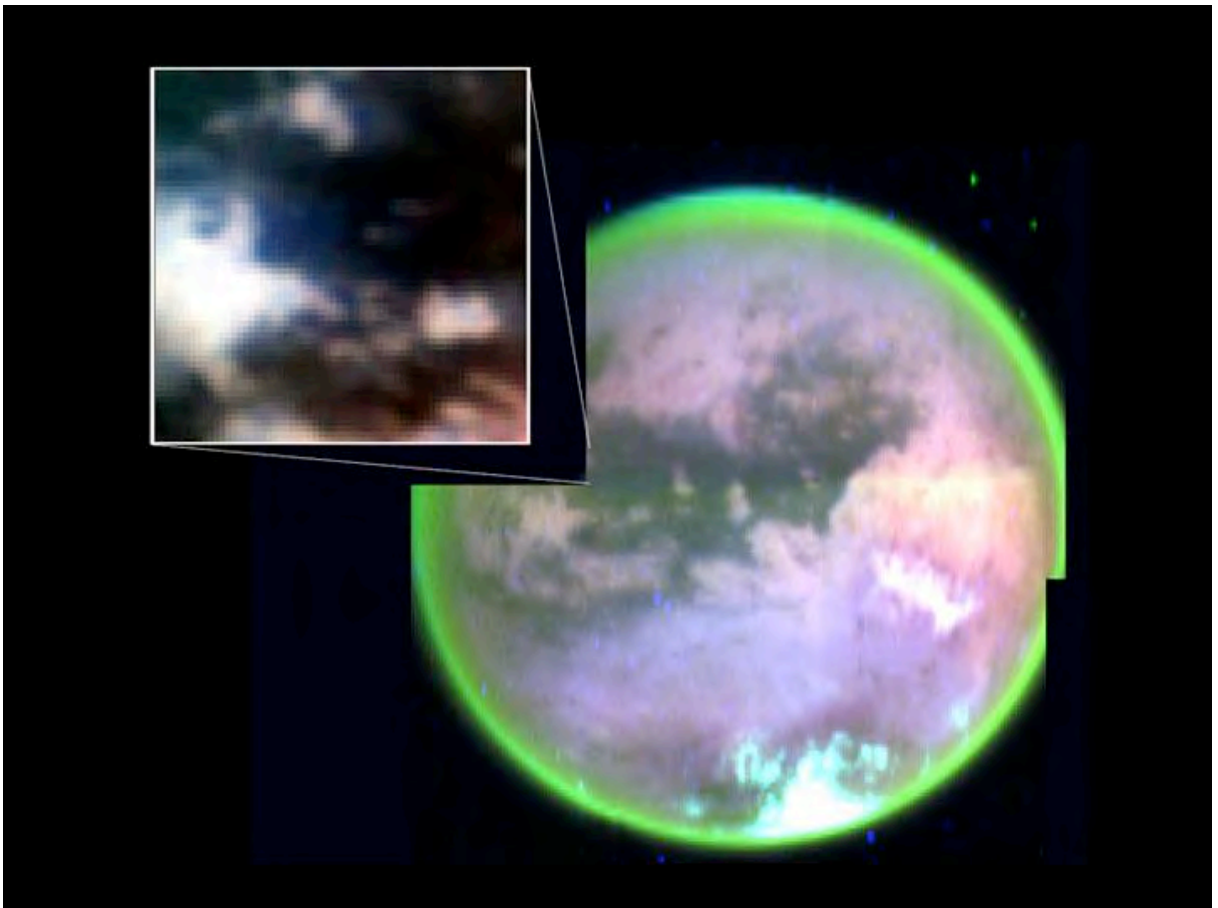


AVARUUSLUOTAIN – RYMDSONDEN 3/2004

Cassini/Huygens -teemanumero



Cassini-luotaimen näkyvän valon ja infrapuna-alueen kuvaavan spektrometrin kuvassa näkyy selkeästi Saturnuksen Titan-kuun pinnan piirteitä sekä mm. metaanipilvimuodostelma etelänavan läheisyydessä. Kuva on kooste kolmen eri infrapuna-alueen aallonpituuden (2, 2,7 ja 5 mikrometriä) väärävärivista. Kuvan ottohetkillä Cassinin etäisyys Titanista oli 100 000 – 140 000 km. Pienempi kuva esittää Huygens-luotaimen laskeutumisaluetta (kuva: NASA/JPL/Arizonan yliopisto). Ks. aiheeseen liittyen tässä lehdessä mm. s. 2, 10, 15 ja 17.

Sisältö	
CAPS/IBS: Oulun yliopisto Cassini-hankkeessa.....	2
Pääkirjoitus	3
Puheenjohtajalta	4
IAF General Assembly 2004 Kanada ..	5
Avaruus uutisia	6
<i>Hyppyportti</i> eli Webbi uutisia	7
Urpo Häyrinen on poissa.....	8
Svensk resumé	8
Teemakokonaisuus: Cassini/Huygens –luotain ja Suomi.....	10
CAPS/IBS: Oulun yliopisto Cassini-hankkeessa.....	12
Huygens ja HASI/PPI.....	15
Titanin ionipaon simulointia Ilmatieteen laitoksella.....	17
Contents	
CAPS/IBS: University of Oulu on the Cassini mission	2
Editorial.....	3
The President's section.....	4
IAF General Assembly 2004 Canada ..	5
Space News.....	6
Jumpgate or WWW news	7
Obituary: Urpo Häyrinen	8
Swedish abstracts	8
Special issue: Cassini/Huygens probe and Finland.....	10
CAPS/IBS (continued)	12
Huygens and HASI/PPI.....	15
Simulation of Titan's ion escape at Finnish Meteorological Institute.....	17

Pääkirjoitus

Syksy on tullut ja ehkä talvikin kolkuttelee kohta ovelle, vaikkakin kasvihuoneilmaston voimistuminen niitä arktisia talvia aika lailla taitaa (valitettavasti) leudontaa.

Tässä numerossa suunnataan kuitenkin usean kirjoituksen ja yhteisen teeman merkeissä vielä kylmempiin ympäristöihin eli rengasplaneetta Saturnuksen ympäristöön ja etenkin sen suurimpaan kuuhan eli Titaniin. Suomalaiset ovat monessa mukana, myöskin vahvalla panoksella Cassini/Huygens –luotainyhdistelmässä osaltaan tutkimassa Saturnuksen magnetosfäärin sekä Titanin kaasukehän ominaisuuksia ja ilmiöitä.

Tässä lehdessä on jonkin verran kokeiltu pieniä lisäyksiä ja muutoksia visuaaliseen ilmeeseen ja lehti taitaa olla ensimmäisen teemanumero ainakin pitkään aikaan. Uskoisin, että teemanumeroita tulee jatkossakin, ainakin raketti- ja työntövoimajärjestelmät ja –tekniikka voisivat olla kiinnostavia; antakaa palautetta tästä numerosta ja ehdotuksia sopivista teemoista! Terveisin

Tero Siili, päätoimittaja

Päätoimittaja: Tero Siili – **Toimituksen osoite:** C/o Ilmatieteen laitos / AVA, PL 503, 00101 HELSINKI – **Puhelin:** (09) 19294660 – **Telekopio:** (09) 19294603 – **Sähköposti:** Avaruusluotain@sats-saff.fi

ISSN: 0356-021X – **Painos:** 240 kpl – **Ilmestymistaajuus:** 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 2004

4/2004 10.12.

Aineistopäivät vuonna 2005

1/2005 28.2.

2/2005 15.5.

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

Huygens ja HASI/PPI

Ari-Matti Harri

Huygens-luotain Titaniin

Cassini-Huygens-luotain irrotetaan Cassini-luotaimesta 25.12.2004 ja ohjataan laskeutumaan Titaniin, Saturnuksen kuuhun (ks. s. 10). Titanin kaasukehän arvellaan mm. muistuttavan sähkökemiallisilta olosuhteiltaan varhaista maapalloa. Tämän vuoksi toivotaan, että Titanin olosuhteita tutkimalla voisimme saada myös hieman valaistusta niihin olosuhteisiin, joiden vallitessa esi-biologinen kehitys sai alkunsa Maapallolla.

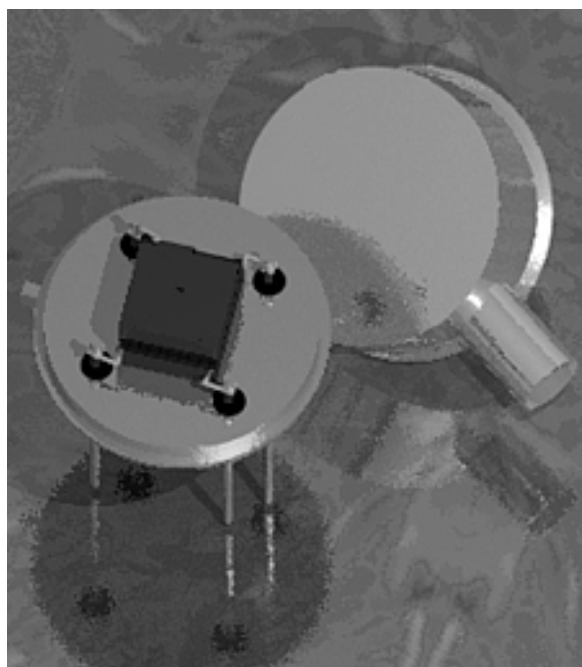
Emoaluksesta irrotuksen jälkeen Huygens saavuttaa Titan-kuun kaasukehän lennettyään yksin avaruudessa noin kolme viikkoa. Laskeutuminen Titanin kaasukehän halki kestää noin 2,5 h, jona aikana Huygens tutkii Titanin kaasukehää. Laskeutuminen on ajoitettu niin, että Huygens koskettaa Titanin pintaa muutamaa minuuttia ennen Cassini-aluksen häviämistä horisontin taakse. Siinä vaiheessa Huygensin missio päättyy, koska radioyhteys Cassini:iin menetetään.

Huygens-laskeutujassa on mukana kuusi mittalaitetta. Ilmatieteen laitos on toimittanut Huygensiin kaasukehän paineprofiilin mittausslaitteen, joka on osa laskeutujan ilmakehäninstrumenttia. Painemittauslaite perustuu Ilmatieteen laitoksen kehittämisiin mittalaiteratkaisuihin ja Vaisalan antureihin. Sen valmistukseen ovat Ilmatieteen laitoksen lisäksi osallistuneet Suomen Optomekaniikka Oy ja Teknillinen korkeakoulu.

HASI/PPI -painemittauslaite

Ilmatieteen laitoksen rakentama mittalaite koostuu Kiel-tyyppisestä Pitot-putkesta, josta painesignaali johdetaan putkistoja pitkin Huygensin sisäosissa sijaitseville antureille. Tällä tavoin mittauslaite saadaan toimimaan erittäin tarkasti, koska herkät anturit ja

elektroniikka eivät altistu suoraan Titanin kaasukehän olosuhteille. PPI -laitteessa on kahdeksan Vaisala Oyj:n Barocap® -paineanturia, jotka on mitoitettu kolmelle eri painealueelle. Nämä kolme painealuetta ovat 0-500 hPa, 300-1200 hPa ja 1000-1700 hPa. Pienimmän painealueen anturit antavat tarkimmat tulokset kaasukehän yläosissa ja tuhoutuvat noin 1200 hPa kohdalla. Muut anturit toimivat koko Titanin kaasukehän painealueessa, mutta antavat siis tarkimmat lukemat niille optimoiduilla painealueilla. Barocap® -anturit ovat piipohjaisia rakennelmia, myöskin anturin painetta aistiva kalvo on tehty piistä. Täten saavutetaan erinomainen stabiilisuus, mikä on oleellista erityisesti Huygens-ohjelman kaltaisessa hankkeessa, jossa toimintakyky on säilytettävä erinomaisena monen vuoden avaruuslennon aikana.



Barocap® -paineanturin hahmotelma.

Kaikkia antureita mitataan laskeutumisvaiheen ajan, ja korkein painoarvo annetaan kullekin painealueelle optimoitujen anturei-

den lukemille. Laskeutumisen aikaisia mittauksia on harjoiteltu Cassini-luotaimen lennon aikana tehtyjen tarkistusmittausten aikana. Näin PPI:n koko mittaussekvenssi on käyty onnistuneesti kävitse jo 15 kertaa. Tuloksena on tietenkin saatu nollapaine, koska luotain lentää avaruudessa. Näin saatuja tuloksia on voitu käyttää niiden pienten muutosten kompensoimiseen, joita noin seitsemän vuoden avaruuslento väistämättä aiheuttaa mittalaitteille.

PPI –laitteen suunnittelu

PPI-laitteen suunnittelu aloitettiin 1990, kun ESA hyväksyi HASI-instrumentin osaksi Huygensin hyötykuormaa. PPI oli nyt mukana HASI-instrumentissa, ja näin siis myös Cassini/Huygens –lennolla.

Antueiden valintatyötä helpotti se, että Ilmatieteen laitos oli jo kvalifioinut paineantureita Mars-96 –hankkeeseen. Nämä anturit olivat sellaisenaan erinomaisia Titanin kaasukehän yläosien havainnointiin. Vaisala Oyj:stä tilattiin sitten vielä lisää antureita, jotka soveltuivat mittauksiin korkeammissa paineissa.

Antureita ei kannattanut viedä Huygens-aluksen ulkopuolelle, vaan mitattava kaasu kannatti tuoda putkistoja pitkin aluksen sisällä oleviin antureihin. Näin anturit eivät altistu Titanin äärimmäisen hankalille olosuhteille ja toisaalta kalibrointityö helpottuu.

Aluksen ulkopuolelle ulottuvan putkiston päähän suunniteltiin kokonaispainetta mittaava Pitot-putki, jonka ympärille rakennettiin vielä Kiel-putki. Tämä rakenne saa aikaan sen, että kokonaispaineen mittaaminen on vielä tarkka, vaikka virtausviivat ja Pitot-putki muodostavat 45° kulman. Huygens-aluksen heittelemisen vuoksi virtausviivojen oletetaan vain harvoin olevan samansuuntaisia pitot-putken kanssa.

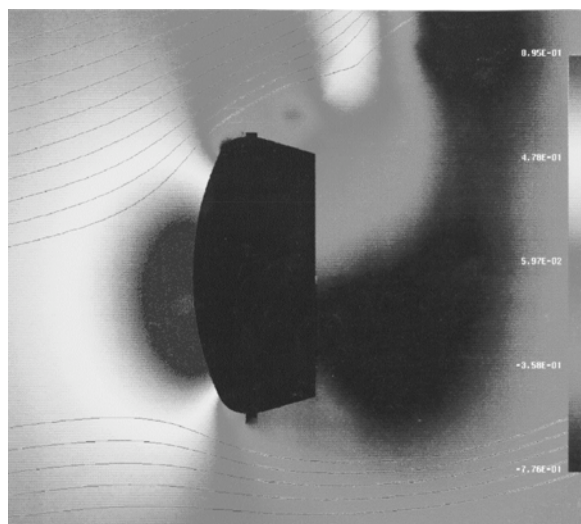
Kokonaispaineen mittaamiseen päädyttiin, koska se on virtauskentässä vakio aluksen



Kokonaispainetta mittaavan pitot-putken ympärille piti suunnitella Kiel-tyyppinen suoja aluksen heilumisen vuoksi.

rajakerroksen ulkopuolella. Kokonaispaineesta sitten lasketaan myöhemmin vapaan virtauksen staattinen paine, siis kaasukehän paine, josta ollaan kiinnostuneita. Vapaan virtauksen painetta ei pystytty luotettavasti mittaamaan, koska Huygensin heilumisen vuoksi painekenttä aluksen ympärillä muuttuu koko ajan. Tätä valaisee allaoleva kuva.

PPI-laitteen lentomalli luovutettiin HASI-instrumenttiryhmälle vuonna 1995. Laite painaa kaikkiaan noin 400 g.



Aerodynaamisen simuloinnin tuloksena saatu virtaus- ja painekenttä Huygens –aluksen ympärillä (Machin luku 0,6).