



# Sähköinen aurinkotuulipurje

## Tuplanumeron tuplakolumni



Tutkija Pekka Janhunen

Ilmatieteen laitos

Sähköpurjekolumni 2.9.2009

Sähköpurjeessa on ollut edistystä usealla rintamalla. Ensimmäinen pätkä ultraäänibondattua alumiiniliekaa on valmistettu. Lankojen pinnoitustapoja on selvitetty ja on löydetty useitakin pinnoitteita joilla voidaan varmistaa etteivät alumiinilangat kylmähitsaudu toisiinsa kelalla avaruuden tyhjiössä. Sähköpurjeen mekaniikkaa eli pyörimistä avaruudessa on simuloitu entistä tarkemmin käyttäen erilaisia konstruktioita ja ohjausalgoritmeja. Ohjauksen tarkoituksena on lentää sähköpurjetta hallitusti siten että lieat pyörivät siististi törmäämättä toisiinsa ja että työntövoima kohdistuu haluttuun suuntaan huolimatta aurinkotuulen vaihteluista. Näyttää siltä että sähköpurje voidaan rakentaa ja sen ohjaus hoitaa usealla eri tavalla.

Keskeinen parametri on liekamateriaalin vetolujuus. Mitä vahvemmat lieat, sitä nopeammin niitä uskalletaan pyörittää ja sitä suurempi on liekoja jännittävä keskipakoisvoima suhteessa niitä poikkeuttavaan aurinkotuulen voimaan. Tällöin lieat heilahtelevat vain vähän ja niiden lukumäärää voidaan kasvattaa ilman pelkoa niiden koskettamisesta toisiinsa, jolloin sähköpurjeen voima voi olla suurempi. Vaihtoehtoisesti voimaa voidaan kasvattaa lisäämällä liekojen pituutta, mutta tällöinkin tarvitaan materiaali enemmän vetolujuutta tai muuten liekoja joudutaan paksuntamaan jolloin systeemin massa kasvaa.

Alumiininen peruspurje antaa noin yhden newtonin työntövoiman laitteen massan ollessa noin 100 kg. Tällöin sähköpurjeen elinaikanaan tuottama impulssi per massayksikkö on noin sata kertaa suurempi kuin ionimoottorilla. Laitte voi viedä noin tonnin painoisen hyötykuorman annettuun osoitteeseen aurinkokunnassa ja takaisin, tai vaihtoehtoisesti sillä voi kiihdyttää pienemmän 100-200 kg kuorman 50-100 km/s loppunopeudella ulos aurinkokunnasta. Jos purjeen kokoa kasvattaa (siis enemmän tai pitempiä liekoja), työntövoima kasvaa mutta laitteen tehokkuus hiljalleen putoaa koska liekojen massa kasvaa työntövoimaa enemmän. Peruspurjeen suorituskykyä voi parantaa käyttämällä alumiinia vahvempaa liekamateriaalia, kasvattamalla liekojen jännitettä tai parantamalla ohjausrutiinia, tai kaikkia keinoja yhdessä. Parantuneen suorituskyvyn voi käyttää esimerkiksi hyötykuorman kasvattamiseen niin että matka-aika ja sähköpurjeen prosentuaalinen osuus kokonaisuudesta pysyvät ennallaan. Suuretkin tehokkuuden lisäykset saattavat olla mahdollisia, koska esimerkiksi tavallinen hiilikuitu on yli kymmenen kertaa alumiinia vahvempi materiaali. Ehkä näillä keinoilla tulevaisuudessa voi kuljettaa jopa satojen tonnien kuormia planeettojen ja asteroidien välillä. □

Sähköpurjekolumni 2.11.2009

Kävimme Viron Vooressa viiden henkilön voimin ESTCube-1 -kokouksessa. ESTCube-1:han on Viron ensimmäinen satelliitti jonka tarkoitus on mitata sähköpurjeefekti. Itse satelliitin rakentavat virolaiset opiskelijat ja hyötykuorman pääasiassa suomalaiset. Projekti etenee aikataulussa, satelliitti pitäisi saada valmiiksi ensi vuoden loppuun mennessä jotta se voitaisiin laukaista suunnilleen vuodenvaihteessa 2011-2012. Nopea aikataulu on tarpeen jotta opiskelijaporukka ei ehdi vaihtua liikaa projektin aikana.

ESTCube-1 -projektin alussa oli valtava innostus joka on nyt muuttunut tehokkaaksi ja määrätietoiseksi toiminnaksi kohti yhteistä päämäärää. Satelliitin massabudjetti näyttää hyvältä. Tämä mahdollistaa yksinkertaisen rakenteen, standardikokoisen 10 cm kuution sisällä on viisi piirikorttia päällekkäin, joista keskimäinen on varattu hyötykuormalle. Kuution sivuille tulee aurinkopaneelit. Lämpötilan kontrollointiin ei tarvita mitään erityistä, asia varmistetaan mallinnuksella.

Virossa ESTCube-1 -hanke on saanut paljon myönteistä julkisuutta ja virolaiset esittelivät sitä ja sähköpurjetta hiljattain myös Moskovan tiedemessuilla laajalle ja innostuneelle yleisölle. Poliittinen tahto ajaa Viroa ESA:n jäseneksi, ja Vooressa oli mukana Enterprise Estonian edutaja (vastaa Suomen Tekesiä) joka pyrkii tukemaan avaruustoimintaa ja ESTCube1:stä kaikin tavoin mm. koittamalla saada mahdollisimman paljon opiskelijoita seuraavaan IAF:n kokoukseen Prahaan.

Kävimme pari viikkoa sitten myös Tekesissä eli Suomen virallisessa avaruusinstituutissa esittelemässä miten sähköpurjetta voisi hyödyntää kaupallisesti. Esitämme miten voimme lyhyellä tähtämellä palauttaa satelliitteja alas helposti ja halvalla avaruusromun torjumiseksi, tuottaa nykyistä parempia avaruussääennusteita, myöhemmin hyödyntää asteroidien resursseja, jne. Tekes kuuntelee kohteliaasti ja vastaa: mielenkiintoinen ja uskottava tarina, mutta miten se heihin liittyy? Vedimme siis vesiperän, joten lähestyn sähköpostitse ESA:aa, kerron satelliittien palauttamisesta ja kysyn voisiko sen tutkimista rahoittaa. Vastaus tulee tunnin päästä: kyllä, yrittävät järjestää jotakin ensi vuonna GSP-ohjelmaan.

Sähköpurje tuo selvästi näkyviin että vaikka Suomessa kansalaisten tuki avaruustoiminnalle on laajaa, on alan viranomaiskentälle sokea täplä joka ei kuulu kenellekään. Anomalian korjaamiseksi tarvitaan avaruusjärjestö eli virallinen taho jonka mandaattina on tehdä avaruustoimintaa, ja asialla on tulenpalava kiire. Kaikki Suomeen verrattavat maat ovat laittaneet asian jo kuntoon. □