Suomen avaruusstrategia, kansainvälinen yhteistyö, suomalaiset avaruuskyvykkyydet sekä näihin liittyvät uhkat ja mahdollisuudet – pohdintoja satelliittipaikannustutkijan näkökulmasta

PROFESSORI HEIDI KUUSNIEMI

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

DIGITAL ECONOMY –TUTKIMUSALUSTA & TIETOTEKNIIKKA

KVARKEN SPACE CENTER (EU INTERREG KVARKEN SPACE ECONOMY)

9.3.2022

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

- Vaasan yliopiston Digital Economy -tutkimusalustan johtaja ja tietotekniikan professori (alana paikantamisteknologia ja –järjestelmät)
- Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen Navigoinnin ja paikannuksen osaston satelliittipaikannuksen osa-aikainen tutkimusprofessori
- Tutkimus- ja tuotekehitystehtävissä paikannus- ja tietoliikenneteknologioiden ja mobiilisovellusten parissa yli 20 vuoden ajan
- Dosentuurit satelliittipaikannuksesta Tampereen yliopistolla sekä Aalto-yliopistolla
- Visiting Scholar Stanfordin yliopiston GPS-laboratoriossa 2017
- Suomen Akatemian luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan jäsen 2019-2021
- Suomalais-ruotsalaisen EU Interreg KvarkenSpaceEco eli Kvarken Space Center –hankkeen vetäjä



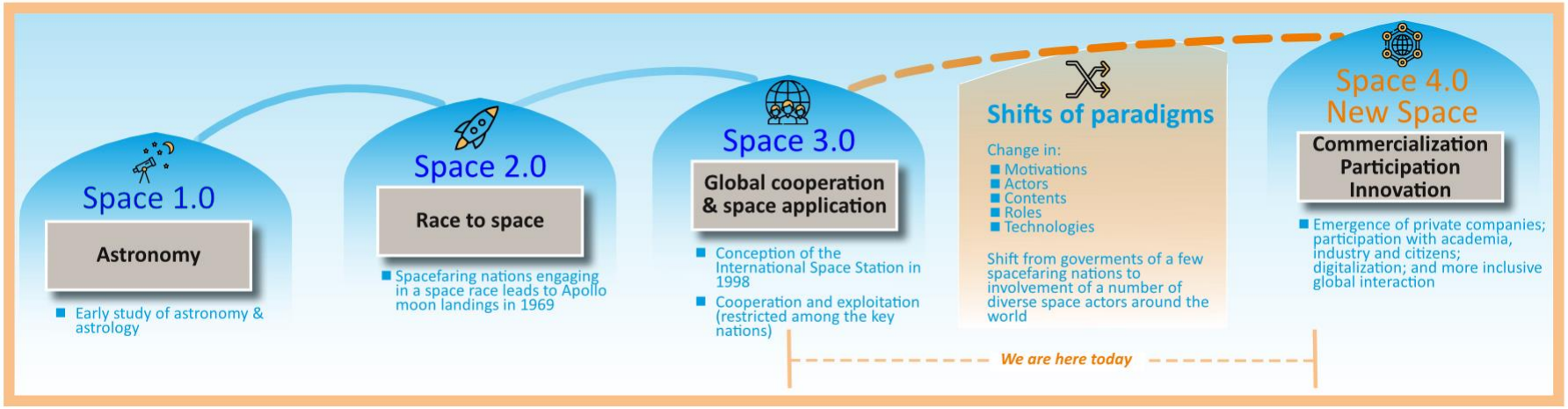
Heidi Kuusniemi
heidi.kuusniemi@uwasa.fi
@KuusniemiHeidi

Sisältö

- Avaruusdata ja sen käyttö
- EU:n satelliittiohjelmat
- Suomen avaruustoimijat ja painopisteet
  - Julkiset ja kaupalliset sekä kansainvälinen yhteistyö
- Riskit ja mahdollisuudet

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Avaruuden hyödyntämisen kehitys



Lähde: Merhaba, Adnan; Ainardi, Matteo; Aebi, Tobias; Khaira, Hassan (2019). The Space Agency of the future.

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Mitä on avaruusdata?

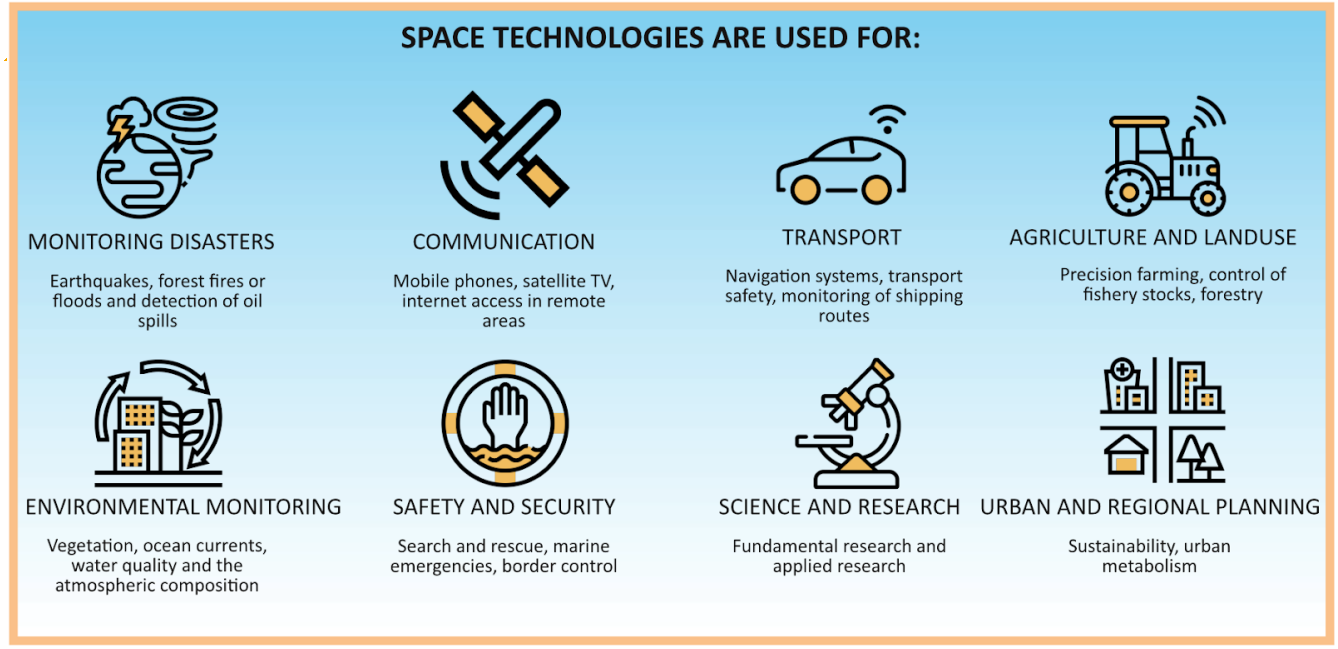
- Avaruusdata on satelliiteista saatavaa tietoa
- **Satelliittipaikannusdata**
  - Paikanmääritys, navigointi ja tarkka aika
- **Satelliittikaukokartoitusdata**
  - Ilmasta
  - Maasta
  - Vesialueista
- **Satelliittitietoliikennedata**
  - Mm. internet ja televisiolähetykset







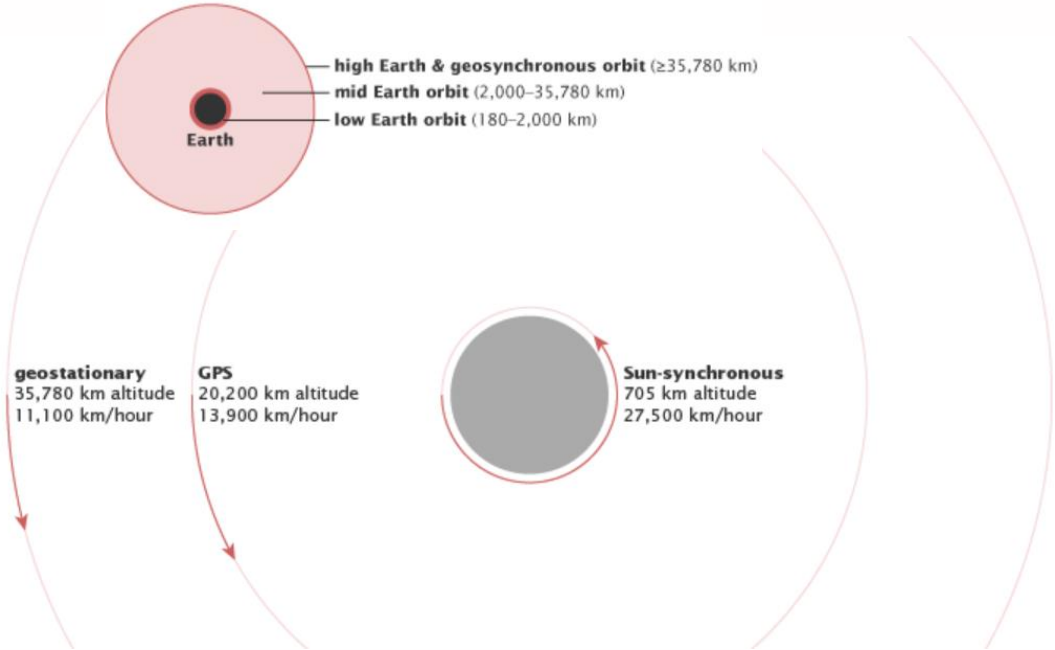
Missä satelliitteja käytetään?



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Lyhyesti satelliittien kiertoradoista

Lähde: NASA/Robert Simmon



- Erilaiset kiertoradat ovat hyödyllisiä eri tarkoituksiin, suurin osa piensatelliiteista hyödyntää matalaa Maan kiertorataa (LEO), kuten myös nanosatelliittiverkostot. Usein tietoliikennesatelliitit ovat korkeimmalla kiertoradalla (GEO) ja paikannussatelliitit keskivälin kiertoradalla (MEO)

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

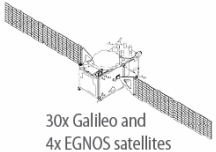
EU:n satelliittiohjelmat

Galileo ja EGNOS -paikannus
Copernicus-kaukokartoitus (Sentinel-satelliitit)

"GNSS- and EO-enabled revenues crossed €200 billion in 2021, set to reach almost €500 billion over the next decade"



GALILEO satellites *Broadcast signals Including four different Galileo navigation messages that contain all the parameters that enable the receiver to compute the users location or a precise timing Information.*
EGNOS satellites *Broadcast corrections and Integrity information for GPS satellites*



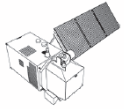
30x Galileo and
4x EGNOS satellites



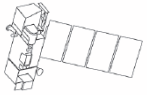
SENTINEL-1 Radar Mission
All-weather, day-and-night radar imaging satellite for land and ocean services



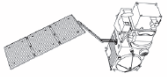
SENTINEL-6 Altimetry Mission
Observes changes in sea surface height with an accuracy of a few centimeters



SENTINEL-2 HR Optical Mission
Medium Res Multispectral optical satellite for observation of land, vegetation and water



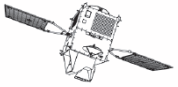
SENTINEL-5 LEO Atmospheric Chemistry Mission
Measures air quality and solar radiation, monitors stratospheric ozone and the climate



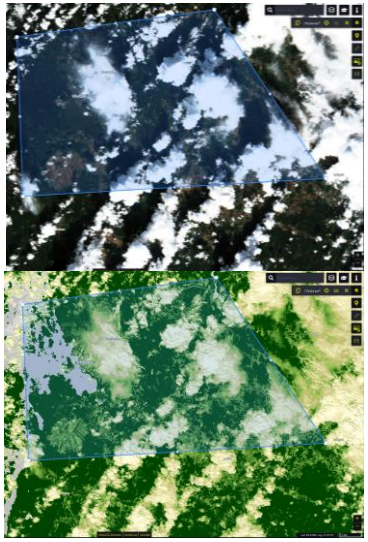
SENTINEL-3 MR Optical and Altimetry Mission
Measures sea-surface topography with a resolution of 300m, sea and land surface temperature and colour with a resolution of 1 km



SENTINEL-5P LEO Atmospheric Chemistry Mission
Global observation of key atmospheric constituents, including ozone, nitrogen, dioxide, sulphur dioxide and other environmental pollutants



SENTINEL-4 GEO Atmospheric Chemistry Mission
Provides hourly updates on air quality with data on atmospheric aerosol and traces gas concentrations



GALILEO EGNOS Copernicus Europe's eyes on Earth

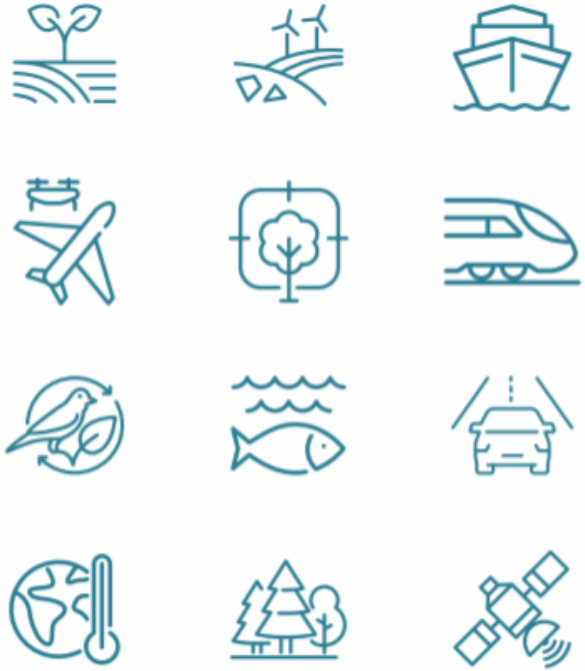
Lähde: Euroopan komissio, EUSPA Market Report 2022

GNSS = Global Navigation Satellite Systems
EGNOS = European Geostationary Navigation Overlay System
EO = Earth Observation

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Galileo ja EGNOS –järjestelmien sovellukset: paikannus ja tarkka aika

“By 2031, more than 10 billion GNSS devices will be in use across the world”





Lähde: EUSPA, Euroopan komissio

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

GNSS nyt ja tulevaisuudessa



Existing and future GNSS:

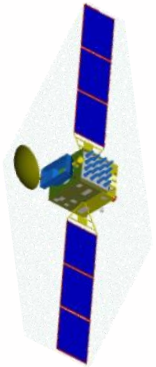
- Global Constellations
  - GPS
  - GLONASS
  - Galileo
  - BeiDou



- Regional Constellations
  - QZSS*
  - IRNSS/NAVIC*



- Satellite-Based Augmentations
  - WAAS
  - EGNOS
  - SDCM
  - MSAS*
  - GAGAN*
  - Also commercial
    OmniSTAR



Satelliittipaikannusmenetelmät
= GNSS =
Global Navigation Satellite Systems

***Ongoing development**

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Satelliittipaikannuksen haavoittuvuus

Tahalliset haavoittuvuudet

- Häirintä: häiriösignaalin lähetys



- Harhautus: väärien GNSS-signaalien hämäyslähetys yrittäen huijata GNSS-vastaanotinta
- Meaconing: todellisten satelliittisignaalien lähettäminen uudelleen lyhyellä viiveellä virheiden luomiseksi GNSS-vastaanottimeen
- Ohjelmistohyökkäykset tukiasemiin

Tahattomat haavoittuvuudet

- Vaikea avaruussää: ionosfäärin myrskyt voivat aiheuttaa GNSS:n virheitä



- Signaalin monitieheijastukset: ei suoraa signaalireittiä satelliitista vastaanottimen antenniin
- Kiertoratatietojen ja kellojen viat
- Tahattomat kapea- ja laajakaistaiset radiohäiriöt

Satelliittipaikannuksen merkittävä haaste on satelliittisignaalien heikko voimakkuus

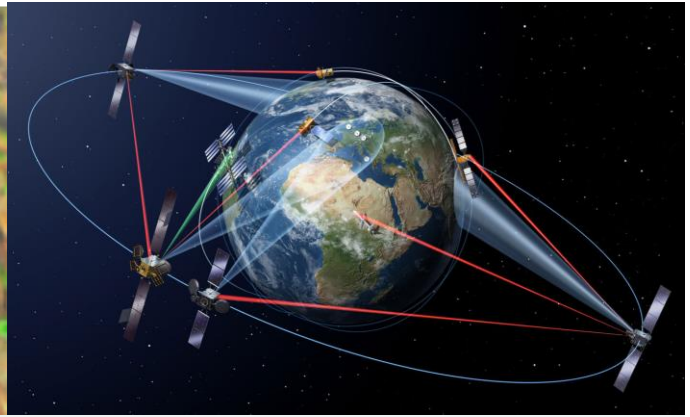
Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Copernicus-kaukokartoitusjärjestelmä

"The European Earth Observation (EO) industry is dominated by SMEs and start-ups"

"North America dominates the EO demand market for both data and service revenues, with Asia-Pacific and EU27 being numbers 2 and 3"





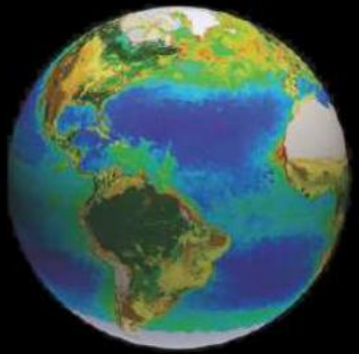


Lähde: EUSPA, Euroopan komissio

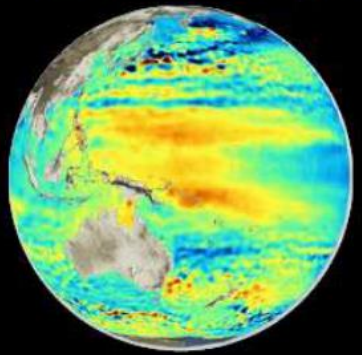
Global & System View by Copernicus

esa

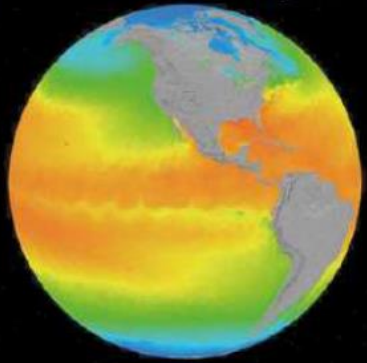
Chlorophyll



Sea Level Height

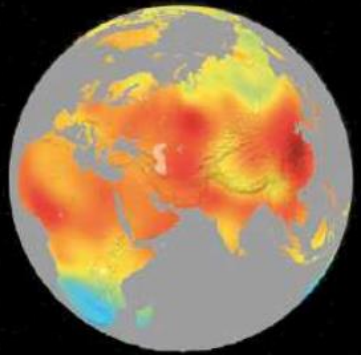


Sea Surface Temperature





Soil Moisture



Carbon Dioxide



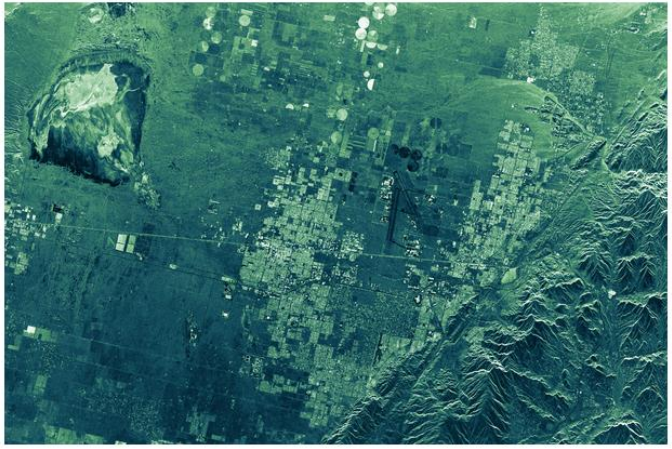
Nitrous Oxyde

Esimerkkejä kaupallisista satelliittituotteista









Lähteet:

Planet.com

& Iceye.com

Kuvia jopa n. 30 cm/pikseli tarkkuudella

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA



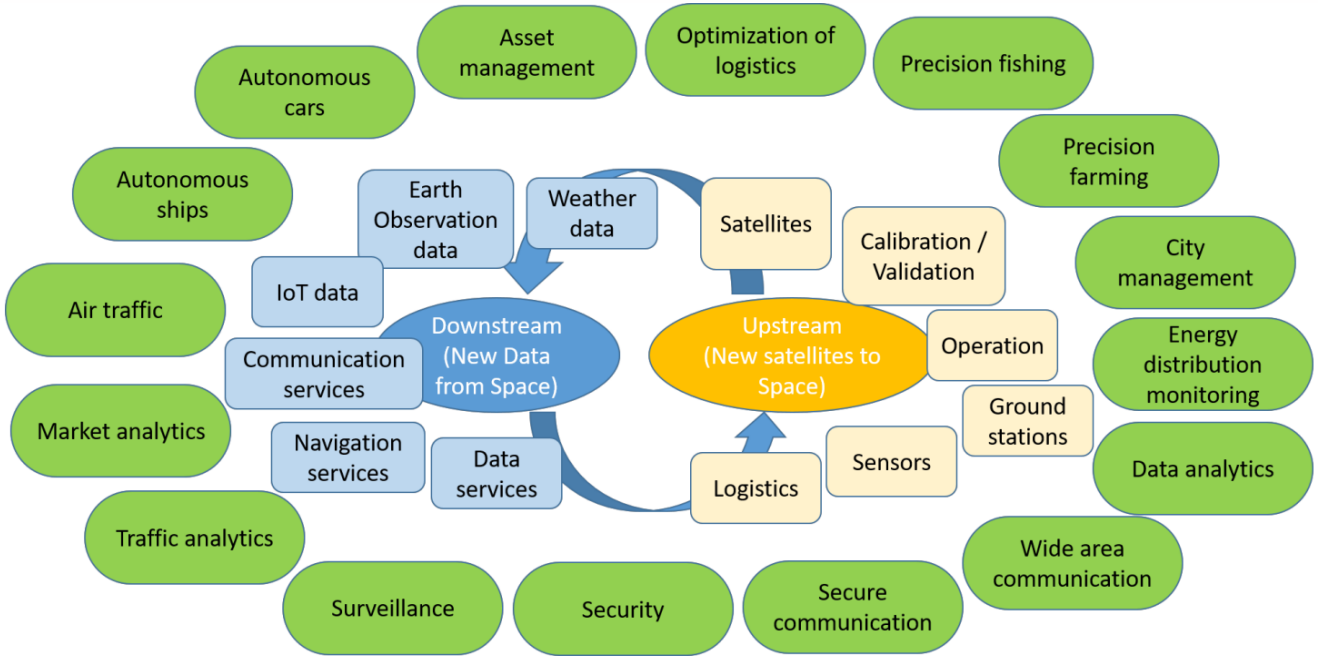
YK tunnistaa avaruusdatan suuren merkityksen kehitystavoitteiden saavuttamisessa

Merkittävää hyötyä avaruusdatasta

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Lähde: Ulkoministeriö, https://um.fi/agenda-2030-kestavan-kehityksen-tavoitteet

Avaruustalouden mahdollisuudet pähkinänkuoressa



Downstream = Data ja palvelut

Upstream = Laitteistokehitys

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Source: Kvarken Space Center

Suomen avaruustoimijat ja painopisteet – julkinen puoli

Table of contents

Foreword
1. Finnish Space Administration
  1.1. Finnish Space Committee
  1.2. Finnish National Strategy for Space Activities
  1.3. National Space Legislation
  1.4. Business Finland
  1.5. Academy of Finland
  1.6. National Committee of COSPAR
2. Space Programmes with Finnish Involvement
  2.1. National Space Programmes
  2.2. Memberships in International Space Organizations
  2.3. European Space Agency (ESA)
    2.3.1. Science Programme
    2.3.2. Earth Observation Envelope Programme
    2.3.3. Telecommunication Programmes
    2.3.4. Technology Programmes
    2.3.5. Space Situational Awareness
  2.4. European Southern Observatory (ESO)
  2.5. European Incoherent Scatter Radar (EISCAT)
  2.6. European Meteorological Satellite Organization (EUMETSAT)
  2.7. International Satellite System for Search and Rescue (COSPAS-SARSAT)
  2.8. European Union
  2.9. Bilateral Collaborations
3. Finnish Space Research
  3.1. Aalto University
    3.1.1. Previous highlights
    3.1.2. Metsähovi Radio Observatory
  3.2. Finnish Environment Institute (SYKE)
  3.3. Finnish Meteorological Institute (FMI)
    3.3.1. Previous highlights
  3.4. National Land Survey (NLS) - Finnish Geospatial Research Institute (FGI)
  3.5. The Natural Resources Institute (Luke)
  3.6. University of Helsinki
    3.6.1. Previous highlights
  3.7. University of Oulu
    3.7.1. Previous highlights
  3.8. University of Turku
  3.9. Technical Research Centre of Finland Ltd (VTT)
  3.10. Millimetre Wave Laboratory of Finland (MilliLab)
  3.11. University of Jyväskylä
  3.12. University of Eastern Finland
  3.13. University of Vaasa



Space research in Finland

Report to COSPAR

Finnish National Committee of COSPAR

ISSN 2341-6351

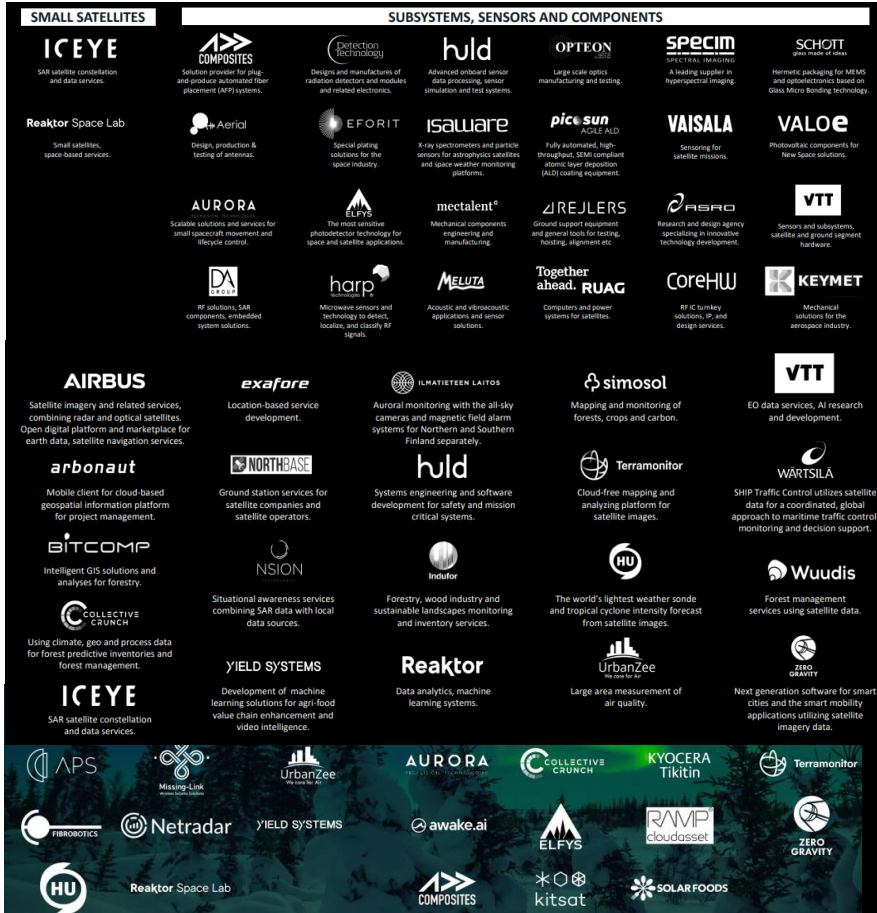
Editors: Minna Palmroth and Markku Alho

Updated 2021-04-07 15:56:11 +0300

Suomen avaruustoimijat ja painopisteet – kaupalliset yritykset

Lähde: Business Finlandin New Space Economy –ohjelma

Lähde: Puolustus- ja Ilmailuteollisuus PIA ry



Space

Accenture 18
Advenica 19
Airbus Defence and Space 21
Captium Security & Defence 31
CGI Finland 33
DA-Group 41
Elomatic 44
FinnSonic 52
Glenair 61
Harp Technologies 62
HT Laser 63
Huld 64
Insta 70-71
Isaware 72
Mectalent 86
Noptel 96
Okun Koneistuspalvelu 100
Patricomp 104
Reaktor Innovations 108
RUAG Space Finland 111
T&G Nordic 128
Vaisala 132
Varjo Technologies 134
Verkotan 136
VTT Technical Research Centre of Finland 138

SOFTWARE

Aplicom – Telematics solutions including tracking of vehicles usage, vehicle positioning and employee/driver identification.

CGI – Specialists in space security and ground control systems.

Fairspectrum – Dynamic spectrum access tools, like CBRS SAS, LSA system, TVWS geolocation database, and customized dynamic spectrum management systems.

Qt The Qt Company – Cross-platform software framework for the development of apps and devices.

RAMP cloudasset – A digital command and control platform for deeper awareness, control, decision making & response.

huld – Systems engineering, software development, data processing and cyber security protection for ground and space segment.

isaware – Advanced data analytics, data-based decision-making support.

Reaktor – Data analytics, machine learning systems.

SILO AI – Trusted AI partner for AI-driven solutions & products.

ISEE Creative – POINTR an Augmented Reality based remote collaboration solution for industry and professionals.

SECURE CONNECTIVITY

Bittium – Secure wireless communications, cyber security.

huld – Systems engineering, software development, data processing and cyber security protection for ground and space segment.

NOKIA – Secure communication networks

Reaktor Space Lab – Small satellites, space-based services.

ekahau WIRELESS DESIGN – Ekahau designs and manufactures wireless location technology.

Missing-Link – We create wireless security systems for organisations who have business-critical wireless networks.

VTT – Integrated satellite-terrestrial secure connectivity.

TESTING AND SIMULATION

ALTAIR – Our simulation technologies develop complex, high-fidelity finite-element models for the predictive virtual testing of airframes, engines, and aircraft interiors.

Eleforss – Testing services from software testing and test automation to physical tests measuring entire equipment.

MAGISTER – Satellite Network Simulation Services supporting design, development, optimization and maintenance of satellite communication networks.

University of Jyväskylä – The Accelerator Laboratory of the University of Jyväskylä's Physics Department hosts the Radiation Effects Facility (RADEF), one of only a few such radiation effects facilities in the world.

FIBROTICS – Testing instrumentation and testing services for single fibres and filaments.

Etteplan – EMC, simulation and mechanical testing services.

ENKO TestHouse – Test System provider and system integrator for wireless technologies.

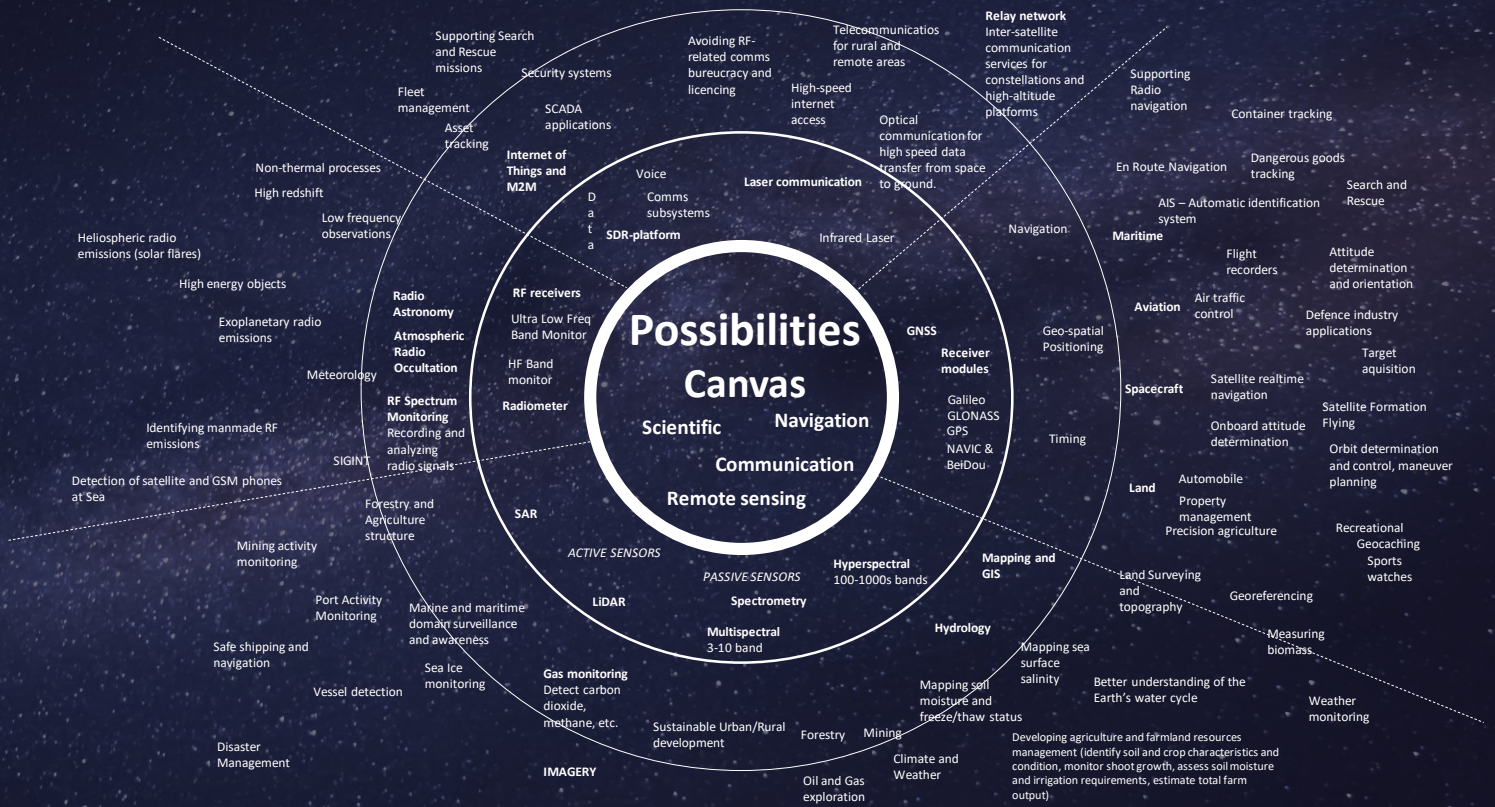
Netradar – Network and satellite connectivity monitoring service for telecom operators.

Verkotan – Tailored antenna and radio frequency test solutions.

TRAINING

VARJO – VR/XR Training technology provider.

kitsat – A fully functional satellite designed for schools, science centers and other space-related educational organisations.



Lähde: Jari Ratilainen, Design Centre MUOVA, VAMK & Kvarken Space Center

Merenkurkun avaruuskeskuksen Suomi-Ruotsi-yhteistyö ja tuleva Aurora-alue

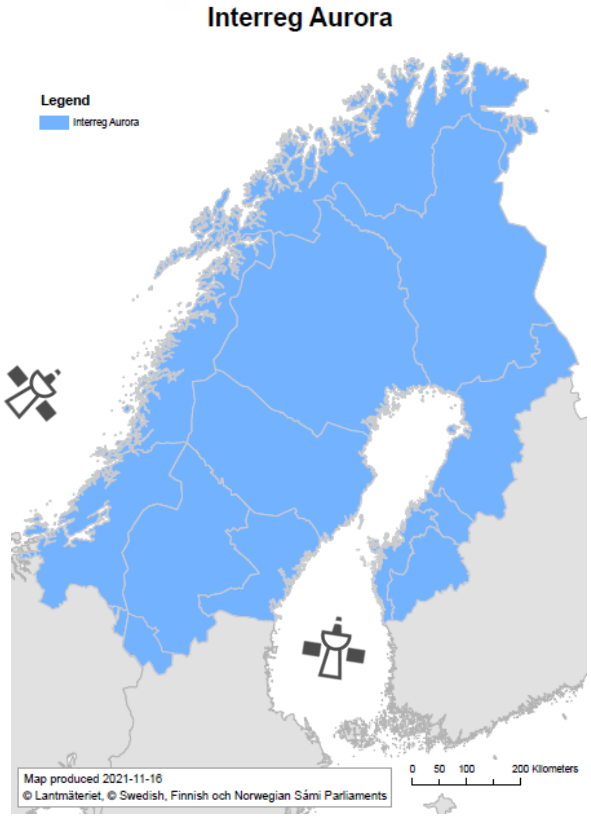
Kvarken Space Center

The Kvarken Space Center

promotes satellite technologies, data and applications in various forms and highlights their essential role in the digital infrastructure of today with focus on benefits for the Kvarken region



Pohjolan avaruusstrategiat toisiaan täydentäviä – yhteistyö tärkeää!




Kiitos!
heidi.kuusniemi@uwasa.fi