

MARS

SCIENCE

LABORATORY



WWW.SPACE.FMI.FI/MSL



Kansi: Curiosity Marsissa (taiteilijan näkemys). Kuva: NASA.
Sisäkansi: Marsin maisemaa. Kuva: NASA.

MARS SCIENCE LABORATORY

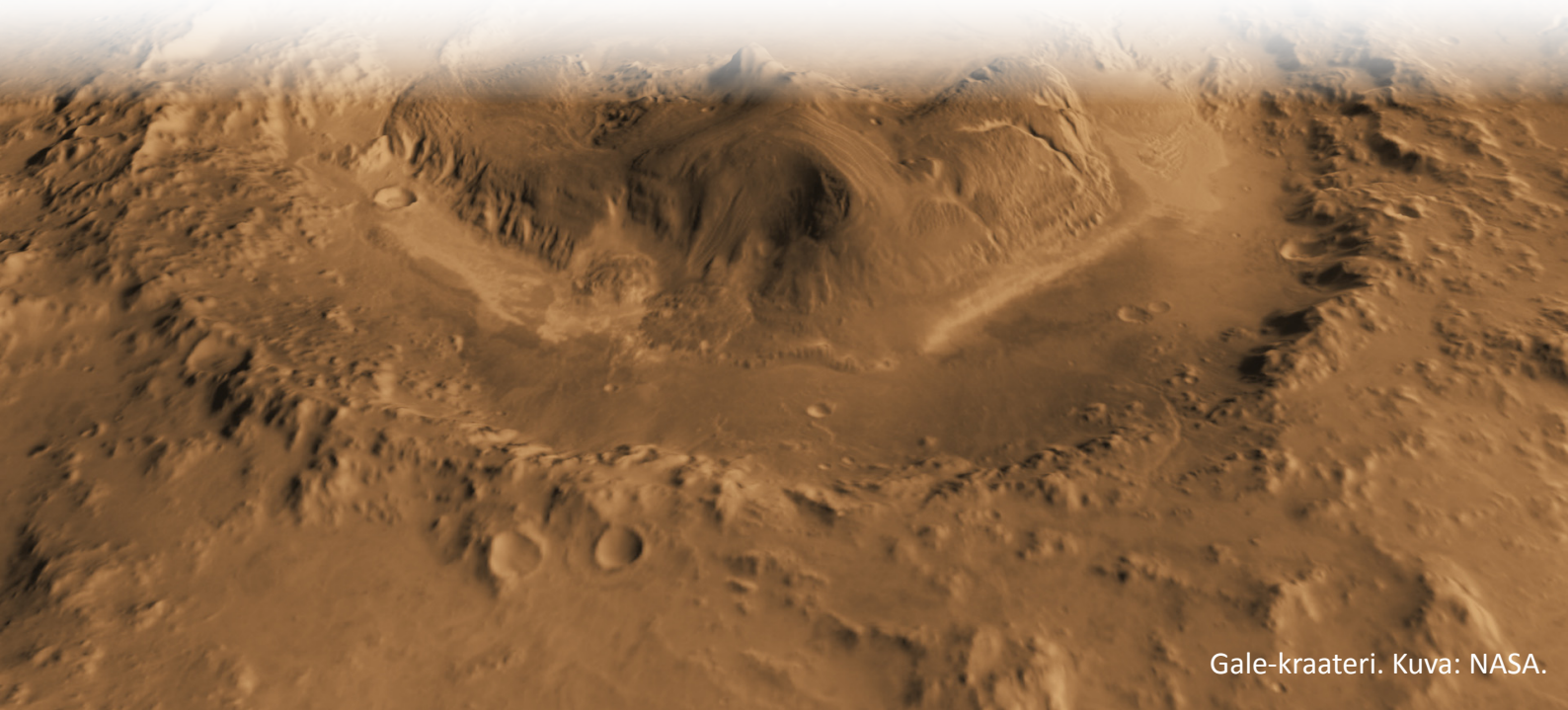


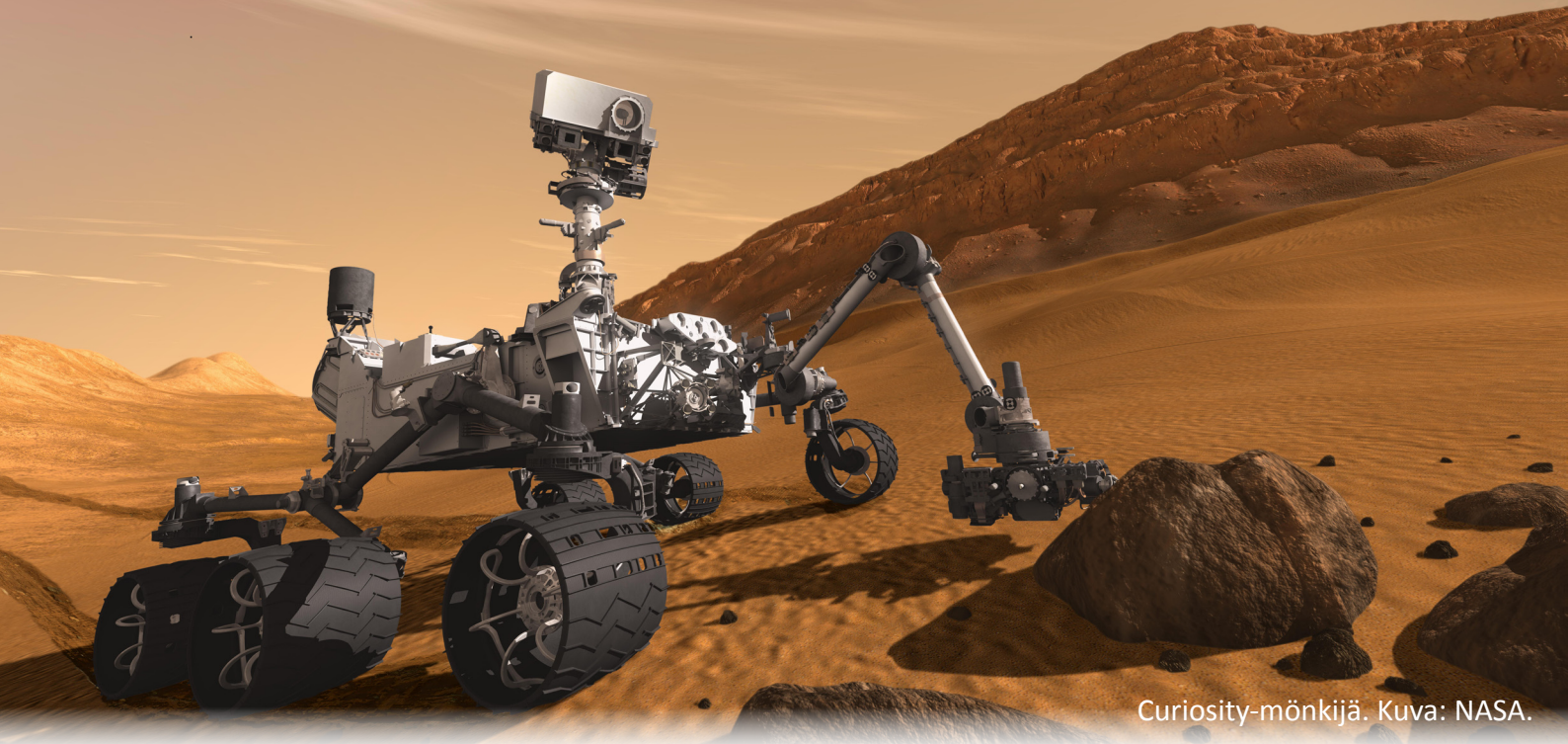
YLEISKUVAUS

Mars Science Laboratory (MSL) laukaistiin Cape Canaveralista, Floridasta marraskuun 26. päivä 2011. Marsin kiertoradalle MSL saapui elokuussa 2012 ja laskeutuminen Marsin pinnalle tapahtui elokuun 6 päivä noin kello 08.31 Suomen aikaa.

Laskeutuminen tapahtui aluksi lämpökilven avulla ja noin kolme minuuttia ennen laskeutumista laskuvarjot avautuivat. Lopullinen laskeutumien tapahtui apurakettien ja ns. "sky cranen" (eräänlainen lentävä nosturi) avulla. Sky crane leijui rakettien avulla joitain kymmeniä metrejä Marsin pinnan yläpuolella ja laski vaijereiden avulla MSL-laskeutujan nimeltään Curiosity (suom. Uteliaisuus) Marsin pinnalle. Lopullisen laskeutumisen jälkeen vaijerit irroitettiin Curiosity-laskeutujasta ja sky crane ohjattiin apurakettien avulla pois laskeutujan välittömästä läheisyydestä.

Curiosity-mönkijä laskeutui Gale-kraaterissa sijaitsevan eri maakerroksista kerrostuneen vuoren juurelle. Laskeutumispaikalla olevat maakerrostumat koostuvat mm. mineraaleista, jotka syntyvät vedessä tai veden vaikutuksesta. Gale-kraateri valittiin yli 30 mahdollisesta laskeutumispaikasta ja valintaan osallistui yli 100 tiedemiestä eri puolilta maailmaa. Laskeutumispaikan valinnassa käytettiin hyväksi Marsia kiertäviä satelliitteja, kuten NASAn Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) -satelliittia.





Curiosity-mönkijä. Kuva: NASA.

Curiosity-laskeutuja on tähän mennessä suurin koskaan rakennettu mönkijätyyppinen laskeutuja. Curiosity on kolme metriä pitkä ja painoa mönkijällä on noin 900 kg sisältäen 80 kg tieteellisiä instrumentteja. Mönkijän kokoa on yleisesti verrattu pieneen henkilöautoon, mikä antaa hyvän käsityksen Curiosity-mönkijän koosta. Verrattaessa NASAn MER-mönkijöihin (Spirit ja Opportunity) on Curiosity kaksi kertaa suurempi pituudeltaan ja viisi kertaa painavampi. Marsin pinnalla Curiosityn maksiminopeus on noin 90 metriä tunnissa automaattiohjauksessa, mutta todellinen matkanopeus on arvioitu olevan keskimäärin noin 30 metriä tunnissa johtuen mm. maasto-olosuhteista. Yhden Marsin vuorokauden aikana mönkijän on suunniteltu kulkevan noin 200 metrin matkan. Curiosity-mönkijän toiminta-ajan on arvioitu olevan vähintään yksi Marsin vuosi (686 päivää).

TIETEELLINEN HYÖTYKUORMA

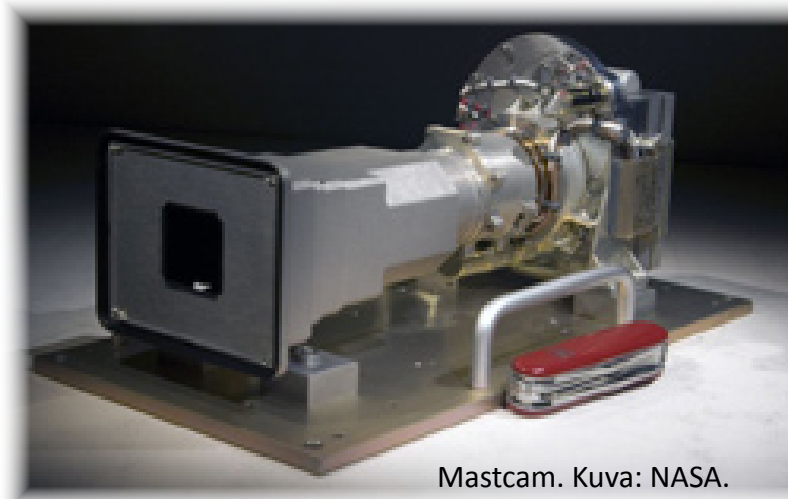
Curiosity-mönkijän tieteellinen hyötykuorma koostuu huipputeknisistä mittalaitteista, jotka mittaavat Marsin geologiaa, kaasukehän ja ympäristön ilmiöitä. Curiosity-mönkijän tieteelliset mittalaitteet ja mittalaittepaketit ovat:

Kamerat:

- Mast Camera (Mastcam)
- Mars Hand Lens Imager (MAHLI)
- Mars Descent Imager (MARDI)

Spektrometrit:

- Alpha Particle X-Ray Spectrometer (APXS)
- Chemistry & Camera (ChemCam)
- Chemistry & Mineralogy X-Ray Diffraction/X-Ray Fluorescence Instrument (CheMin)
- Sample Analysis at Mars (SAM) Instrument Suite



Mastcam. Kuva: NASA.

Säteilynilmaisimet:

- Radiation Assessment Detector (RAD)
- Dynamic Albedo of Neutrons (DAN)

Ympäristömittalaitepaketti:

- Rover Environmental Monitoring Station (REMS)

Kaasukehäinstrumentti:

- Mars Science Laboratory Entry Descent and Landing Instrument (MEDLI)



RAD. Kuva: NASA.

Lisätietoa eri mittalaitteista ja mittalaitepaketeista

sekä niiden toiminnasta löytyy MSL:n kotisivuilta (englanniksi) <http://mars.jpl.nasa.gov/msl/>.

ILMATIETEEN LAITOKSEN MITTALAITTEET MSL:SSÄ

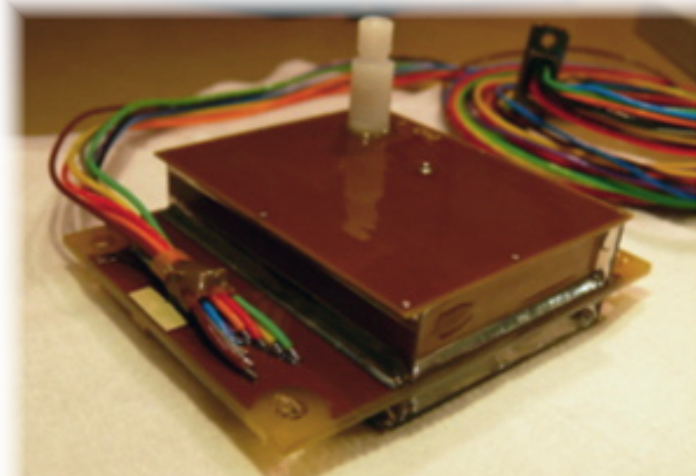
Ilmatieteen laitos toimitti MSL-hankeeseen kaksi mittalaitetta: REMS-P -paineenmittauslaitteen ja REMS-H -kosteudenmittauslaitteen. Molemmat mittalaitteet ovat osa Rover Environmental Monitoring Station (REMS) -ympäristönmittauspakettia jonka päävastuullinen organisaatio on espanjalainen Centro de Astrobiología (CSIC-INTA).

Molemmat Ilmatieteen laitoksen mittalaitteet perustuvat suomalaisen Vaisala Oyj:n kehittämään teknologiaan. Kosteusmittalaitteessa käytetään Vaisalan kapasitiivisia Humicap® suhteellista kosteutta mittaavia antureita ja paineenmittauslaitteessa vastaavasti Vaisalan kapasitiivisia Barocap® painetta mittaavia antureita. Lisäksi molemmat mittalaitteet hyödyntävät mittauksissaan Vaisalan Thermocap® lämpötilanmittausantureita.



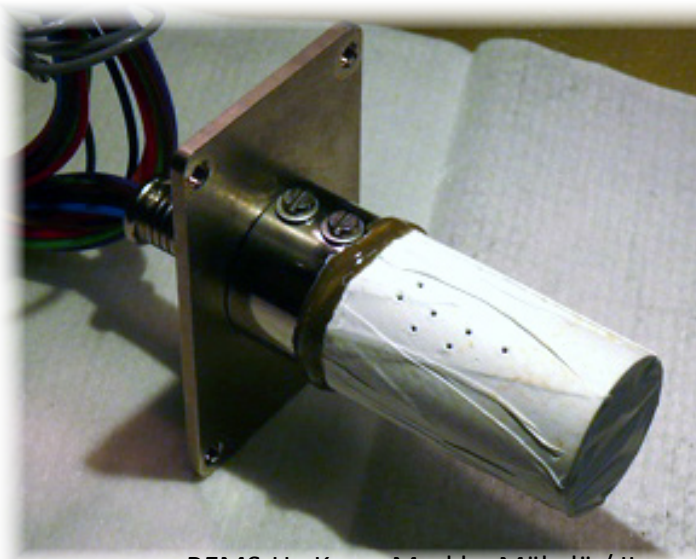
REMS-puomien asennus. Kuva: NASA.

REMS-H -kosteusmittalaite koostuu kolmesta Humicap® anturista ja oheiselektroniikasta jotka on sijoitettu 36 mm x 15 mm kokoiselle piirilevylle. Piirilevy on sijoitettu lieriön muotoisen ns. Faradyn häkin sisälle, joka suojaa antureita ulkopuolelta tulevilta sähköisiltä häiriöiltä. Mittalaite kiinnitetään päätylevyn avulla yhteen Curiosity-mönkijän mastoista. Massaa pienikokoisella kosteusmittalaitteella on vain noin 15g, sisältäen kaiken elektroniikan ja mekaaniset rakenteet. Kapasitiivinen REMS-H -mittalaite mittaa Marsissa suhteellista kosteutta -70 C° asteen yläpuolella tarkkuudella $\pm 8\%RH$. Lämpötilan ollessa -20C°, mittalaitteen tarkkuus on $\pm 3\%RH$.

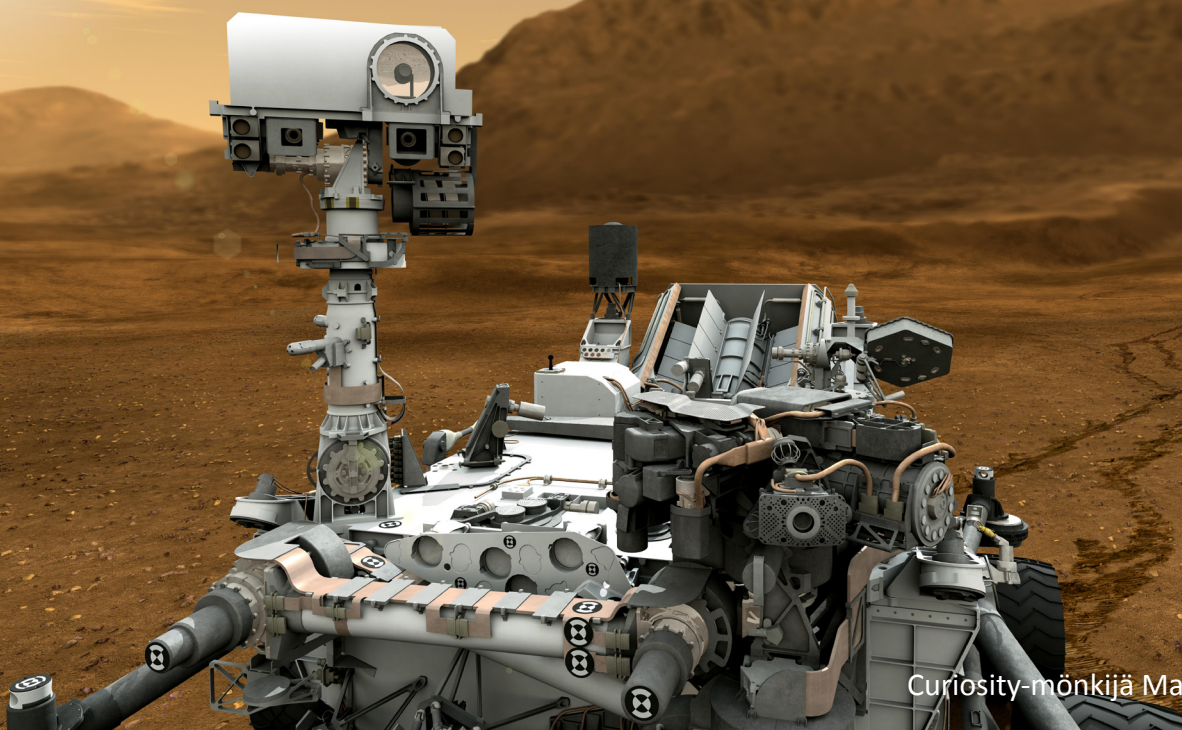


REMS-P. Kuva: Markku Mäkelä / IL.

REMS-P paineenmittauslaite koostuu neljästä Vaisalan Barocap® antureista jotka on sijoitettu oheiselektroniikan kanssa 62 x 50 mm kokoiselle piirilevylle. REMS-P sijaitsee Curiosity-laskeutujan rungon sisällä ja paine johdetaan mittalaitteen sisälle mittalaitteessa olevaan "piipun" avulla. REMS-P -mittalaite on kalibroitu toimimaan painealueella 0 – 1400 Pa (Marsin kaasukehän pintapaine vaihtelee välillä 400 – 1200 Pa). Mittalaitteen resoluutio on 0.2 Pa eli se kykenee havaitsemaan paineen muutoksia, joiden suuruus on vain 2 miljoonasosaa Maan vallitsevasta ilmanpaineesta. Laitteen toistettavuus (eli suhteellinen tarkkuus) on alle 2 Pa ja kokonaistarkkuus parempi kuin 1% mitatusta lukemasta. Massaa paineenmittauslaitteella on noin 35g.



REMS-H. Kuva: Markku Mäkelä / IL.



Curiosity-mönkijä Marsissa. Kuva: NASA.

MSL:N TIETEELLISET TAVOITTEET

MSL-hankkeella on neljä päätavoitetta: tutkia onko Marsissa ollut jossain sen historian aikana olosuhteet, jotka olisivat olleet otolliset elämän ylläpitämiseen, tutkia Marsin kaasukehää ja sen säilymiöitä, Marsin geologinen tutkimus sekä tutkimus, joka auttaa valmistautumaan tuleviin miehitettyihin marslentoihin.

Ilmatieteen laitoksen valmistamat REMS-H ja REMS-P mittalaitteet havainnoivat tarkasti Marsin kaasukehän painetta ja kosteutta. Tarkoituksena on kerätä kattavat paine- ja kosteusajasarjat koko MSL-hankkeen ajalta, mikä toivottavasti kestää koko Marsin vuoden ajan. Näin saataisiin Viking-laskeutujien (1976-82) jälkeen toinen mittaussarja, joka kattaisi Marsin vuoden. Havaintojen avulla tutkitaan Marsin kaasukehän käyttäytymistä vuorokauden mittakaavasta Marsin vuodenaikojen vaihteluun.

Marsin ympäristön tutkimuksessa REMS-instrumentilla (ja sen osana REMS-H ja REMS-P) on tärkeä rooli kaasukehän ilmiöiden ymmärtämisessä. Tutkimuksen kohteena ovat sekä paikalliset ja lähialueen ilmakehän ilmiöt ja marsperän ja kaasukehän väliset prosessit, että myös planeetan laajuiset virtaukset ja materian kulkeutuminen kaasukehässä. Lopulliseen tieteelliseen analyysiin otetaan mukaan kaikki MSL:n havainnot. Näin Ilmatieteen laitoksen REMS-P ja REMS-H -mittalaitteet antavat oman merkittävän panoksensa kokeelliseen planeettatieteeseen.

YHTEYSTIEDOT

Ari-Matti Harri

Tieteellinen johtaja
(REMS Co-Investigator)

ari-matti.harri@fmi.fi
050 3375623

Maria Genzer

Projektipäällikkö

maria.genzer@fmi.fi
02 95394724 14.8. alkaen.
040 5333760 13.8. saakka.

Walter Schmidt

walter.schmidt@fmi.fi

Jouni Polkko

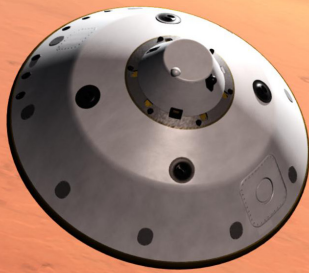
jouni.polkko@fmi.fi

Harri Haukka

harri.haukka@fmi.fi

Henrik Kahanpää

henrik.kahanpaa@fmi.fi



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

twitter

twitter.com/CuriosityFMI

Kuva: NASA/JPL Caltech.