

# AVARUUSLUOTAIN – RYMDSONDEN 4/2001



Suomessa Euroopan Avaruusjärjestön ESA:n toimeksiannosta kehitellyn MIRO-Mars-pintakulkijan malli (ks. s. 7) ESA:n teknisessä keskuksessa ESTEC:ssä testattavana luovutuksen yhteydessä 29.11.2001.  
Kuva: Space Systems Finland.

Avaruusluotain  
Vol. 36 n:o 4, tammikuu 2002

<p><b>Päätoimittaja:</b> Tero Siili</p> <p><b>Toimituksen osoite:</b> C/o Ilmatieteen laitos, Geofysiikan tutkimus, PL 503, 00101 HELSINKI</p> <p><b>Puhelin:</b> (09) 19294660 (050) 5325462</p> <p><b>Telekopio:</b> (09) 19294603</p> <p><b>Sähköposti:</b> Tero.Siili@fmi.fi</p> <p><b>ISSN:</b> 0356-021X</p> <p><b>Painos:</b> 200 kpl</p> <p><b>Ilmestymistaajuus:</b> Neljä kertaa vuodessa</p> <p><b>Vuosikerran tilaushinta:</b> 22 €</p> <p><b>Ilmoitushinnat:</b> Tiedustele päätoimittajalta</p> <p><b>Julkaisija:</b> Suomen avaruustutkimusseura – Sällskapet för astronautisk forskning i Finland – Finnish Astronautical Society, PL 507, 00101 HELSINKI</p> <p>Kauppalantie 6-8, 00320 HELSINKI (09) 5874433</p> <p><a href="http://netlander.fmi.fi/~sats/">http://netlander.fmi.fi/~sats/</a></p> <p><b>Pankkiyhteys:</b> Merita 218518-129232</p> <p><b>Aineistopäivät vuonna 2002</b></p> <p>1/2002: 15.3.</p> <p>2/2002: 31.5.</p> <p>3/2002: 1.9.</p> <p>4/2002: 15.11.</p>	<p><b>Sisältö</b></p> <p>Pääkirjoitus 3</p> <p>Avaruus uutisia 3</p> <p>Micro RoSa2 -projekti: Mars-rover <i>Miro</i> 6</p> <p><i>Hyppyportti</i> eli Webbi uutisia 10</p> <p>Mikropainovoimassa 11</p> <p>Svensk Resumé 14</p> <p><b>Contents</b></p> <p>Editorial 3</p> <p>Space news 3</p> <p>Micro RoSa2 –project: Mars-rover <i>Miro</i> 6</p> <p>Jumpgate or WWW News 10</p> <p>In microgravity 11</p> <p>Swedish abstract 14</p> <p>Nimellä tai nimimerkillä kirjoitetuissa artikkeleissa esitetyt mielipiteet ovat kirjoittajan henkilökohtaisia käsityksiä eivätkä välttämättä vastaa seuran tai lehden virallista kantaa.</p>
---	---



Mars Odyssey –luotain kaasukehäjarrutuksen aikana, taiteilijan näkemys.

## Ulysses sai kumppanin gammalähteiden havainnointiin

Ulysses ja Mars Odyssey havaitsivat 21.11.2001 yhdessä ensimmäisen gammapurkauksensa. Saman lähteen havaitsi myös BeppoSAX-niminen Maan lähellä oleva italialais-hollantilainen satelliitti. Näin Mars Odyssey varsinaisen tehtävänsä lisäksi auttoi Ulyssesta gammalähteen paikantamisessa.

Ulysses kiertää aurinkoa korkealla polaariradalla, eli se kiertää Auringon napojen ylitse ja sen kiertotaso on kohtisuorassa Maan ja muiden planeettojen kiertotasoa vastaan. Ulysses on tärkeä lenkki gammalähteitä havainnoivassa ketjussa, jonka muita osia ovat maanpäälliset teleskoopit sekä muita avaruusaluksia. Tarkoituksena on havaita gammalähde samanaikaisesti usealla toisistaan kaukana olevalla havaintolaitteella, jolloin lähteen paikka voidaan suuntia. Sitten yritetään löytää myös havaitun gammalähteen optinen vastine.

Voimakkaat gammapurkaukset ovat yleensä hyvin lyhytikäisiä (1 ms-1000 s), ja siksi niiden havainnointi vaatii sekä usean havaintoaseman ketjun että tarkkaa koordinoitua havaintoasemien välillä. Ulyssesin ja Mars Odysseyn havaitsema gammapurkaus tapahtui eteläisellä taivaalla noin 4 miljardin valovuoden päässä. Sen optisen vastineen löysi Chilessä toimiva optinen teleskooppi.

Ulysses on pitkäikäisin toiminnassa oleva avaruusalus, jossa on gammapurkauksia havainnoiva ilmaisin. Sillä on yleensä ollut gammapurkausten havainnointi-kumppaneina muita avaruusaluksia. Maata kiertämässä on koko ajan ollut kaksi tai kolme sopivaa alusta, mutta kaukana Maasta olevaa havainnointi-kumppania on ollut vaikeampi varmistaa. Tässä tehtävässä olivat vuorollaan Pioneer Venus Orbiter, Mars Observer ja NEAR. Mutta NEAR:in lopetettua toimintansa vuoden 2001 helmikuussa, oli Ulysses ilman kaukana Maasta olevaa havainnointikumppania, kunnes Mars Odyssey tuli kuvaan mukaan.

"Vaikka Ulyssesin pääasiallinen tehtävä on tutkia Aurinkoa ja sen heliosfääriä, se myötävaikuttaa avaruustutkimukseen monella muullakin alalla", sanoo R. Marsden, Euroopan Avaruusjärjestön Ulysses-hankkeen johtava tutkija. "Tästä ovat hyvänä esimerkkinä erinomaiset tulokset gammapurkausten havainnoinnissa."

Lisätietoja: <http://sci.esa.int/ulysses>, <http://sci.esa.int/content/news/index.cfm?aid=11&cid=351&oid=24887>

Lähde: ESA Science News, 18.12.2001.

## Micro RoSa2 -projekti: Mars-rover Miro

Matti Anttila

Tässä artikkelissa kerrotaan projektista "Micro Robots for Scientific Applications 2 (Micro RoSa2)", jonka tarkoituksena oli kehittää syvälle Marsin pintaan poraavan näytteenotto-

robotin prototyyppi. Projektin nimestä juontuu myös roverin nimi, Miro.

## Projektiryhmä

Projekti on Euroopan Avaruusjärjestön rahoittama ja sen vetovastuun kantoi suomalainen Space Systems Finland Oy, joka myös suunnitteli roverin ohjelmiston ja suoritti osan systeemitestauksesta. Alihankkijoina projektissa olivat TKK ja VTT. Teknillisen Korkeakoulun Automaatiotekniikan laboratorio vastasi roverin rungon teettämisestä, roverin elektroniikasta sekä laskeutumisaluksen näytteenottoportin ja telakoitumis-aseman suunnittelusta. Roverin rungon TKK teetti pietarilaisessa Rover Company Ltd.-yrityksessä, jolla on pitkä historia planeetatulkuneuvojen suunnittelusta aina Lunakhodin päivistä 1970-luvulta alkaen. VTT Automaatio vastasi poramoduulin sekä näyttöönnoton kehittämisestä ja rakentamisesta.

## Vaativuuden määrittely ja tieteellinen näkökohta

Viimeisten vuosien aikana tiedemiehet ovat löytäneet elämää yhä uskomattomimmista paikoista; syvältä maan sisästä, arktisilta jäätiköiltä tai kilometrien syvyyksistä valtamerien pohjasta. Paikoista, joista ennen ei kuviteltukaan löytyvän elämää niissä vallitsevien vihamielisten olosuhteiden vuoksi. Tällaisten löydösten johdosta pohditaan voisiko elämää löytyä esimerkiksi Jupiterin Europa-kuulta, Saturnuksen Titanilta tai planeetta Marsista. Tiedemiehet uskovat yleisesti, että Marsilla on joskus ollut tiheämpi kaasukehä ja juoksevaa vettä tarjoten elämälle edellytykset. Muinainen elämä on voinut jopa säilyä syvällä planeetan pinnan alla tähän päivään saakka, tai jättänyt siitä jälkensä mm. fossiloituneina bakteereina.

Marsin pintaa on tutkittu NASA:n Viking-laskeutujilla 1970-luvulla ja Pathfinderin Sojourner-roverilla vuonna 1997, mutta tutkimalla vain pintaa ja sen kiviä saadaan ainoastaan rajoitettuja tuloksia. Mahdolliset

merkit orgaanisesta toiminnasta ovat jo aikojen kuluessa hävinneet Marsin pinnalta tuulen, eroosion, hapettumisen ja UV-säteilyn vuoksi. Tämän vuoksi on tunkeuduttava pintaa syvemmälle useista senttimetreistä aina yli metrin syvyyteen näytteen ottamiseksi.

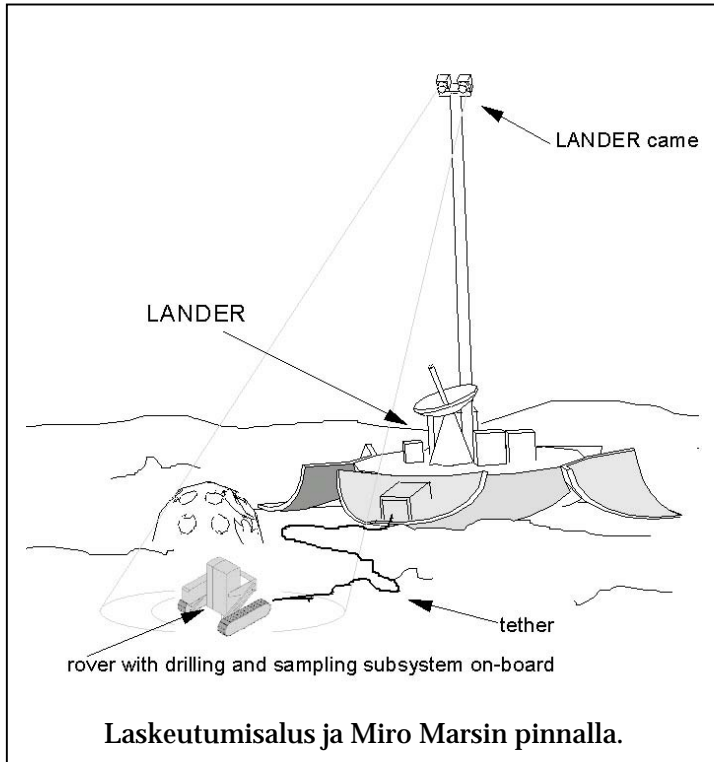
Tieteelliseltä pohjalta johdetut vaatimukset ovat siis:

- pystyä liikkumaan 40 m säteellä laskeutumisaluksesta
- porauskyky jopa kahden metrin syvyyteen pehmeään materiaaliin
- porauskyky Mohsin kovuusasteikolla 8 (vertailun vuoksi: graniitin kovuus on 6 ja timantin 10)
- näytteenotto- ja palautuskyky porareistä ja palautuslaskeutumisalukseen
- poranäytteen säilyttäminen ehjänä ja näytteen suunnan tiedostaminen magneettikenttämittauksiin
- jopa 30 näytteen palautus kolmella tutkimuskierroksella (10 näytteen säilytys kerrallaan)

## Järjestelmän yleiskatsaus

Järjestelmä koostuu Mars-laskeutujasta ja siihen liittyvästä roverista. Laskeutujasta on radioyhteys satelliittiin, josta edelleen on yhteys Maahan. Laskeutujassa on myös stereokamera roverin ja ympäristön kuvaamiseen, sekä ns. automaattinen ekobiologinen tutkimuslaboratorio porausnäytteen tutkimukseen paikan päällä.

Laskeutumisaluksen laskeuduttua planeetan pinnalle se tutkii ympäristöä stereokamerallaan, ja maa-aseman tehtävänä on päätellä mielenkiintoiset tutkimuskohteet. Tämän jälkeen Miro, rover, lähtee liikkeelle laskeutumisaluksen ohjaamana ja suunnistaa kohteilleen suorittamaan porauksia. Kun halutut näytteet on porattu, Miro palaa takaisin emoaluksen luokse ja palauttaa näytteet palautusaukkoon, jossa ne tutkitaan. Suunnittelussa ja ohjelmistossa



painotettiin erityisesti yhdistelmän itsenäistä toimintaa johtuen planeettainvälisen viestinnän aikaviiveestä.

Projektin päämäärä oli suunnitella rover ja etenkin sen poramoduuli. Laskeutumisaluksesta suunniteltiin vain näytteenpalautusportti. Rakennetut järjestelmät voidaan jakaa roveriin, poramoduuliin ja laskeutumisaluksen simulaatioon, ja nämä voidaan edelleen jakaa useisiin alijärjestelmiin, joita käsittelemme seuraavaksi.

## Rover

Rover, suomeksi yleensä "mönkijä", tai tässä projektissa myös Mobile Drilling Platform (MDP), on telaketjuilla kulkeva liean päässä oleva 16 kg massainen kulkija. Roverin kehittämisestä vastasi TKK Automaatiotekniikan laboratorio, joka teetti alumiinista ja teräksestä tehdyn rungon Venäjällä edellämäinillä Rover Company Ltd:llä (RCL). TKK vastasi myös roverin elektroniikan suunnittelusta. Kaikki moottorit ovat tasavirtasähkömoottoreita, ja suurin ajonopeus on 1,25 m/min. Maavara on säädettävissä

-20...+20 cm välillä mahdollistaen hyvän tasapainon ja täyden toimivuuden myös "katollaan" ajettaessa. Poramoduuli kääntyy täyden ympyrän mahdollistaen poraamisen joka suuntaan.

Roverissa on PC104-kortilla oleva 486DX4/100MHz-prosessori, jonka päällä toimii kevennetty Linuxin reaaliaikakäyttöjärjestelmä. Käyttöjärjestelmästä ja ohjelmistosta vastasi Space Systems Finland Oy. Roverin ohjelmisto on ohjelmoitu Ada-kielillä, lisäksi käyttöjärjestelmässä on räätälöityinä C-kielisiä ajureita. Laskeutumisalusta simuloiva graafinen roverin käyttöliittymä on ohjelmoitu Javalla ja Adalla. Laskeutumisalus syöttää roverille

koko sen vaatiman tehon 41-metristä liekaa pitkin, ja lisäksi lieassa kulkee PPP-yhteys telemetrian ja telekommunikoinnin liikennöinnille. Roverin kokonaistehonkulutus liikkeessä tai poratessa on noin 30 W.

## Poramoduuli

Miron poramoduuli (Drill Sub System, DSS) on kooltaan 11x11x35 cm ja massaltaan hiekan alle 5 kg.

Poramoduulin tehtävä on pystyä poraamaan ennaltatuntemattomaan materiaaliin jopa kahden metrin syvyyteen ja palauttamaan näyte takaisin porareistä. Lisäksi poramoduuli toimii enintään 10 näytteen säilytyspaikkana porausten välissä. Poramoduulin suunnittelusta ja rakentamisesta vastasi VTT Automaatio.

Poramoduuli koostuu revolverityyppisestä järjestelmästä, joka sisältää 11 poratankoa ja 10 poranterää. Poran mekaniikka liittää ensin poratankoon yhden poranterän ja painaa sitten yhden 20 cm pitkän tangon pituuden verran poraa reikään (ks. kuva sivulla 9). Tämän jälkeen tanko lukitaan paikoilleen erityisillä hohtimilla, ja poran istukka ajetaan yläasentoonsa sekä siihen liitetään uusi poratanko, joka vuorostaan liitetään jo porattuun poratanko-terä-yhdistelmään. Näin jatkamalla voidaan saavuttaa jopa kahden metrin porausvyvyys tavoitteesta riippuen. Poran terässä on lisäksi näytteenottopää, joka murskaa materiaalin tieltään ja jättää sisänsä vain porareian alimman tuuman pintaantuntia varten. Kun näyte on tallessa poran terässä, ajetaan terä ns. teräkaruselliin, joka toimii samanaikaisesti käytettyjen terien sisältämien näytteiden ja käyttämättömien terien säiliönä.

## Projektin kulku

Projekti oli jo sinällään "pioneeriprojekti", koska kyseisen kaltaista porarobottia ei oltu aikaisemmin toteutettu missään. Suurimpia haasteita oli kehittää poramoduulin toiminta varmaksi monimutkaisen mekaniikkansa vuoksi ja terän näytteenoton toimivuuden saavuttaminen. Poran mekaniikan, elektronikan ja ohjelmiston yhdistäminen vei ylivoimaisesti suurimman palan testityötunneista, mutta antoi myös tulosta ja oppia tämäntyyppisen poraroverin tekemisestä. Micro RoSa2 -projekti saatiin päätökseen ja luovutettiin ESA ESTECiin marraskuun lopussa 2001. Toivomme projektille jatkoa vuonna 2003, jolloin kyseessä todennäköisesti olisi yksityiskohtiin hajautetumpi projekti keskittyen etenkin tässä projektissa kriittisiksi havaittuihin alijärjestelmiin.

Matti Anttila, Space Systems Finland Oy  
matti.anttila@ssf.fi

