



AVARUUSLUOTAIN RYMDSONDEN

Vol 41

2/2006

Phoenix tähtää
Marsin pohjolaan

SOHO jo
kymmenen
vuotias

Aurinko pimenee





Pääkirjoitus

Sini.Mer.kallio@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 käännyksessä 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 raketijuttuja. Tämänkin lehden ainoa sisäsivujen raketti, Hyppyportissa vilahtava Falcon-1, koki tylyn kohtalon. Lahden suunnalla puuhataan varsin mielenkiintoisia raketiprojekteja, näistä kuulemme vuoden tulevissa 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
Avaruus uutisia ja Hyppyportti	5 — 6
Space Generation Advisory Council – nuorten ääni avaruus alalla	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 nimimerkillä kirjoitetuissa artikkeleissa esitetyt mielipiteet ovat kirjoittajan henkilökohtaisia käsityksiä, eivätkä välttämättä vastaa seuran tai lehden virallista kantaa.

Phoenix

vie suomalaisen mittalaitteen Marsin pohjolaan

Jutun kirjoittaja **DIPANTEKIJÄ**



Henrik Kahanpää
Suunnittelija, Avaruuden ja yläilmakehän tutkimus, Ilmatieteen laitos.
Kirjoituksessa esitellyn laitteen testaaminen on osa H.K:n diplomityötä, jota hän tekee Helsingin Teknillisen Korkeakoulun Avaruustekniikan laboratoriolle.

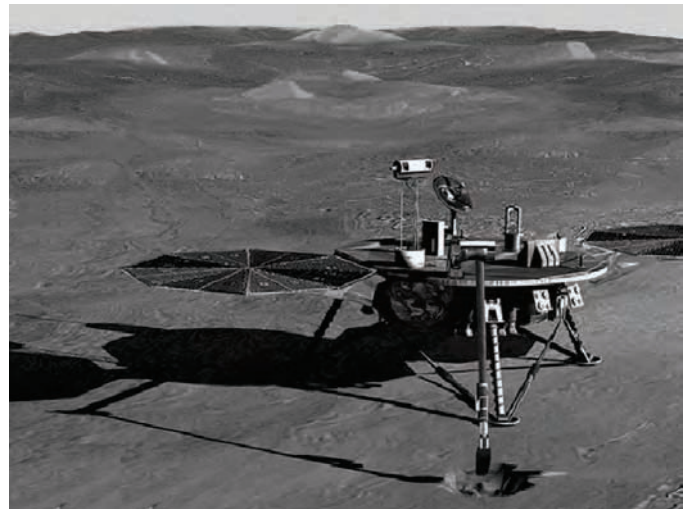
Ensi vuoden elokuussa lähettää NASA seuraavan Mars-laskeutujansa matkaan. Luotaimen mukana punaiselle planeetalle matkaa myös Suomen Ilmatieteen Laitoksen painemittalaite.

Laskeutuja on saanut nimekseen Phoenix myyttisen Feenikslinnun mukaan, sillä se on noussut kahden aikaisemman luotaimen tuhkaista. Ensimmäinen näistä epäonnistuneista laskeutujista oli Mars Polar Lander, jonka laskeutuminen Marsin eteläiselle napa-alueelle vuonna 1999 ei onnistunut. Tämän epäonnistumisen takia seuraavaa laskeutujaa, nimeltään Mars Surveyor Lander, ei koskaan lähetetty. Phoenix on rakennettu suurelta osin näistä kahdesta missiosta ylijääneistä osista ja se myös pyrkii suunnilleen samoihin tieteellisiin tavoitteisiin kuin edeltäjänsä.

Phoenix on NASA:n ensimmäinen niin sanottu Scout-missio. Scout-missiot ovat kohtuullisen halpoja hankkeita, jotka valitaan toteutettavaksi tiedeyhteisöltä tulleiden ehdotusten joukosta. Valintakriteerinä on ennen kaikkea mission mahdollisuus vastata tieteellisesti mielenkiintoisiin kysymyksiin vähällä rahalla. Halpuus on tietenkin suhteellista, kun avaruushankkeista puhutaan. Phoenixin budjetti on 386 miljoonaa dollaria. Scout-missioita ei yritetäkään toteuttaa niin edullisesti kuin 1990-luvun ”Nopeammin, edullisemmin ja huonommin” -missioita. Nyt laatuun panostetaan, ja se näkyy myös hinnassa. Samoja virheitä, jotka johtivat Mars Polar Landerin ja useiden muiden 1990-luvun halpojen luotaimien tuhoon, ei haluta toistaa.

Veden etsintää toden teolla

Suurin Mars-planeettaan liittyvä tieteellinen kysymys on tietenkin se, onko Marsissa joskus ollut elämää ja voisiko sitä olla siellä edelleenkin. Tähän liittyy olennaisesti myös kysymys Marsin vedestä. Juuri näihin peruskysymyksiin Phoenix etsii vastauksia. Aikaisemmat Mars-luotaimet ovat keränneet runsaasti epäsuoria todisteita, joiden mukaan Marsissa olisi muinoin ollut suuret määrät vettä. Myös tämän veden nykyisistä olinpaikoista on tehty epäsuoria havaintoja. Mars Odyssey -luotain löysi viitteitä vedestä Marsin pohjoisen napa-alueen pintakerroksesta vuonna 2002. Vety lienee sitoutunut vesimolekyyleihin. Tämä oletuksen mukaan voi paikoin jopa 80% pinta-aineen tilavuudesta olla vettä. Phoenixin tärkein tehtävä on selvittää, pitääkö oletus paikkansa. Luotaimen laskeutumispaikka on pohjoisen leveysasteen 70 tienoilla, alueella, jossa pitäisi Odysseyn havaintojen mukaan olla runsaasti vesijäätä ympäri vuoden.



Phoenix suuntaa Marsin pohjolaan. © NASA

Phoenix saa käyttötehonsa muodikkaasti aurinkopaneeleista, mutta muuten se on tekniikaltaan vanhanaikainen laskeutuja. Viimeaikojen onnistuneet laskeutujat, Pathfinder sekä Spirit- ja Opportunity-mönkijät, laskeutuivat ilmatyynyjen avulla, ja samaa yritti myös Beagle 2. Phoenix sen sijaan luottaa perinteisiin jarruraketteihin. Se on paikoillaan pysyvä laskeutuja toisin kuin muut rakenteilla olevat Mars-laskeutujat, jotka ovat kulkijoita. Mutta eipä Phoenix-mission tavoitteena olekaan testata uutta tekniikkaa, vaan tehdä korkeatasoista tieteellistä tutkimusta.

Paikollaan pysyvänä laskeutujana Phoenix pääsee tutkimaan vain yhtä paikkaa pinnalla, mutta pystysuunnassa sen ulottuvuus on laajempi kuin yhdenkään aiemman Mars-laskeutujan. Robottikäsvärren avulla se kaivaa näytteitä Marsin pinnan alta jopa metrin syvyydestä, ja lasertutkan eli lidarin avulla se tulee tutkimaan kaasukehää aina 20 kilometrin



Ilmatieteen Laitoksen Phoenix-tiimi. Vasemmalta oikealle Henrik Kahanpää (testit), Jouni Polkko (projektin johto ja suunnittelu), Maria Genzer (laadunvalvonta) ja Markku Mäkelä (kokoaminen). Kuva © Sini Merikallio

korkeuteen asti. Pinta-aineesta otettuja näytteitä analysoidaan kahdessa erilaisessa laboratoriokammiossa. Toisessa kammiossa näytteitä kuumennetaan, niistä haihtuvia kaasuja tutkitaan laserspektrometrillä ja lämmittämiseen tarvittava energia mitataan näytteen lämpökapasiteetin selvittämiseksi. Toisessa kammiossa maanäytteeseen sekoitetaan Maasta tuotua vettä ja tutkitaan veteen liuenneita aineita. Koejärjestely on samantapainen kuin 1970-luvun Viking-laskeutujissa, mutta laitteita on kehitetty tuon ajan jälkeen.

Yhtä perusteellista Marsin pinta-aineen kemiallista tutkimusta ei ole tehty koskaan aiemmin. Tavoitteena on tutkia veden geologista historiaa laskeutumispaikalla ja etsiä nykyi-sinkin vesijäätä sisältäviä sekä elämälle mahdollisesti suotuisia maa-kerroksia. Phoenixin ei uskota löytävän elämää Marsista, ei fossiilista eikä nykyistä, mutta sen odotetaan kertovan, missä Marsin elämää on tai on ollut. Tosin myös mikrobien tai niiden fossiilien tutkimukseen on varauduttu. Phoenixin mukana on tähän tarkoitukseen sopiva mikroskooppi. Sen varsinainen tehtävä on kuitenkin etsiä sulan veden aiheuttamia muutoksia Marsin kivissä.

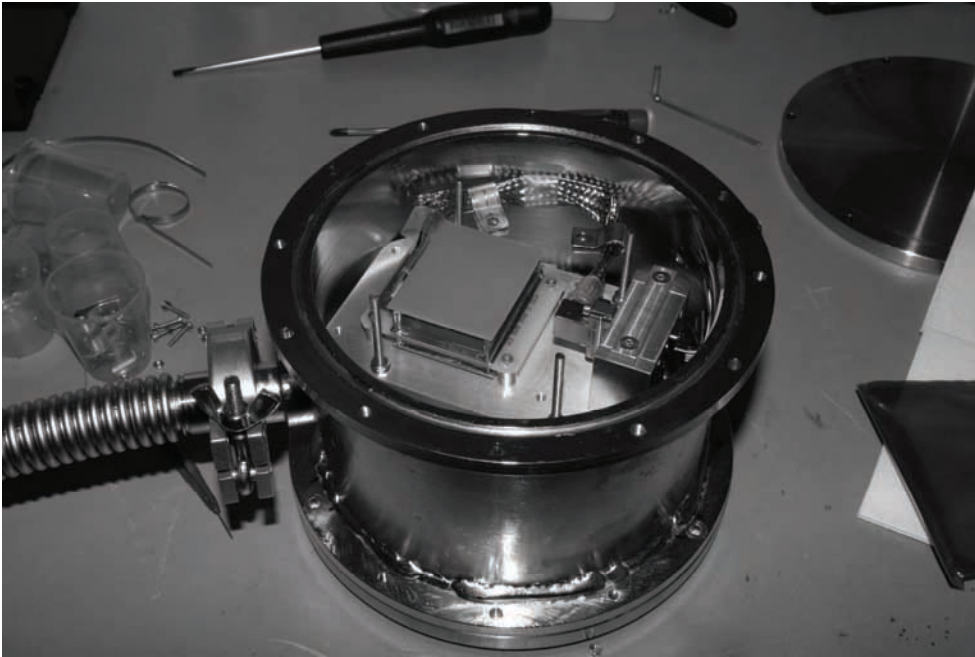


Phoenix laskeutuu jarruraketin. © NASA

Marsia tutkimalla parempi ymmärrys Maasta

Maanäytteiden analysointiin käytettävät kammiot eivät ole ainoa yhtäläisyys Phoenix- ja Viking-laskeutujien välillä. Phoenix tulee tutkimaan Marsin sääilmiöitä perusteellisemmin kuin vielä yksikään laskeutuja viikinkien jälkeen. Esimerkiksi Spirit- ja Opportunity- kulkijoissa ei ole lainkaan kaasukehän havainnointiin tarkoitettuja mittalaitteita. Phoenixin kaasukehäninstrumenttien pakettiin kuuluu suomalaisvalmisteisen painemittalaitteen lisäksi kiihtyvyyssmittari, jonka avulla selvitetään kaasukehän tiheyden korkeusprofiili laskeutumisen aikana, kolme lämpötila-anturia sekä edellä mainittu lasertutka, jonka avulla tutkitaan muun muassa pilvien korkeutta. Myös joitakin pääasiallisesti muihin tarkoituksiin suunniteltuja mittalaitteita käytetään kaasukehän tutkimukseen. Maanäytteiden kuumennuskammioon lasketaan välillä ulkoilmaa ilman koostumuksen ja kosteuden selvittämiseksi. Phoenixissa on tietenkin myös kamera, jolla tullaan lehdistötiedotekuvien ottamisen ohella tutkimaan mm. pilviä, kaasukehän läpinäkyvyyttä ja maanpinnalle mahdollisesti tiivistyvää huurretta.

Kaasukehää mittaavan laitearsenaalin avulla tutkitaan monenlaisia sääilmiöitä nopeasti ohikiitävistä pölypöörteistä aina Marsin vuodeaikojen hitaaseen muuttumiseen asti. Marsin sääilmiöiden mielenkiintoisuutta lisäävät Marsin samankaltaisuudet oman planeettamme kanssa. Marsin vuorokausi kestää lähes yhtä pitkään kuin Maan vuorokausi ja Marsin pyörimisakseli on lähes yhtä paljon kallellaan ratatasoon nähden kuin Maan akseli. Tämän takia Marsin kaasukehän dynamiikka on samantapainen kuin Maan ilmakehän, vaikka paine Marsin pinnalla on vain noin sadasosa Maan ilmanpaineesta. Myös Marsissa esiintyy



Kalibraatio- ja ympäristötestien ajaksi Phoenix-painemittalaite laitettiin paineastiaan, jonka sisälle luotiin samanlaiset olosuhteet kuin mihin laite Marsissa joutuu: paine noin sadasosa Maan ilmanpaineesta ja lämpötila kylmimmillään $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Marsin napaseuduilla voi olla vielä tätäkin kylmempää, mutta koska painemittalaite on laskeutujan sisällä, ei se joudu kaikkein ankarimpiin olosuhteisiin.

korkea- ja matalapaineita, säärintamia, pilviä, vuodenaikojen mukaan muuttuvia tuulia ja muita tuttuja sääilmiöitä.

Phoenix on kaasukehätutkimuksen kannalta erityisen tärkeä luotain, koska se laskeutuu napa-alueelle. Aikaisemmat luotaimet, joissa on ollut meteorologisia instrumentteja, ovat laskeutuneet päiväntasaajan seudulle ja sinne tulevat todennäköisesti laskeutumaan myös seuraavat laskeutujat Phoenixin jälkeen. Kun Phoenixin tulokset yhdistetään muiden laskeutujien dataan, saadaan parempi kokonaiskäsitys Marsin kaasukehästä. Ja kun Marsin kaasukehää kokonaisuudessaan verrataan Maan ilmakehään, saadaan parempi käsitys kokonaisen planeetan kaasukehän toiminnasta yleensäkin. Näin Phoenix voi auttaa meitä ymmärtämään oman planeettamme ilmastoa ja siinä tapahtuvia muutoksia.

Kaamoksen aika on matkan loppu

Phoenix saapuu perille vajaan kymmenen kuukauden lennon jälkeen toukokuussa 2008. Marsin pohjoisella pallonpuoliskolla on tuolloin kesä. Aluksi Phoenix keskittyy maan kaivamiseen ja maanäytteiden analysointiin. Toki säähavaintojakin tehdään kaiken aikaa. Arviolta 90 Marsin vuorokauden eli solin jälkeen kuoppa Phoenixin vieressä on niin syvä, että robottikäsi ei syvemmälle yltä. Tämän jälkeen laskeutuja keskittyy pelkästään säähavaintoihin vielä 60 solin ajan. Suunniteltu missio on ohi lokakuun lopussa 2008. Vaikka useimmat NASA:n luotaimet, jotka vain ovat päässeet ehjänä perille, ovat toimineet paljon yli takuuajansa, ei Phoenix-missiolle voi tulla paljoakaan jatkoa. Marsissa on kesä nimittäin vaihtunut syksyksi 150 solia Phoenixin laskeutumisen jälkeen. Koska Phoenixin laskeutumispaikka on suunnilleen yhtä pohjoisessa kuin Suomen Lappi, siellä tulee talvella myös yhtä pimeää. Aurinkokennoilla toimivana

luotaimena Phoenix vaikenee väistämättä viimeistään kaamoksen alkaessa.

Lujaa laatua Ilmatieteen laitokselta

Kuten nykyisin useimmat avaruushankkeet, myös Phoenix on kansainvälinen projekti, joka toteutetaan monien eri tutkimuslaitoksen ja yhtiöiden yhteistyönä. NASA vastaa itse lähinnä projektin johdosta ja rahoituksesta. Luotaimen rungon on valmistanut ilmailu- ja avaruusalan suuryritys Lockheed Martin. Lockheed Martin vastaa myös luotaimen kokoamisesta. Hankkeen tieteellistä puolta johtaa Arizonan yliopisto, joka on myös valmistanut suurimman osan Marsin maaperää tutkivista laitteista. Marsin kaasukehää tutkivista laitteista vastaa Kanadan avaruusjärjestö CSA. Kaikilla näillä tahoilla on edelleen paljon omia yhteistyökumppaneita ja alihankkijoita.

Suomen Ilmatieteen Laitos toimii Phoenix-projektissa kanadalaisen yhteistyökumppanina. Suomalaiset saivat tehtäväkseen painemittalaitteen tekemisen, koska Ilmatieteen Laitoksella on yli viidentoista vuoden kokemus vastaavanlaisista laitteista. Näitä painemittalaitteita on ollut mukana jo neljässä luotaimessa. Ikävä kyllä vain yksi näistä on päässyt ehjänä määränpäähänsä. Tuo luotain oli Huygens, joka laskeutui tammikuussa 2005 Saturnuksen Titan-kuuhun. Epäonnistuneet kolme olivat kaikki Mars-luotaimia: venäläinen Mars 96, amerikkalainen Mars Polar Lander ja brittiläinen Beagle2. Phoenix on siis Ilmatieteen Laitokselle jo neljäs yritys päästä Marsiin.



Phoenix painemittalaite. Kotelo suojaa laitetta laskeutujan ja muiden laitteiden aiheuttamilta sähköisiltä häiriöiltä.

Phoenix-painemittalaite perustuu Vaisala Oy:n kehittämäänn anturiteknologiaan. Laite on pieni ja kevyt, massaa sillä on vain noin 80 grammaa. Myös laitteen tehonkulutus on pieni, alle 72 mW. Suorituskyvyltään se on kuitenkin huippuluokkaa.



Paineen absoluuttisen arvon laite pystyy mittaamaan noin 0.1 millibaarin tarkkuudella, mikä merkitsee noin prosentin tarkkuutta Marsissa. Paineen muutokset se kykenee havaitsemaan vielä paljon tätä tarkemmin. Laitteen resoluutio on 0.002 millibaaria, mikä tarkoittaa, että laite pystyy havaitsemaan paineen muutoksia, jotka ovat suuruudeltaan vain noin 0.02 % Marsin vallitsevasta ilmanpaineesta eli 2 miljoonasosaa Maan ilmanpaineesta.

Painemittalaite on toiminnassa koko mission ajan. Se mittaa yhden painelukeman kerran kahdessa sekunnissa. Kymmenminuuttisen mittausjakson lukemista lasketaan paineen keski- minimi- ja maksimiarvot ja nämä lähetetään muiden mittaustulosten mukana Maahan. Jos kuitenkin havaitaan nopea paineen muutos, niin Maahan lähetetään kakki painemittalaitteen ja muidenkin meteorologisten instrumenttien keräämä data koko kymmenen minuutin jakson ajalta. Nopea paineen muutos on nimittäin merkki pölypöörteestä, pienestä trombin kaltaisesta sääilmiöstä, jollaisia esiintyy Marsissa usein. Painemittalaite toimii siis samalla pölypöörtehälyttimenä.

Ilmatieteen laitoksen painemittalaite päätettiin ottaa mukaan Phoenix-luotaimen varsin myöhäisessä vaiheessa. Niinpä projekti toteutettiin hyvin nopealla aikataululla. Hanke käynnistyi lokakuussa 2004 ja valmis lentomalli luovutettiin CSA:lle vain 18 kuukautta myöhemmin, maaliskuussa 2006. Itse lentomallin suunnittelun, valmistuksen ja testauksen lisäksi tänä aikana valmistettiin kaksi prototyyppiä sekä tehtiin lentomallin komponenttien hyväksymistestit. Suurimman osan työstä teki neljän hengen tiimi. Kaikki tämän tiimin jäsenet olivat samaan aikaan mukana muissakin projekteissa, joten ei liene yllättävää, että ylityötunteja kertyi. Jonkun verran työtä teetettiin myös alihankkijoilla. Suunnitteluun osallistui insinööritoimisto Ideal Engineering ja avaruusalan pienyritys Skytron, testeihin Mittaustekniikan Keskus ja Valtion Tieteellinen Tutkimuskesku VTT. Merkittävimmät osien ja komponenttien valmistajat olivat Vaisala Oy, Selmic Oy ja Micro Analog Systems.

Luvassa jännitystä ja dataa

Työn haasteellisuutta eivät vähentäneet lainkaan NASA:n koventuneet laatuvaatimukset. Painemittalaite on luokiteltu Phoenix-mission tieteellisen onnistumisen kannalta kaikkein tärkeimpien laitteiden joukkoon, joten siihen sovellettiin kaikkein kovimpia vaatimuksia.


Erialaisten dokumenttien kirjoittaminen vei näin ollen suuren osan Ilmatieteen Laitoksen Phoenix-tiimin ajasta. Joskus tuntui siltä, että ei voi olla olemassa niin pientä yksityiskohtaa, etteivät kanadalaiset yhteistyökumppanit olisi siihen puuttuneet. Esimerkiksi lentomallin kääriminen vaaleanpunaiseen kuplamuoviin kuljetuksen ajaksi oli erikseen kielletty.

Painemittalaitteen rakentaminen ja testit ovat nyt onnellisesti ohi, mutta Ilmatieteen Laitos tulee kyllä jatkossakin olemaan aktiivisesti mukana Phoenix-projektissa. Suomalaiset tutkijat osallistuvat laitteen operointiin ja datan analysointiin. Toivottavasti sitä dataa myös saadaan. Kun Phoenix nousee Delta 2 -raketin kyydissä avaruuteen Kennedyn avaruuskeskuksesta Floridasta elokuussa 2007, tullaan Ilmatieteen Laitoksella takuulla jännittämään. Ja jos laukaisu onnistuu, niin laskeutumista tullaan jännittämään vieläkin enemmän. Eihän se voi enää neljättä kertaa epäonnistua, eihän?

Henrik Kakanpää


Avaruusluotain onnittelee tulevaa DI:tä! Takakanasta selviää mitä juomaa Henrikin valmistujaisissa juodaan.

phoenix.lpl.arizona.edu



DEPARTMENT OF PLANETARY SCIENCES
LUNAR AND PLANETARY LABORATORY
The University of Arizona - Tucson, Arizona 85721

Home | Contact Us | Site Map | Team Entrance



OVERVIEW | SCIENCE | TECHNOLOGY | THE MISSION | PEOPLE | FEATURES | EVENTS | MULTIMEDIA

For Kids

For Students


For Educators

For Media & Press

SEARCH:

News

Phoenix Mars Lander: Getting Down and Dirty On the Red Planet



April 5, 2006
By Leonard David
<http://www.space.com>

The next Mars lander is undergoing assembly and testing, being readied for departure next year to explore the martian arctic. This probe is equipped to dig deep, quite literally, into an ongoing mystery - the history of water on Mars and the planet's potential as an extraterrestrial address for life. [more](#)

An artist's rendering of Phoenix's robotic arm delivering a sample to the science instruments. Image Credit: NASA / UA / JPL.

Mission Quick Facts

Who
An international team of scientists and engineers led by Peter Smith, University of Arizona

What
A mission to explore the martian arctic

When
Launch: August 2007
Arrival: May 2008

Where
Launch Site: Kennedy Space Center
Landing Site: To be determined

Why
Uncover clues in the martian arctic soils about the history of water and potential for habitability.

Countdown to Launch

Days	Hrs	Min
433	13	13