26.01.2017

Dr. Peter H. Johansson
Astrofysiikan apulaisprofessori
Fysiikan laitos
Gustaf Hällströmin katu 2a
Helsingin yliopisto, P.O. Box 64
FI-00014 Helsinki, Finland
Peter.Johansson@helsinki.fi
+358-9-191-51211

Asia: VNS 7/2016 vp Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja Ilmastostrategiasta vuoteen 2030

Liittyen yllä mainittuun selontekoon Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta on pyytänyt Kumpulan avaruuskeskusta antamaan kirjallisen lausunnon teemana: **Mitkä ovat Suomen avaruusteknologian ja -tieteen/yläilmakehän tutkimuksen vahvuudet energia- ja ilmastotutkimuksessa?**

Suomen avaruustoiminnan kansallinen strategia 2013 – 2020 (TEM Innovaatio 3/2013) painottuu vahvasti arktisen alueen kysymyksiin, joilla on joko suora tai välillinen liittymäpinta kansalliseen energia- ja ilmastostrategiaan. Ilmastokysymyksiin liittyvällä satelliittikaukokartoituksella on perinteisesti keskeinen asema suomalaisessa avaruustutkimuksessa ja avaruusteknologiassa.

Suomalainen ilmasto- ja ilmastonmuutostutkimus on kansainvälisesti huipputasolla. Alan suomalainen lippulaiva on akatemiaprofessori Markku Kulmalan johtama ilmakehätieteiden osasto Helsingin yliopiston fysiikan laitoksessa. Muut vahvimmat tutkimusyksiköt Suomessa ovat Ilmatieteen laitoksessa, Itä-Suomen yliopistossa ja Tampereen teknillisessä yliopistossa. Näissä yksiköissä toimivat tutkijat muodostavat yhden Suomen Akatemian tieteen huippuyksiköistä[1]. Osoituksena tutkimuksen kansainvälisestä kilpailukyvystä Suomessa on tällä hetkellä käynnissä 6 Euroopan tutkimusneuvoston ERC:n (European Research Council) rahoittamaa mittavaa ilmakehän tutkimushanketta.

Avaruustoiminnan näkökulmasta ilmastotutkimuksen keskeinen työkalu on avaruudesta tehtävä kaukokartoitus. Alan johtavia suomalaisinstituutiota ovat Ilmatieteen laitos, Aalto-yliopisto, VTT ja Suomen ympäristökeskus. Avaruuslaittein tehty ilmakehän, merien ja maanpinnan kaukokartoitus ovat olleet keskeisiä elementtejä nykymuotoisen suomalaisen avaruustoiminnan 1980-luvun lopulla tapahtuneesta aktivoitumisesta lähtien. TKK:n/Aalto-yliopiston ja VTT:n tutkijat ovat kehittäneet monipuolisesti sekä optisia että mikroaaltotekniikkaan nojaavia havaintomenetelmiä, joita on käytetty menestyksekkäästi useissa Euroopan avaruusjärjestön (ESA) ja Yhdysvaltain avaruushallinnon (NASA) satelliiteissa. Näin saadaan ensiarvoisen tärkeää tietoa esimerkiksi ilman-

[1] https://www.atm.helsinki.fi/FCoE/

saasteista, kasvihuonekaasuista, merten fysikaalisista ominaisuuksista, lumesta, jäästä, kasvillisuuden vaihteluista jne. Tutkimustoiminnassa ei rajoituta käyttämään suomalaisten kehittämiä instrumentteja vaan kaikkia tarkasteltavan ongelman kannalta avoimesti tai yhteistyösuhteiden avulla saatavilla olevia havaintoaineistoja tutkimusryhmien rajallisten tutkijaresurssien puitteissa. Ilmasto ja ilmastonmuutos ovat globaaleja ilmiöitä, joten tutkimuksen on oltava aina kansainvälistä. Suomen panos Maailman ilmatieteen järjestön (WMO), Euroopan sääsatelliittiorganisaation (EUMETSAT), Euroopan avaruusjärjestön (ESA) ja EU:n ilmasto-ohjelmiin on merkittävä.

Arktiseen ilmastoon liittyen Ilmatieteen laitoksella on Sodankylässä moderni satelliittivastaanottoasema. Sodankylässä ja Pallastunturilla tehtävien paikallisten havaintojen avulla tehdään satelliittihavaintojen analysoinnille ensi arvoisen tärkeää kalibrointi- ja validointityötä. Arktiseen toimeliaisuuteen liittyviä aktiviteetteja suunnitellaan kehitettävän ESA:n Suomeen suunnitteleman ”avaruuskiihdyttämön” myötä. Aalto-yliopiston spin-off-yritys ICEYE on nopeasti kasvamassa tärkeäksi tekijäksi tällä alalla, mikä osaltaan todistaa suomalaisen avaruusteknologian ja avaruustekniikan koulutuksen korkeaa tasoa.

Satelliittikaukokartoituksella on erityisesti arktisella alueella suora kytkentä energian säästöön ja sitä kautta esimerkiksi arktisen meriliikenteen päästöihin. Käyttämällä ajantasaisia havaintoaineistoja yhdessä satelliittipaikannusta hyödyntävän älyliikenteen kanssa voidaan jäänmurtajien ja kauppa-alusten reittejä optimoida säästäen polttoaineen kulutuksessa ja siten vähentää päästöjä. Pohjoisen Jäämeren jääpeitteen pieneneminen on merkittävä tekijä myös Suomen näkökulmasta. Tähän liittyviin mahdollisuuksiin ja haasteisiin suomalainen tutkimusyhteisö on valmis vastaamaan.

Yksi suomalaisen avaruustieteen perinteisiä vahvuusalueita on revontulivyöhykkeeseen liittyvä perustutkimus, joka on viimeisen vuosikymmenen aikana tuonut suomalaisille eurooppalaisittain johtavan aseman Auringon aktiivisuudesta johtuvan avaruussään tutkimuksessa ja ennustamisessa. Auringon aktiivisuuden ilmakehävaikutuksia tutkitaan Oulun yliopistossa ja Aalto-yliopistossa toimivassa Suomen Akatemian huippuyksikössä[2]. Avaruussään tutkimus on kansainvälisellä huipputasolla Helsingin yliopistossa (mm. kaksi ERC:n suurta tutkimusmäärärahaa) ja Ilmatieteen laitoksessa, jossa toimii myös eurooppalaisittain harvinainen 24/7-avaruussääpalvelu tavanomaisen sääpalvelun yhteydessä. Lähiavaruuden lisäksi Suomessa harjoitetaan korkeatasoista tähtitieteen tutkimusta Helsingin (yksi ERC tutkimusmääräraha), Turun ja Oulun yliopistossa, sekä Aalto-yliopistossa. Suomen tähtitieteen tutkimusaiheet kattavat alat aurinkokunnan kohteista lähtien aina kaukaisimpiin galakseihin ja alkuräjähdyksen fysiikkaan asti.

Auringonpurkausten aiheuttamiin avaruussäähäiriöihin liittyy myös energianäkökulma. Voimakkaiden purkausten aikana polaarialueen satelliittikommunikaatio häiriintyy, jonka vuoksi napa-alueen ylittävien lentojen on kierrettävä revontulialueen eteläpuolitse. Myös lentokorkeutta alennetaan kasvavan avaruussäteilyn säteilyannosten pienentämiseksi. Molemmat lisäävät energian kulutusta ja liikennepäästöjä. Avaruusmyrskyjen aikaan satelliittipaikannus saattaa häiriintyä, mikä on huomioitava älyliikennettä kehitettäessä. Äärimmillään hyvin voimakas auringonpurkaus voi vahingoittaa maanpinnalla olevia energiansiirtoverkkoja, millä on merkitystä energiaturvallisuudelle. Vaikka tällaiset tapahtumat ovat harvinaisia, ne ovat mahdollisia ja niiden ennustamiseen ja varautumiseen suomalaisella avaruustutkimusyhteisöllä on huipputason osaamista.

Kunnioittaen,
Peter H. Johansson , Helsingin yliopiston astrofysiikan apulaisprofessori
Kumpulan avaruuskeskuksen johtaja

Hannu E.J. Koskinen , Helsingin yliopiston avaruusfysiikan professori
Fysiikan laitoksen johtaja ja Kumpulan avaruuskeskuksen entinen johtaja

[2] http://www.spaceclimate.fi/resolve/