsitellä kuin tavallisessa aurinkopurjeessa tarvittava repeytymiselle altis purjekalvo. Lankojen ohuudesta johtuu myös, että niihin saapuva elektronivirta on niin heikko, että se voidaan kompensoida pienehköllä noin kilowatin tehoisella elektronitykillä, joka saa energiansa tavallisista aurinkopaneeleista. Toimiva tapa virittää langat on laittaa alus pyörimään ja rullata langat hitaasti auki säilytyskeloiltaan, jolloin keskipakoisvoima pitää ne tiukalla ja estää niitä sekoitumasta. Myös säätäminen ja ohjaaminen onnistuvat kyseisellä konstruktiolla.

KAASU POHJASSA, JARRUT HUKASSA

Aurinkotuulen voima osoittaa aina pois päin Auringosta, joten luonnollisin tapa käyttää sähköpurjetta on lentää ulos aurinkokunnasta tai suorittaa jonkin kaukaisen kohteen ohilento. Kallistamalla purje vinoon sen avulla voi kuitenkin myös luovia sisään päin kohti Aurinkoa. Kerran rakennetun purjeen työntövoima ei maksa mitään, joten sillä



voi myös leijua paikoillaan, siis esimerkiksi Maan ja Auringon välissä jossain muualla kuin Lagrangen pisteessä, millä voisi olla mielenkiintoisia sovelluksia avaruussään ennustamisen kannalta. Kaikkien mielenkiintoisinta on kuitenkin, että jos tekniikka

onnistutaan kehittämään loppuun saakka, sillä voidaan periaatteessa saavuttaa hyvin suuria loppunopeuksia, jopa 50-100 km/s eli 10-20 AU:ta vuodessa. Sillä vauhdilla matka Plutoon taittuisi 2-4 vuodessa. Pysähtyä ei tietenkään voisi. Hyötykuormat eivät voi olla kovin suuria, ehkä 50-100 kg on maksimi jos halutaan suuria loppunopeuksia. Miniatyrisoinnin takia tähän massaansa voidaan kuitenkin jo nyt, ja tulevaisuudessa vielä enemmän, pakata merkittäviäkin tieteellisiä instrumentteja. Kaupallisina sovelluksina voidaan mainita vanha ajatus hakea asteroidien raaka-aineita korkealle Maan kiertoradalle, jolloin niistä voitaisiin valmistaa esim. rakettipolttoainetta halvemmalla kuin Maasta laukaisemalla. Kevyt, noin 100 kilon painoinen sähköpurjealus voisi periaatteessa siirtää useiden tonnien painoisen kuorman esim. asteroidilta korkealle Maan kiertoradalle, jos aikaa annetaan muutama vuosi.

Sähköinen purje on vasta alle vuoden ikäinen keksintö, emmekä vielä tiedä tuleeko se täyttämään antamia lupauksia suurista nopeuksista ja entistä halvemmista missioista. Sen tulee aika näyttämään, mutta aikaa odotellessa voit vaikka katsella sähköpurjeanimaatiota, joka on lehden liiterompulla.



Pekka Janhunen

FT, tutkija, Ilmatieteen laitos
Magnetosfääritutkimus

Hyppyporssi ja Avaruusuutiset



matti.anttila@ssf.fi

Hyvää joulun aikaa! Avaruus on tulos-
sa lähemmäksi arkipäivää, PR-toiminta
kehittyy ja asioiden kansanomaisen esittä-
minen on päivän sana. Tällä kertaa esitte-
lenkin suurta yleisöä kiinnostavia näyttä-
viä tapahtumia tieteen ja avaruustekniikan
saralta, sekä kaupallistumisen näkymiä.

MRO BONGASI OPPORTUNITYN!

Marsin uusin kiertolainen, Mars Recon-
naissance Orbiter (tuttavallisemmin MRO)
on aloittanut kuvien ottamisen. MRO:n
mukana oleva HiRISE-kamera, josta mai-
nitsin viime Hyppyporssissa, on yksi MRO:
n pääinstrumenteista. Kamera osoitti suo-
rituskykynsä ottaessaan kuvan Marsin

pinnalla olevasta Opportunity-roverista.
Lisäinfoa:

<http://mars.jpl.nasa.gov/mro/newsroom/pressreleases/20061006a.html>

MARS GLOBAL SURVEYOR HILJENI?

Muutamaa päivää ennen laukaisunsa 10-
vuotispäivää, 2.11., MGS lähetti viimeisen
datansa maa-asemalle. Tämän jälkeen
Marsia kiertävään luotaimeen ei ole saatu

yhteyttä. Epäilyt kohdistuvat luotaimen
aurinkopaneelleja kääntävään järjestel-
mään. Todennäköinen syy hiljenemiseen
on aurinkopaneelien jumittuminen ja sen
myötä tehonmenetykset. MRO-luotain on jo
yrittänyt kuvata MGS:ää, mutta epäonnis-
tunein tuloksin. NASA yrittää yhä ratkais-
ta ongelmaa, mutta luotaimen menetyk-
seen ollaan jo valmistautumassa. Alunpe-
rin MGS:n toiminta-ajaksi kaavailtiin paria

