

AVARUUSLUOTAIN RYMDSONDEN

Vol 41

1/2006





Pääkirjoitus

Sini.Mer.kallio@fmi.fi

Tervetuloa jälleen Avaruusluotaimen matkaan! Lento saattaa erota aiemmista, sillä miehistössä on tapahtunut muutoksia. Useita vuosia tämän luotaimen kapteenina toiminut Tero Siili sinkoutui aivan toisiin sfääreihin. Vasemman puoleinen kuva antaa hyvän yhteenvedon Teron nykyisestä tutkimuskohteesta, Auringosta. Hyvää jatkoa Terolle Goddard Space Flight Centerissä. Tero tulee kertomaan meille enemmän SOHOsta, kunhan uuden mantereen kartoitukseltaan ennättää raportoimaan tänne emoalukselle.

Tässä numerossa esitellään Kumpulan avaruuskeskus, simuloidaan komeetan pintaa sekä suunnataan röntgenspektrometri Merkuriukseen. Vakiopalstoilla puheenjohtaja tervehtii jäsenistöä ja Matin johdolla sukkelletaan netin avaruusantiin.

Tero jätti minulle Avaruusluotaimen avaimet joten teidät on nyt kaapattu uuteen kyytiin. Juttu- ja kuvamateriaalit ovat erittäin tervetulleita. Teillä lukijoilla on suuri merkitys määriteltäessä tämän aluksen kurssia tulevaisuuteen!

P.S. Mutta aihetta huoleen ei suinkaan ole; tarpeen vaatiessa tulevasta sokeain oppaasta Opas Eevistä riittää niin kuva kuin juttumateriaaliakin enemmän kuin kukaan teistä ehkä haluaakaan tietää, joten lähetelkähän lehden polttoainetta (juttuja, kuvia ja piirroksia), jotta Avaruusluotain pysyisi turvallisesti kiertoradallaan!



Sini Merikallio

ja Opas Eevi



Sisältö

Puheenjohtajalta	4
Avaruus uutisia ja Hyppyportti	4 — 5
Kumpulan avaruuskeskuksen toiminta käynnistyi	6
Svensk resumé	7
Kevätkokouskutsu	7
SIXS-instrumentti matkaa Merkuriukseen	8 — 9
Komeettasimulaattori alle 120 eurolla	10 — 11
Rakettiharrastussivut	13
Ballistiset kananmunat	14

Kannen kuvassa rakennetaan komeettasimulaattoria, josta lisää sivulta 10 alkaen.

Sisäkannessa SOHO:n kokoelmakuva (© ESA, NASA, GSFC) ja Sampo Niskasen upea otos rakettien laukaisutapahtumasta.

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.

Kauppalanatie 6-8, 00320 HELSINKI, (09) 5874433, <http://www.sats-saff.fi/>. **Pankkiyhteys:** Nordea 218518-129232

Aineistopäivät vuonna 2006

2/2006 7.4.

3/2006 20.7.

4/2006 15.11.

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

Kuinka rakentaa komeettasimulaattori alle 120 eurolla



Jutun kirjoittaja

GRADUNTEKIJÄ



Juha Virtanen

Apulaistutkija, Aurinkokunnan tutkimus, Ilmatieteen laitos

Kirjoituksessa esitellyn järjestelmän suunnittelu ja toteutus on osa J.V.:n Pro Gradu-tutkielmaa, jota hän tekee Helsingin Yliopiston Fysikaalisten tieteiden laitokselle. J.V. on opiskeluisaan erikoistunut avaruusfysiikkaan.

Avaruustutkimuksen käytännön puoli, laitteiden testaus ja rakennus, käsitetään usein jokseenkin mystiseksi toiminnaksi. Yleisen mielikuvan mukaan metallinhoitoisiin suojapukuihin sonnustautuneet tiedemiehet hääriävät huipputeknisissä laboratorioissaan jotakin, josta muilla maapallon ihmisillä ei ole käsitystä.

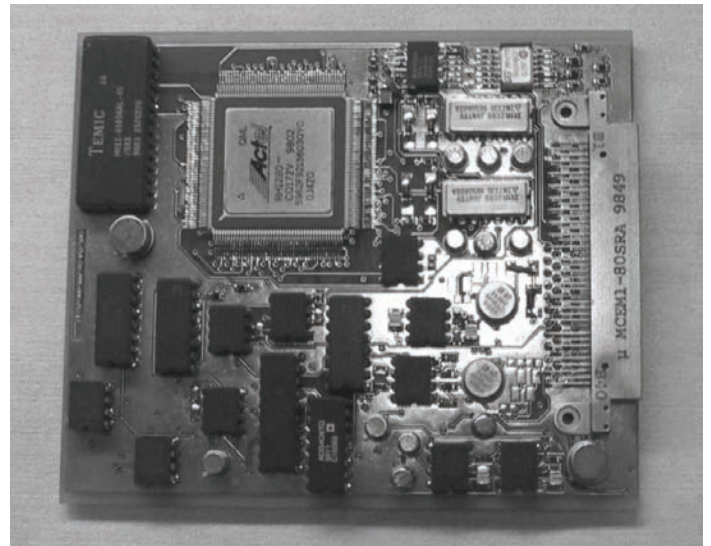
Todellisuudessa käytäntö ainakin suomalaisen avaruustutkimuksen puitteissa näyttää usein toiselta. Tässä artikkelissa esitelty komeettasimulaattori osallistui Rosetta-luotaimen laskeutujan PP-permittiivisyysanturin kalibraation ja tietokannan luomiseen syksyllä 2005. Mittaukset suoritettiin Helsingissä Ilmatieteen laitoksen avaruustutkimusyksikön (AVA) tiloissa osana European Space Agencyn (ESA) Rosetta-projektia. Kyse on siis komeettatutkimuksesta, tarkemmin sanottuna komeetan vesijäämateriaalin lämpötilan ja massaosuuden määrittämisestä.

Kunnioitusta herättävää elektroniikkaa

Luotain itse on tällä hetkellä jo matkalla kohti määränpäättään, komeetta 67P/C-G : tä, joka sen on määrä tavoittaa vuonna 2014. AVA:lla on kuitenkin hallussaan kaksoiskappaleita osasta Rosetan sisäistä elektroniikkaa, jotta mittauksia voitaisiin suorittaa myös maassa. Kuva 1 esittää elektroniikkalevyä, joka toimii välittäjänä tietokoneen ja varsinaisten mittauselektrodien välillä. Saadessaan jotakin tällaista käsiinsä mittaukset suoritettava kokeellinen fyysikko pyrkii erityiseen varovaisuuteen, sillä hän ymmärtää laitteen korjaamisesta

osapuilleen yhtä paljon kuin keskiverto baarimikko.

Tietokannan luomiseksi oli kehitettävä jonkinlainen komeettasimulaattori, jossa vertailumittaukset voitaisiin suorittaa. Komeetan pintamateriaalin yksityiskohtaisesta rakenteesta ei lähiaikojen tutkimusprojekteista, kuten NASA:n Deep Impactista ja Stardustista, huolimatta paljoa tiedetä. Olennaisesti pintamateriaali koostuu tiheydeltään harvasta pölystä ja jäästä. Lisäksi 67P/C-G lentää käytännöllisesti katsottuna tyhjiössä ja sen lämpötilavaihtelut mittauksen aikoihin ovat luokkaa $-100\text{ C} \rightarrow 0\text{ C}$.



KUVA 1. Elektroniikkalevy, johon koskiessaan kokeellinen fyysikko pyrkii erityiseen varovaisuuteen

Budjettityhjiö

Rahoitusta mietittäessä selvisi, että simulaattoriin varatun budjetin yhteydessä ei puhuttu kymmenistä tuhansista, vaan pikemminkin kymmenistä euroista. Käytännössä tämä tarkoitti, että tyhjiöstä oli luovuttava heti. AVA:lla ei ole käytössään tarkkaa vaakaa, jolla pystyttäisiin punnitsemaan yli viiden kilon painoja, saati tyhjiökammiota, jonka pitäisi kaiken lisäksi olla suhteellisen suuri. Tilavaatimus johtuu siitä, että kuvassa 2 esitettyjen kondensaattorielektrodien oli mahdollista simulaattoriin omaan kokoonsa verrattuna suurille etäisyyksille toisistaan. Elektrodien tekniikan suhteen kyse on tavallisista toiselta puoleltaan kuparoidusta eristelevystä sahatuista neliöpaloista, joihin johdetaan virtaa kuvassa näkyvillä johdoilla. Musta mönjä levyn ja sen muovisen valkoisen pidikkeen liitoskohdassa on taitamattomasti levitettyä kuivunutta liimaa. Mittauksissa

käytettiin samanaikaisesti neljää elektrodia, joista kaksi lähettää vaihtovirtaa ja kaksi muuta mittaa sen aiheuttamaa jännitettä eri puolilla aluetta.

Avaruustutkija käy Kodin Anttilassa

Tarvittiin siis säiliö, johon elektrodit saataisiin vähintään puolen metrin etäisyydelle toisistaan. Säiliön täytyi myös olla riittävän syvä, noin puolet mainitusta etäisyydestä, jottei elektrodien välille syntyvä sähkökenttä pääsisi tunkeutumaan liiallisissa määrin pohjan läpi. Säiliö ei saanut olla johtavaa materiaalia, jottemme päätyisi mittaamaan säiliön seinien kautta kulkevia virtoja sen täytteen läpi kulkevien sijaan.

Onneksi on Kodin Anttila, josta haettiin kaksi kuvassa 3 esitettyä muovista säilytyslaatikkoa, n. 20 EUR kappale.

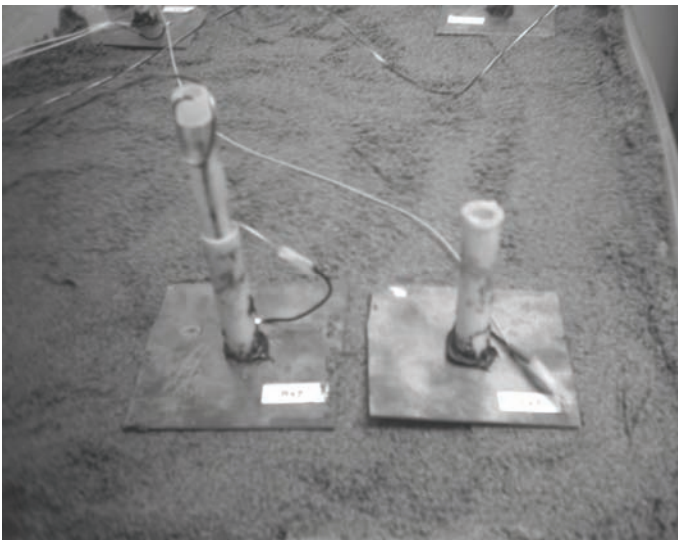
ilmassa on hyvin lähellä tyhjiön vastaavaa. Tämä myös selittää miksi tyhjiökammion puuttumista ei näissä mittauksissa koettu suureksi ongelmaksi. Edelleen materiaalin piti olla helposti käsiteltävää ja sitä piti olla suhteellisen paljon täyttämään molemmat laatikot.

Lopulta päädyttiin hankkimaan Starkista 200 kg tavallista hiekkalaatikkohiekkaa hintaan n. 40 EUR. Elektrodit on asetettu hiekan päälle kuvassa 2.

Sekä hiekan, että jään käsittelyyn tarvittiin kalustoa, jolla pieniä määriä kumpaakin voitiin siirtää paikasta toiseen, tasoittaa ym. nopeasti. Kokoluokan huomioon ottaen varsinaiset rakennusvälineet eivät Niiden sijaan valittiin esitetty lasten rantasetti

“Saadessaan jotain tällaista käsiinsä mittaukset suorittava kokeellinen fyysikko pyrkii erityiseen varovaisuuteen, sillä hän ymmärtää laitteen korjaamisesta osapuilleen yhtä paljon kuin keskiverto baarimikko.”

tulleet kysymykseen. sisätakakannen kuvassa Tarjoustalosta (n. 8 EUR)



Kuva 2. Elektrodit hiekan pinnalla. Vertaa takasisäkannen taiteilijan kuvaan!

Mistä on komeetat tehty?

Seuraava ongelma oli komeetan pölyä esittävä materiaali. Koska kysymys oli sähköisestä, ei siis mekaanisesta mittauksesta aineen tiheys ei noussut olennaiseksi tekijäksi. Sähkökentän muotoa ja voimakkuutta tietyssä väliaineessa kuvaa ns. dielektrisyydevakio, joka useimmissa eristeissä ja myös



KUVA 3. Eristävää materiaalia oleva ja budjettiin sopiva säiliö

Jään käyttäminen mittauksissa paljaaltaan olisi ollut vähintäänkin hankalaa. Mikäli sitä olisi tungettu hiekkain isoina lohkoina, olisivat määrät paikallistuneet liikaa aiheuttaen epämääräisiä sähkökenttiä sinne tänne ja sulaneet epätasaisesti. Toisaalta jäämurskan käyttäminen olisi aiheuttanut liian nopean ja kontrolloimattoman sulamisefektin. Sen lisäksi, että tämä olisi tehnyt tarkat lämpötilamittaukset käytössä olevilla antureilla mahdottomaksi, olisi se myös käytännössä kastellut hiekan jokaisen mittaussarjan päätteksi, mikä olisi puolestaan vaikuttanut huomattavasti dielektrisyydevakion

arvoon, joka oli yksi näiden mittausten avaintekijöistä. Niinpä jää eristettin ympäristöstään pienissä paloissa, joita oli lisäksi helppo levittää suhteellisen tasaisesti hiekkaan. Tämä tapahtui jälleen Tarjoustalosta hankittujen jääpalapussien avulla. Hintaa näille (100 pussia) kertyi n. 10 EUR.

Ilmatieteen laitoksen sähköinen ilmapiiri

Lopulta mittauselektronikka osoittautui liian herkäksi toimiakseen luotettavasti AVA:n tilojen sähköisessä hälyssä ja sen ympärille piti rakentaa sähkömagneettinen eriste, Faradayn häkkinä tunnettu metallinen kuorirakenne. Prosessiin tarvittava välineistö; metalliverkko, pahvilaatikko, foliota, nitoja ja sivuleikkurit on esitelty kansikuvassa ja lopputulos kuvassa 4. Kuvan 4 Faradayn häkki tehtiin suojaamaan elektronikkaa. itse simulaattoria suojaavan suuremman häkin reuna näkyy kuvassa oikealla. Yhteensä näistä johtuvat kulut olivat n. 20 EUR

Kaiken kaikkiaan kulut siis :

laatikot	2 × 20	EUR
hiekk	40	EUR
hiekkasetti	8	EUR
jääpalapussit	10	EUR
Faradayn häkki	20	EUR

118 EUR

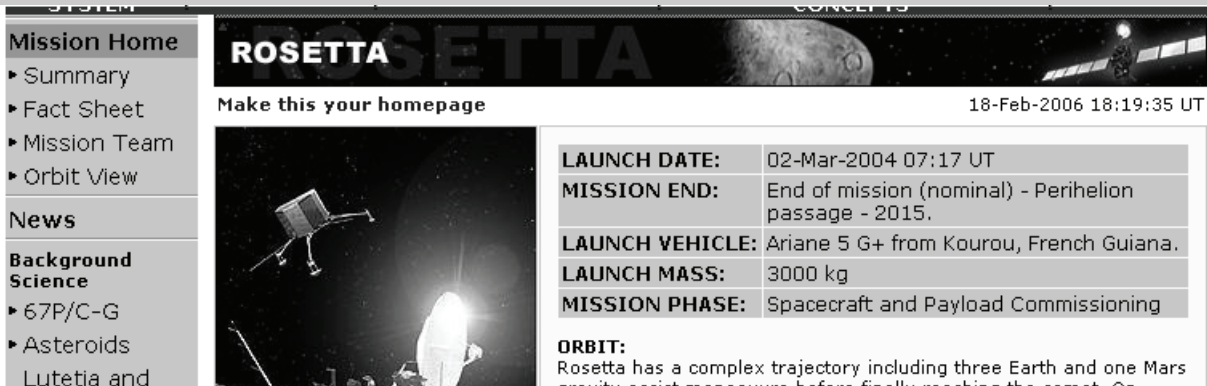


KUVA 4. Juha sai Faradayn häkin kasaamisessa apua Riku Järviseltä, joka myös tekee graduaan Ilmatieteen Laitoksella.

Vertailun vuoksi tämä on vähemmän kuin vanhan mallin X-Box nykypäivänä maksaa. Tarkkaavainen lukija voisi tosin huomauttaa, että jotta simulaatio kattaisi komeetan olosuhteiden yö- ja päivävariaation, on jään lämpötila vielä pystyttävä laskemaan -100:n C:n tietämille. Kokeissa tässä käytettiin oletettavasti varsin hintavaa matalan lämpötilan pakastinta, jota ei laskettu kustannuksiin, koska sellainen sattui löytymään IL:n laboratorion. Saman asian voisi kuitenkin periaatteessa hoitaa esim. jääspraylla tai nestetyypellä, jolloin kustannukset kohoaisivat parilla kymmenellä eurolla.

Lisää Rosetasta:

<http://rosetta.esa.int>



Mission Home

- ▶ Summary
- ▶ Fact Sheet
- ▶ Mission Team
- ▶ Orbit View

News

Background Science

- ▶ 67P/C-G
- ▶ Asteroids
- ▶ Lutetia and

ROSETTA

Make this your homepage 18-Feb-2006 18:19:35 UT

LAUNCH DATE:	02-Mar-2004 07:17 UT
MISSION END:	End of mission (nominal) - Perihelion passage - 2015.
LAUNCH VEHICLE:	Ariane 5 G+ from Kourou, French Guiana.
LAUNCH MASS:	3000 kg
MISSION PHASE:	Spacecraft and Payload Commissioning

ORBIT:
Rosetta has a complex trajectory including three Earth and one Mars gravity assist manoeuvres, before finally reaching the comet. On