

TARTU OBSERVATORY
space research centre



UNIVERSITY OF TARTU



ESTCube-1 nanosatelīts: Saules vēja elektriskās buras demonstrācija

Andris Slavinskis

Tartu observatorija, Kosmosa tehnoloģiju nodaļa
Tartu Universitāte, Zinātnes un tehnoloģiju fakultāte, Fizikas institūts

Latvijas Universitātes 72. zinātniskā konference

Sekcija „Astronomija un ģeodēzija”

2014. gada 5. februāris



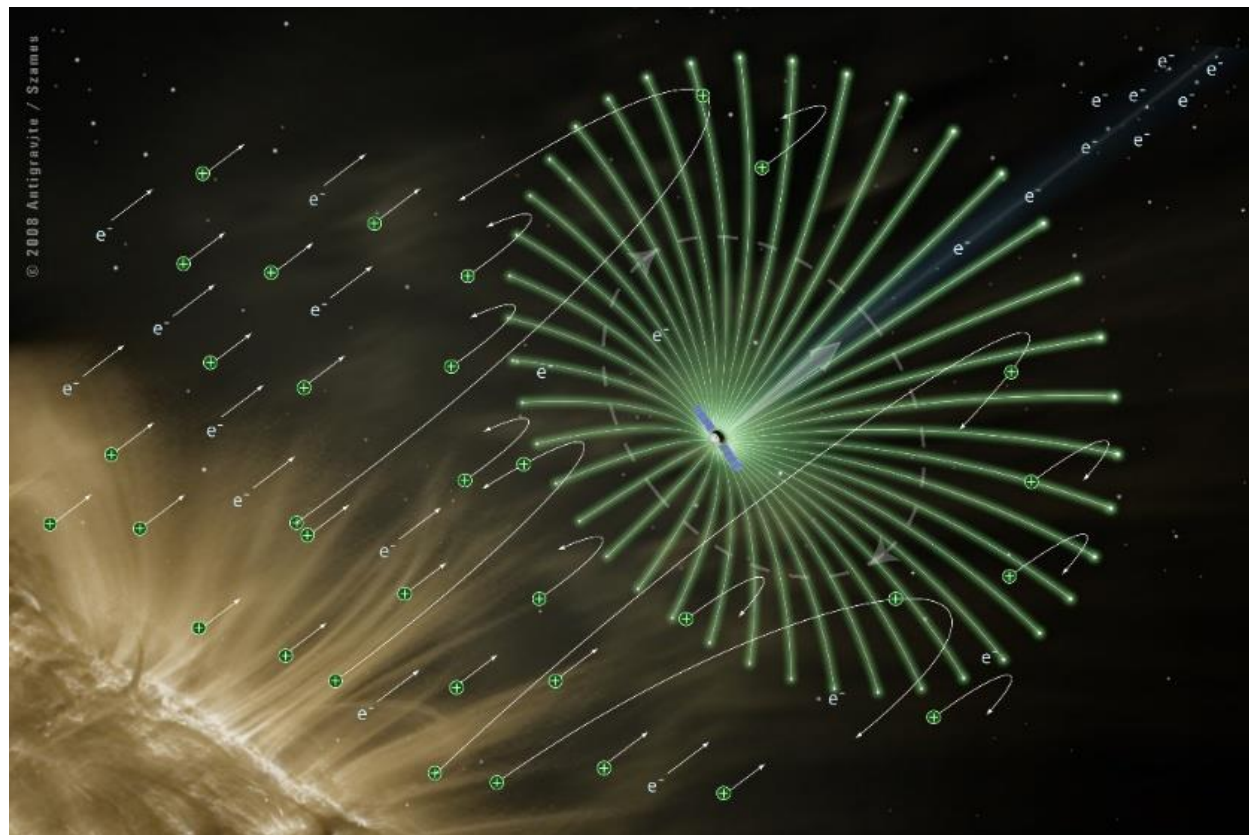
ARCHIMEDES

Saturs

- Saules vēja elektriskā bura
- ESTCube-1 nanosatelīta operācijas un misija
- ESTCube-1 elektriskās buras eksperiments
- ESTCube-1 tehnika un tehnoloģijas
- Statuss un plāni

Saules vēja elektriskā bura

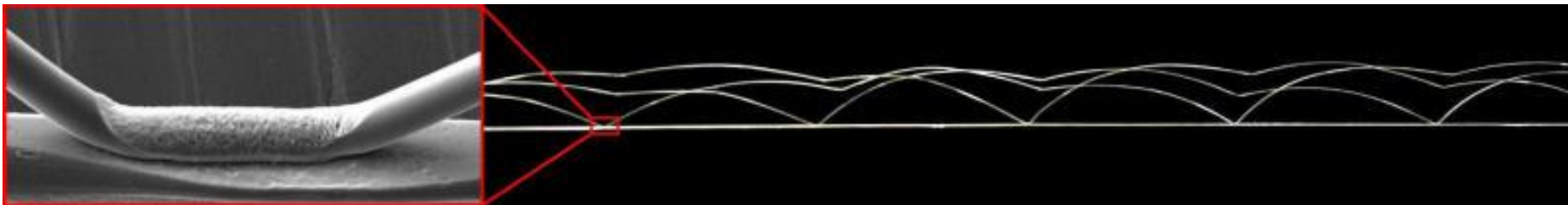
- Starpplanētu dzinējsistēma, kas darbojas bez darbvielas
- No angļu *electric solar wind sail*, saīsinājumā *E-sail*
- Izgudrojis
Peka Janhunens
(*Pekka Janhunen*)
no Somijas
Meteoroloģijas
institūta
- Bura iegūst
paātrinājumu no
lādētām daļiņām
Saules vējā



www.electric-sailing.fi

Buras pavedieni

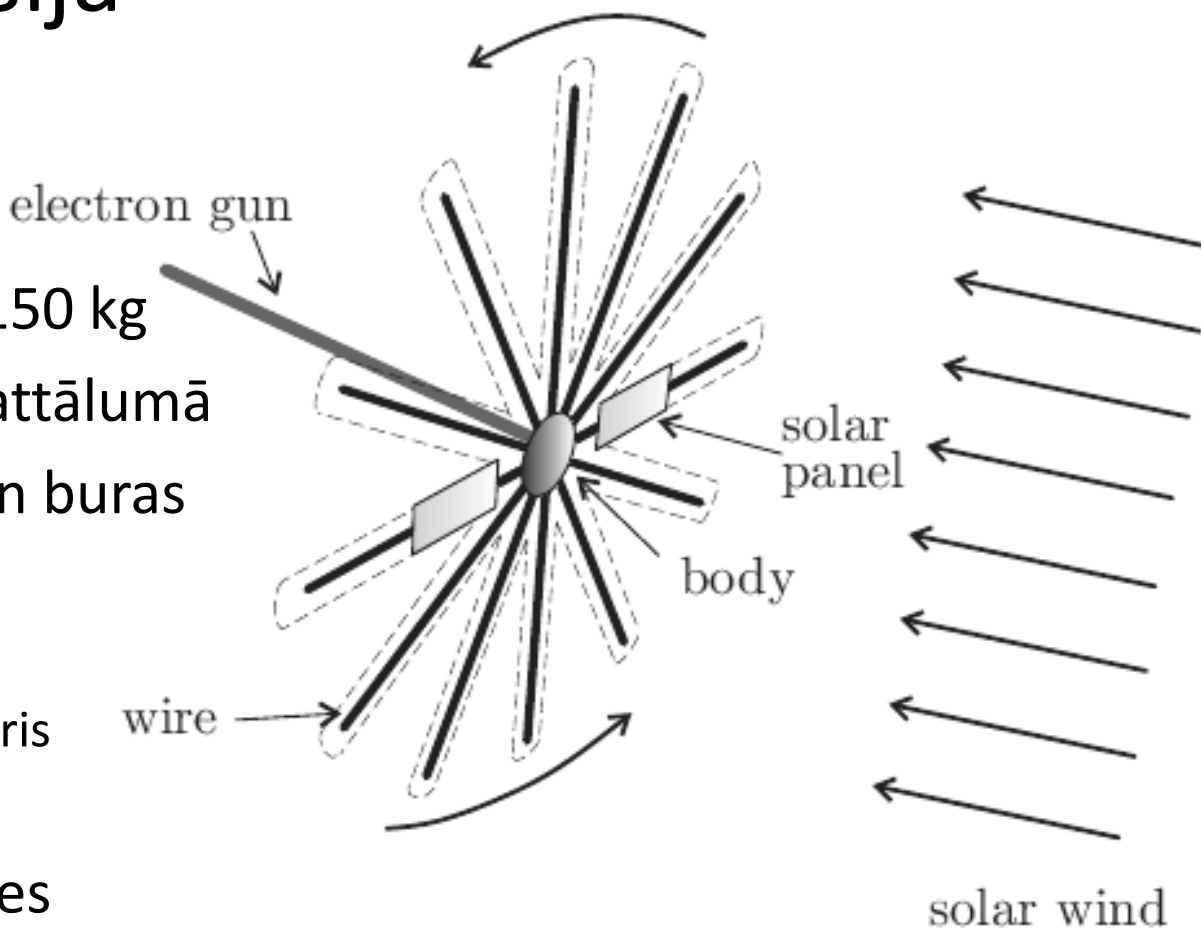
- Bura sastāv no daudziem gariem un plāniem pavedieniem
- No angļu *tether*
- Tiek izstrādāti Helsinku Universitātē
- Katrs pavediens sastāv no
 - Pamatvada ar $\varnothing 50\ \mu\text{m}$
 - Palīgvadiem ar $\varnothing 25\ \mu\text{m}$, kas aizsargā no mikrometeoroīdu ietekmes



- Lai atvairītu jonus Saules vējā, pavedieni tiek pozitīvi lādēti
 - Pavedieni tiek iztīti, izmantojot centrbēdzes spēku
-

Pilnizmēra misija

- 50 – 100 pavedieni
- Katrs 20 km garš
- Kopējā E-sail masa: 150 kg
- 1 N liels spēks 1 AU attālumā
- Pavedienu iztīšana un buras orientācijas kontrole
 - Palīgpavedieni
 - Attālinātais kontrolieris
 - Fotonu atstarotājs
- Iespējams pārvietoties virzienā uz Sauli



E-sail pielietojumi

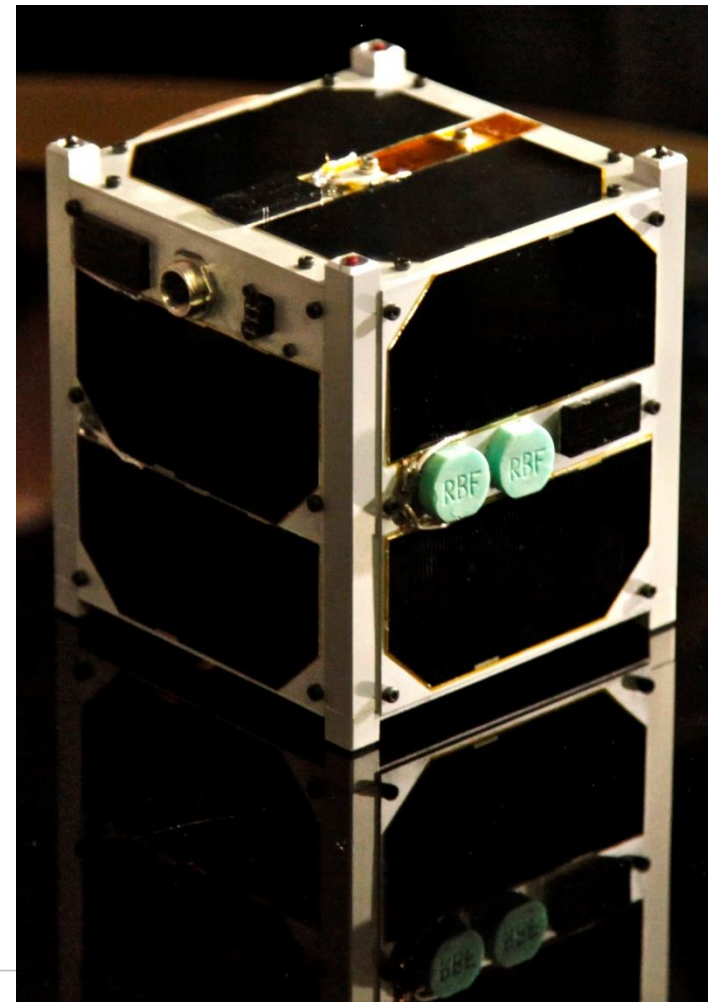
- Asteroīdu izpēte un novirzīšana
- Ārpussaules sistēmas objektu izpēte
- Lielo planētu atmosfēru izpēte
- Paraugu atgriešana no Merkura
- Urāna izpēte
- Asteroīdu atgriešana
- Ne-Keplera orbītas
- Datu pārvietošana

www.electric-sailing.fi

ESTCube-1

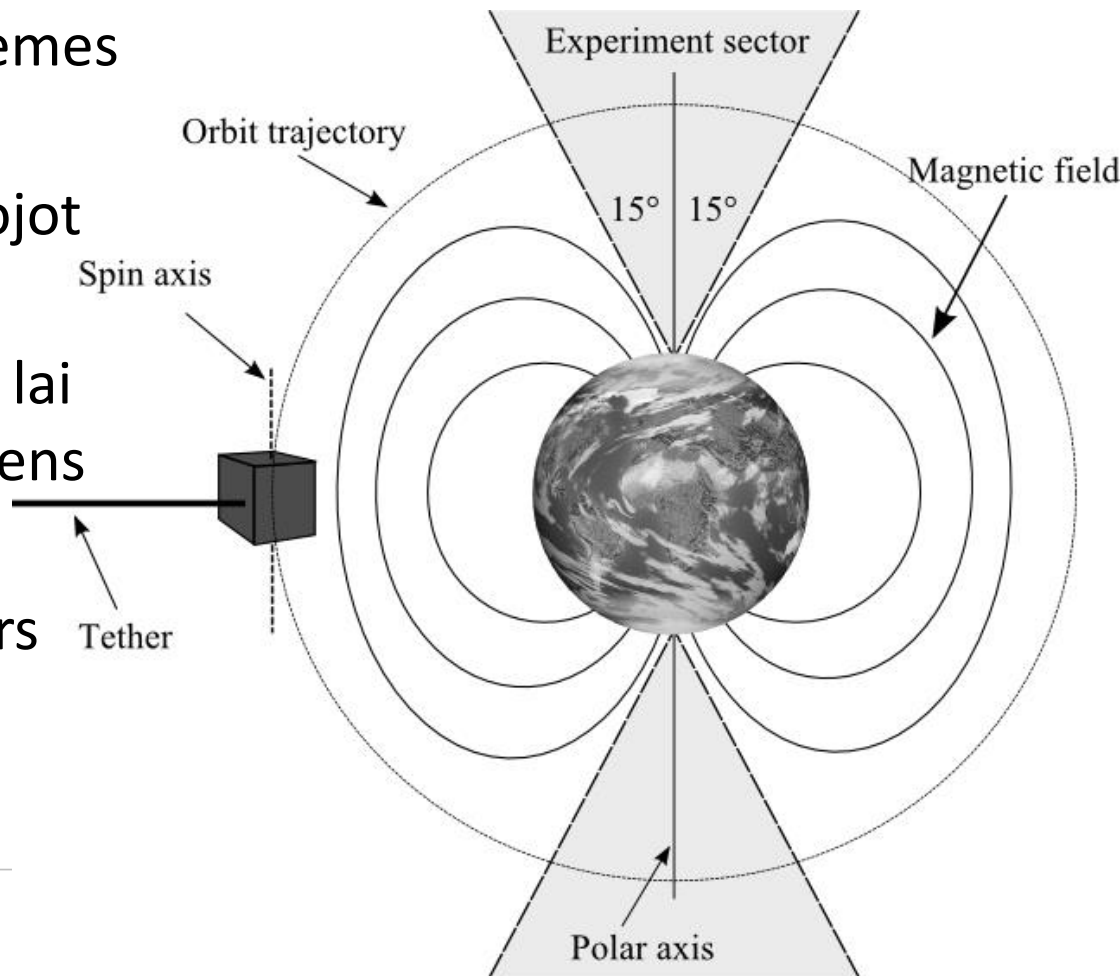
- Elektriskās burāšanas testa kubs
- No angļu *Electric Solar Test Cube*
- Izstrādāts, lai veiktu pirmo E-sail eksperimentu kosmosā
- Saules vēja vietā jonosfēras relatīvā kustība
- $\approx 10 \times 10 \times 10$ cm liels kubsats
- Projekts sākās 2008. gadā
- Satelīts palaists 7. maijā
- Studenti no Igaunijas, Latvijas, Vācijas, Lietuvas un Ukrainas

<http://www.estcube.eu/lv/home>



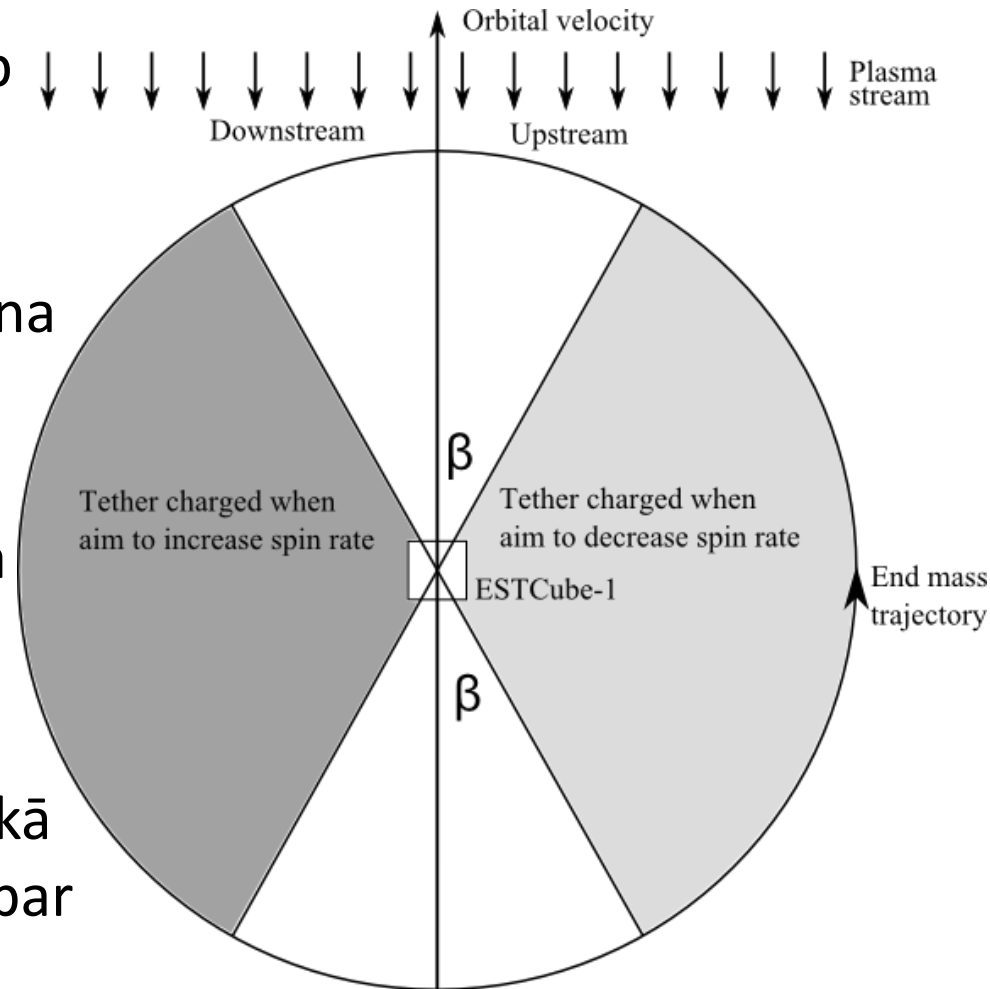
ESTCube-1 E-sail eksperiments

- Iegriezt satelītu līdz 360 deg/s
- Rotācijas ass paralēla Zemes polārajai asij
- Iztīt pavedienu, izmantojot centrālās spēku
- Uzņemt atsvara attēlus, lai pārbaudītu, ka pavedienu iztīt
- Izpildīt eksperimentu virs poliem



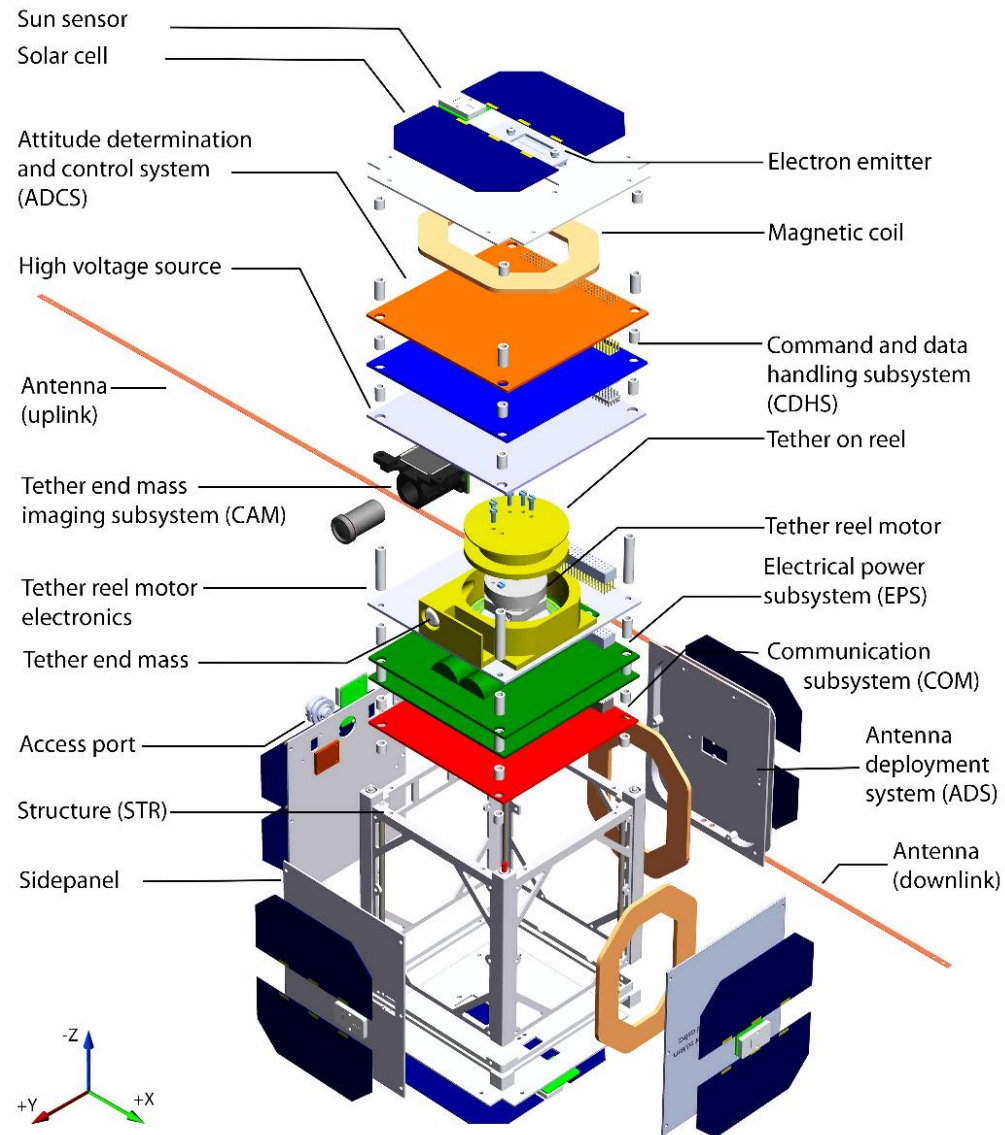
ESTCube-1 E-sail experiments

- Kulona spēka iedarbība starp pavadieniem un jonosfēras plazmu
- Elektronu lielgabala ieslēgšana tiek sinhronizēta ar satelīta griešanos
- Tiek mērītas leņķiskā ātruma izmaiņas
- E-sail spēks $\approx 1 \mu\text{N}$
- Viena polārā pārlidojuma laikā leņķiskais ātrums izmainītos par $\approx 0.3 \text{ deg/s}$



ESTCube-1 tehnika un tehnoloģijas

- Elektropadeves sistēma (EPS)
- Komandu un datu pārvaldes sistēma (CDHS)
- Orientācijas noteikšanas un kontroles sistēma (ADCS)
- Kamera (CAM)
- Komunikāciju sistēma (COM)
- Struktūra (STR)
- Derīgā krava
 - Pavediena spole un iztīšanas pjezoelektriskais motors
 - Elektronu lielgabals un augstsprieguma avots



Statuss un plāni

- Vairāk kā 4000 orbītas
- Līdz šim visas pārbaudes ir izturētas
- Satelīta sistēmu programmatūra tiek regulāri atjaunota
 - EPS
 - CDHS
 - ADCS
 - CAM
- Uzņemti vairāk kā 120 attēli
- Vēl ir atlikušas dažas pārbaudes, smalki regulējumi un programmatūras atjauninājumi
- Gandrīz viss liecina, ka satelīts ir gatavs eksperimentam
- Paredzētais eksperimenta izpildes laiks ir 2. ceturksnis



ESTCUBE







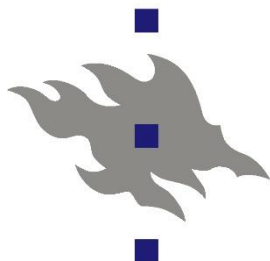
TARTU OBSERVATORY
space research centre



UNIVERSITY OF TARTU



FINNISH METEOROLOGICAL
INSTITUTE



UNIVERSITY OF HELSINKI



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ



Andris Slavinskis
andris.slavinskis@estcube.eu



<http://www.estcube.eu/lv/home>
<https://www.facebook.com/estcube>
<http://www.electric-sailing.fi>



This research was supported by European Social Fund's
Doctoral Studies and Internationalisation Programme DoRa



DoRa



European Union
European Social Fund



Investing in your future

