



Avaruustoiminta Suomessa 2022 – avaruusasiain neuvottelukunnan vuosiraportti

1. Avaruusasiain neuvottelukunta vuonna 2022

Valtioneuvoston 5.9.2019 ajalle 6.9.2019-5.9.2022 asettaman avaruusasiain neuvottelukunnan (ANK) puheenjohtajana toimi Ilona Lundström työ- ja elinkeinoministeriöstä ja varapuheenjohtajana Päivi Antikainen liikenne- ja viestintäministeriöstä. Puheenjohtajan ja varapuheenjohtajan lisäksi neuvottelukuntaan kuului 12 jäsentä (liite 1). Kyseisen avaruusasiain neuvottelukunta kokoontui vuonna 2022 kerran. Neuvottelukunnalla on sihteeristö (liite 1), jonka pääsihteerinä toimi vuonna 2022 Jenni Tapio työ- ja elinkeinoministeriöstä. Sihteeristö kokoontui säännöllisesti, noin kolmen viikon välein. Avaruusasiain neuvottelukunnan toimikausi vaihtui ja valtioneuvosto asetti uuden neuvottelukunnan *toimikaudelle* 6.9.2022 – 5.9.2025. Puheenjohtajana jatkaa Ilona Lundström työ- ja elinkeinoministeriöstä ja varapuheenjohtajana Kaisa Laitinen. Neuvottelukuntaan nimitettiin 12 jäsentä (liite 1). Neuvottelukunta kokoontui tämän jälkeen kerran ja teki mm päätöksen uusista jaostoista. Neuvottelukunnan kokousagendat ja -muistiot ovat julkisia ja tallennetaan Hankeikkunaan.

2. Avaruusstrategian toimeenpano 2022

Neuvottelukunta määritteli vuoden 2022 strategian toimeenpanon prioriteeteiksi avaruuden kestävästä käytöstä, EU-vaikuttamisen Suomen painopisteiden mukaisesti ja ilmastonmuutoksen. Turvallisuus otettiin kattavammin huomioon avaruusstrategian toimeenpanossa ja kiinnitettiin huomiota tulevaisuuden teknologia- ja käyttötarpeiden ennakointiin ja ymmärtämiseen, ml. 5G, tärkeimpien yhteistyökumppanien identifiointiin, osaamis pohjan varmistamiseen ja markkinointiin.

Strategian toimeenpanosta raportoidaan alla strategian kolmen teeman ja määriteltyjen toimenpiteiden mukaisesti otsikoituna.

2.1 Markkinoille pääsyn edellytykset

2.1.1 Business Finlandin New Space Economy –ohjelma kannusti yrityksiä yhteistarjoaman kehittämiseen, pilottihankkeiden toteutukseen ja yhteiseen viestintään. Uusien yritysten aktivoimiseksi avaruustoimintaan hyödynnettiin mm. ESA Business Incubation Centren, jatkossa ESA BIC, ja eurooppalaisten avaruus- ja puolustusalan ohjelmien hakuja.

2.1.2 Business Finlandin New Space Economy –ohjelma edisti innovaatorahoituksen, viennin ja Suomeen suuntautuvien investointien kasvua ohjelman tavoitteiden mukaisesti. Ohjelma osallistui useaan kansainväliseen tapahtumaan, merkittävimmät Pariisin Inter-

national Astronautical Congress 2022 ja Bremenin Space Tech Expo Europe 2022 tapahtumaan yhdessä suomalaisten yritysten kanssa. Suomalaisen avaruusalan osaamista päivitettiin New Space Economy in Finland landscape –julkaisun osalta.

2.1.3 Business Finlandin myöntövaltuutta kohdistettiin vuoden 2022 aikana kotimaiseen ja kansainväliseen avaruustoimintaan yhteensä 55M€, rahoituksesta pääosa on ESA ohjelmatoimintaan osallistumisen rahoitusta. Aalto yliopiston yhteydessä toimivaan ESA BIC Finland –yrityshautomoon on vuoteen 2022 mennessä valittu yhteensä 27 yritystä. Uusien yritysten haku toteutetaan kolme kertaa vuodessa. Valittuja yrityksiä rahoitetaan ESA:n sekä Business Finlandin toimesta. Pääkaupunkiseudun lisäksi hautomon toiminta laajenee Vaasaan ja Tampereelle.

2.1.4 Referenssit

PRS-käyttöönotto: Galileon PRS-palvelun kansallisen käyttöönoton (ks. 2.2.6) yhteydessä pyritään huomiomaan elinkeinoelämän mahdollisuudet osallistua tarvittavan infrastruktuurin kehittämiseen ja rakentamiseen. Tarkoitus on tukea satelliittipaikkannuksen osaamispääoman kehittymistä ja näin edistää liiketoiminnan syntymistä kotimaassa ja kansainvälisesti. Traficomissa toimiva PRS-viranomainen on

- tuottanut kansainväliseen aineistoon perustuen vuonna 2022 katsauksen PRS-palvelun käyttöön liittyvien laitteiden ja järjestelmien markkinapotentiaalista Euroopassa.
- käynnistänyt vuoropuhelun suomalaisen elinkeinoelämän ja tutkimusyhteisön kanssa ja viestinyt PRS-palvelun käyttöönottoon liittyvistä tulevaisuuden näkymistä.
- yhdessä tutkimusorganisaatioiden kanssa edistämässä tutkimushanketta Galileon PRS-signaaleja hyödyntävän ajastus- ja synkronointikäyttöön tarkoitetun satelliittivastaanottimen prototyypin rakentamiseksi.

2.1.5 *Lainsäädäntö: Satelliittidatan vastaanottoa, käyttöä ja jakelua koskeva sääntely*
Työ- ja elinkeinoministeriö asetti maaliskuussa 2021 poikkihallinnollisen työryhmän valmistelemaan satelliittidatan jakelua ja käyttöä koskevaa lainsäädäntöä. Työryhmän toimikautta jatkettiin 31.5.2022 asti. Työryhmä valmisteli hallituksen esityksen (HE 113/2022 vp) sisältäen lakiehdotukset laiksi maa-asemista ja eräistä tutkista sekä avaruustoiminnasta annetun lain muuttamisesta. Lait tulevat voimaan 1.2.2023. Lakien voimaantultua maa-asema- ja avaruuteen liittyvä tutkatoiminta ovat luvanvaraista toimintaa. Lupaviranomaisena toimii Liikenne- ja viestintävirasto. Lisäksi avaruustoimintalaissa tarkoitettu satelliittikaukokartoitus on luvanvaraista toimintaa. Lupaviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö.

Avaruustoimintalupamenettely

Työ- ja elinkeinoministeriö toimii avaruustoimintalain mukaisen avaruustoiminnan lupaviranomaisena. Vuonna 2022 toteutettiin useita lupamenettelyjä. Avaruustoiminnan lupa- ja valvontaprosessin kehittäminen jatkuu vuonna 2023 uuden, satelliittikaukokartoitukseen liittyvän lupaprosessin ohella. Vuonna 2022 laukaistiin yhteensä neljä satelliittia (yksi yliopistosatelliitti, kolme kaupallisen toimijan satelliittia), jotka rekisteröitiin Suomeen (<https://tem.fi/avaruusesinerekisteri>). Näin ollen 31.12.2022 kiertoradalla oli jo 21 suomalaista satelliittia (kolme yliopiston, 18 kaupallisen toimijan).

2.2 Kansainvälinen vaikuttaminen

2.2.1 *Avaruushallinto* Poikkihallinnollista avaruusasioiden valmistelua varten neuvottelukunnalla on ollut kuusi (6) valmistelujaostoa. Jaostot aloittivat toimintansa syksyllä 2020.
1) Navigaatiojaosto
2) Kaukokartoitusjaosto
3) Turvallisuusjaosto

- 4) Tilannekuvajaosto
- 5) Tiedejaosto
- 6) Liiketoimintajaosto

ANK:n sihteeristöllä on jaostojen vetovastuu.

Jaostotyöskentelyn tavoitteena on parantaa tiedonkulkua ja kansainvälistä vaikuttavuutta sekä edistää avaruusstrategian toimeenpanoa ja hallitusohjelman mukaisia ja muita poliittisia tavoitteita kiinnittäen huomiota avaruuden kasvavaan merkitykseen yhteiskunnan eri aloilla. Uusi neuvottelukunta nimitti jaostot uudelleen sekä seitsemänneksi Tietoliikennejaoston.

- 1) Navigaatiojaosto
- 2) Kaukokartoitusjaosto
- 3) Avaruuspuolustus- ja turvallisuusjaosto
- 4) Avaruusliikenteen hallintajaosto
- 5) Tiede- ja tutkimusjaosto
- 6) Liiketoimintajaosto
- 7) Tietoliikennejaosto

Navigaatiojaosto

Navigaatiojaoston puheenjohtajana toimi Vesa Häyrinen (LVM) ja varapuheenjohtajana Tero Vihavainen (Traficom). Jaosto kokoontui kevätkaudella ANK:n 2019 asettamana kaksi kertaa. Jaosto järjestäytyi uudelleen ANK:n toimikauden vaihtumisen jälkeen ja kokoontui yhden kerran syyskaudella. Navigaatiojaosto toimii hallinnonalojen välisenä tiedonvaihtokanavana satelliittinavigointiin liittyvissä asioissa. Jaostossa koordinoidaan myös Suomen edustajien osallistumista EU:n avaruusohjelmakomitean Galileo- ja EGNOS-konfiguraation ja sen alatyöryhmien kokouksiin.

Kaukokartoitusjaosto

Kaukokartoitusjaoston puheenjohtajana toimi Vesa Häyrinen (LVM) ja varapuheenjohtajana Jouni Pulliainen (Ilmatieteen laitos). Jaosto järjestäytyi uudelleen ANK:n toimikauden vaihtumisen jälkeen ja kokoontui syyskaudella yhden kerran. Kaukokartoitusjaosto toimii hallinnonalojen välisenä tiedonvaihtokanavana kaukokartoitukseen liittyvissä asioissa. Jaostossa koordinoidaan erityisesti EU:n Copernicus -ohjelmaa ja ESA:n kaukokartoitusohjelmaa koskevia asioita sekä muita kaukokartoituksen kansainväliseen yhteistyöhön liittyviä ajankohtaisia asioita.

Turvallisuusjaosto

Turvallisuusjaoston puheenjohtajana toimi Pentti Olin (PLM). Jaosto kokoontui 29.4.2022 Traficomien tiloissa. Keskusteltavina asioina olivat turvallisuusnäkökohdat avaruustoimintakysymyksissä, YK:n Open Ended Working Group, Ukrainan sodan aiheuttamat uhat Unionin avaruusohjelmalle ja suunnitellut toimenpiteet sekä katsaus Galileon turvallisuusasioihin. ANK:n toimikauden vaihtumisen jälkeen jaoston nimi muutettiin Avaruuspuolustus- ja turvallisuusjaostoksi.

Tilannekuvajaosto

Tilannekuvajaoston puheenjohtajana toimi Jenni Tapio (TEM). Tilannekuvajaostossa laadittiin kansallisen avaruustilannekeskuksen hankesuunnitelma sekä jatkettiin Suomen EU SST -kumppanuuden valmisteluja, millä saavutettiin Suomen liittyminen EU SST-jäseneksi marraskuussa 2022. Vuoden 2022 lopussa ANK:n toimikauden vaihtumiseen liittyvän uudelleenjärjestäytymisen yhteydessä tilannekuvajaosto muutettiin avaruusliikenteen hallintajaostoksi.

Tiedejaosto

Tiedejaoston puheenjohtajana toimi Heidi Pennanen (TEM) ja varapuheenjohtajana Tuija Ypyä (TEM). Jaoston tavoitteisiin kuuluu tiede- ja tutkimusohjelmiin vaikuttaminen Suomen vahvuuksien ja tarpeiden mukaisesti sekä aktiivisen vuorovaikutuksen edistäminen tiedeyhteisön ja avaruushallinnon välillä. Jaostolla oli yksi virallinen kokous,

minkä lisäksi jaosto piti syyskaudella ESA SPC -valmisteluja varten yhden epävirallisen kokouksen ANK:n toimikauden vaihtumiseen liittyvän uudelleenjärjestäytymisen ollessa vielä kesken. Jaostossa evästettiin uusia ESA-delegaatteja ja valmisteltiin Suomen kantoja ESA SPC-kokouksiin sekä tiedotettiin erityisesti tiedeyhteisön kannalta olennaisista Horisontti Euroopan 4. klusterin (Digitaalitalous ja -teknologia, teollisuus ja avaruus) hauista.

Liiketoimintajaosto

Liiketoimintajaoston puheenjohtajana toimii Kimmo Kanto (Business Finland). Jaostossa huomioidaan yritysten tarve ennakoida toimintaympäristön kehitystä. Jaoston tehtävänä on edistää alan kehitystä, ja fasilitoida aktiivista vuorovaikutusta. Yritykset kytketään osaksi hallintotyötä, jossa tärkeänä on yhteisen näkemyksen ja toimintasuunnitelman muodostaminen, läpinäkyvyys, avaruusalan ekosysteemin kehittyminen, yhteistyön ja kumppanuuksien edistäminen. Jaosto organisoii Finnish Space Business Forum -tilaisuuksia vuoden 2022 aikana.

Tietoliikennejaosto

Tietoliikennejaoston puheenjohtajan toimii Sofia Lindbäck (LVM) ja varapuheenjohtajana Pekka Pussinen (Traficom). Jaosto aloitti toimintansa syksyllä 2022 ja kokoontui yhden kerran vuoden 2022 aikana (järjestäytymiskokous). Jaoston tavoitteisiin kuuluu tietoliikenneliitännäisten kansainvälisten ja kansallisten ohjelmien, rahoitusinstrumenttien ja hankkeiden seuranta (esim. IRIS², GOVSATCOM, ESA ARTES, Horizon, 6G Bridge...) sekä kansallinen palveluiden käyttäjäryhmien tarpeiden ja kehityssuuntien seuranta. Tavoitteena on tuottaa poikkihallinnollinen näkemys satelliittitietoliikenteen osalta tukemaan kansallisen tavoitetilän toimeenpanoa.

- 2.2.2 *Kansainvälinen edustus* Euroopan Unionin avaruusohjelman komiteajäsennimitykset tehtiin jo 2021 jokaisen alaohjelman, turvallisuuden ja horisontaalista kokoonpanoa varten. TEM:n vastuulla on horisontaalinen kokoonpano ja avaruuden tilannekuva-alaohjelma SST, muuten komiteajäsenyydet on jaettu hallinnonaloittain (LVM, PLM, UM, SM, Ilmatieteenlaitos, Maanmittauslaitos, Traficom).

Johtava asiantuntija Jenni Tapio (TEM) toimi YK:n avaruuskomitean (COPUOS) pääkokouksen ensimmäisenä varapuheenjohtajana vuonna 2022.

- 2.2.3 *Markkinointi* Viestintäforumina on toiminut TEM:n ja Business Finlandin yhteistyössä Spacefinland -nettisivusto, jonka kautta on viestitty avaruusalan tavoitteista, strategista, toimijoista ja tapahtumista. Sivusto tukee avaruusstrategian viestintää, tarjoaa ajankohtaista tietoa uutisia ja hakuaikoja. Toimijoilla on mahdollisuus saada tietoa avaruustoimiluvista, kansainvälisestä yhteistyöstä ja liiketoimintamahdollisuuksista, rahoituksesta sekä koulutuksesta avaruusosalalle. Suomi osallistuu myös ESAn viestintäkomitean ACC:n toimintaan. Viestintäkomitean kautta on mm saatu markkinointimateriaalia, kuvia ja tekstejä. TEM ja muut toimijat ovat tuoneet viestinnässään esille avaruusasioita ja BF New Space Economy ohjelmaan liittyviä asioita.

- 2.2.4 *Kansainväliset säännökset* COPUOS YK:n avaruuskomitea (United Nations Committee on Peaceful Uses of Outer Space, COPUOS) käsittelee avaruuden käyttöön ja tutkimukseen liittyviä kysymyksiä ja valmistelee avaruustoimintaa koskevaa kansainvälistä sääntelyä. Suomi hyväksyttiin COPUOS:n jäseneksi vuonna 2018. TEM vastaa COPUOS edustamisesta yhteistyössä UM:n ja Wienin lähetystön kanssa, mutta komitean toiminta-ala koskettaa kaikkia hallinnonaloja. Suomi edistää COPUOS:ssa samoja teemoja kuin muussa kv. vaikuttamisessa: kestävä käyttö, kestävä kehitys, uudet liiketoimintamahdollisuudet, kansainvälisen sääntelyn kehittäminen. Osallistuminen 95 jäsenmaan foorumiin mahdollistaa vaikuttamisen kansainväliseen sääntelyyn ja on hyvä mahdollisuus saada globaalia näkyvyyttä suomalaiselle osaamiselle. Teknillistieteellisen alakomitean kokous pidettiin täysin etäyhteyksiä hyödyntäen, oikeudellisen alakomitean kokous ja pääkokous pidettiin hybridimallisina COVID19- pandemiasta

johtuen. Avaruuden luonnonvarojen käytön teema on ollut komitean työlliställä Suomen aloitteesta.

2.2.5 *ESA:n ohjelmat*

Euroopan avaruusjärjestön ESA:n ministerikokous järjestettiin Pariisissa 22.-23.11.2022. Kolmen vuoden välein pidettävässä ministerikokouksessa jäsenvaltiot päättävät ESA:n tulevien vuosien painopisteistä, ohjelmista ja rahoituksesta. Kokouksessa Suomen delegaatiota johti TEM:n osastopäällikkö Ilona Lundström.

Suomi osallistuu ESA:n vapaaehtoisin ohjelmiin 17,7 miljoonalla eurolla vuodessa. Valituilla ohjelmilla edistetään Suomelle tärkeitä teemoja, kuten ilmastonmuutoksen torjuntaa, arktisen alueen kehitystä, avaruuden kestäväää käyttöä, satelliitti-5G:n kehitystä, autonomista liikennettä ja kyberturvallisuutta. Suomi liittyi myös miehitettyjen lentojen tutkimusohjelmaan (Human and Robotic Exploration). Suomi on Viron ohella viimeiset ESA:n jäsenmaat, jotka liittyivät ohjelmaan. Suomi sitoutui ohjelmaan 4 miljoonalla eurolla. Suomi ei osallistu kantorakettien kehitykseen.

Lisäksi Suomi osallistuu suoraan ESA:n perustamissopimuksen nojalla ESA:n pakollisiin ohjelmiin, joista erityisesti tiedeohjelmassa Suomi on ollut mukana useissa tärkeissä tiedehankkeissa. Pakollisten ohjelmien osalta Suomen vuosittainen rahoitus kasvaa nykyisestä 12,5 miljoonasta eurosta keskimäärin 13,8 miljoonaan euroon vuodessa.

Kokouksen yhteydessä ilmoitettiin ESA:n astronauttihaun valinnoista. Astronauttihaku kiinnosti myös suomalaisia: keväällä 2021 aloitettuun hakuprosessiin osallistui yli 300 suomalaista.

Suomen ja Euroopan avaruusjärjestön yhteinen teollisuuspoliittinen työryhmä (Joint Finland - ESA Industrial Policy Task Force IPTF) perustettiin jo vuonna 2018. Tavoitteena on ollut löytää keinoja edistää Suomen avaruussektorin uudistumista ja suomalaisten yritysten ja tutkimusorganisaatioiden osallistumista ESA:n ohjelmiin. Suomen maapalautetilanne on saavuttanut tavoitteen, ollen 1.01 % syyskuun 2022 lopussa. Työ jatkui vuonna 2022 kestäväen kasvun jatkumisen varmistamiseksi. Business Finlandin lähetetty työntekijä jatkoi työtään ESA:n Pariisin pääkonttorilla.

2.2.6 *EU:n avaruusohjelmat*

Venäjän aloitettua hyökkäyssodan Ukrainaun, EU päätti, osana Venäjän vastaista pakotepakettia, katkaista kaiken avaruustoimintaan liittyvän yhteistyön Venäjän kanssa. Päätös esti myös venäläisten kantorakettien hyödyntämisen EU:n avaruusohjelman satelliittien viemisessä maan kiertoradalle. EU onkin etsimässä vaihtoehtoisia laukaisupalveluiden tarjoajia satelliittijärjestelmien päivittämiseksi ja vahvistamassa omia kantorakettiohjelmiaan. Venäjä-yhteistyön katkaiseminen pysäytti myös joitain tutkimushankkeita ja aiheutti pieniä haasteita avaruusjärjestelmissä käytettävien materiaalien saatavuudelle. Avaruuspuolustus ja turvallisuuskysymykset ovat nousseet entistä vahvemmin esille Ukrainan sodan vaikutusten myötä.

Eurooppalaiset avaruusasioista vastaavat ministerit tapasivat Ranskan Toulousessa 16.2.2022 Space summitissa. Samana päivänä järjestettiin kilpailukykyministerien epävirallinen kokous ja Euroopan avaruusjärjestö ESA:n epävirallinen ministerikokous. Suomea kokouksissa edusti elinkeinoministeri Mika Lintilä. Ministerien agendalla oli muun muassa Euroopan komission avaruusliikenteen hallintaa koskeva strategiaehdotus ja turvallista satelliittilaajakaistaa koskeva aloite. Keskustelu avaruusliikenteen hallinnan kehittämisestä tukee eurooppalaisen avaruusstrategian tavoitteita. Ranskan presidentti Emmanuel Macron piti kokouksessa loppupuheenvuoron. Epävirallisissa kokouksissa ministerit keskustelevat ajankohtaisista aiheista, mutta niissä ei tehdä virallisia päätöksiä.

EU:n komission avaruuden ja puolustusteollisuuden pääosaston DG Defisin pääjohtaja Timo Pesonen ja Euroopan avaruusjärjestön pääjohtaja Josef Aschbacher vierailivat yhdessä Suomessa 25.3.2022. Pääjohtajat tapasivat elinkeinoministeri Lintilän ja osallistuivat työ- ja elinkeinoministeriön järjestämään kutsuvierastilaisuuteen avaruustoinnin yhteiskunnallisista ja taloudellisista vaikutuksista. Lisäksi pääjohtajat vierailivat VTT:llä ja Aalto yliopistossa.

Ranskan puheenjohtajakaudella EU:n kilpailukyvyistä vastaavat ministerit kokoontuivat Luxemburgissa 9.–10.6.2022. Kokouksessa Suomea edusti TEM:n valtiosihteeri Ann-Mari Kemell. Avaruusasioissa kokouksessa hyväksyttiin Copernicus-ohjelman kehittämistä vuoteen 2035 asti koskevat päätelmät sekä EU:n näkemys avaruusliikenteen hallinnasta. Lisäksi neuvosto keskusteli EU:n avaruusohjelman resilienssistä ja kilpailukyvyistä. Tsekin puheenjohtajakaudella kilpailukykyasioista vastaavat ministerit kokoontuivat Brysselissä 2.12. Avaruudesta vastaavat ministerit keskustelivat kokouksessa EU:n avaruusdatan hyödyntämisestä. Suomea molemmissa kokouksissa edusti elinkeinoministeri Mika Lintilän valtiosihteeri Ann-Mari Kemell.

GOVSATCOM-ohjelmassa kehitetään viranomaisten ja julkisen hallinnon käyttöön turvallinen satelliittiviestintäpalvelu. Siinä aloitettiin palveluiden ja vaatimusten määrittely sekä GOVSATCOM:in että tulevan turvallisten yhteyksien (IRIS²) ohjelman valmistelua varten. Jäsenvaltioilta kerättiin myös arvioita kapasiteettitarpeista eri käyttötapauksien osalta jaksotettuna nykyhetkestä vuoteen 2040 asti. Lisäksi aloitettiin palveluiden ja kapasiteetin jakamiseen sekä priorisointiin tarvittavan mallin luonnostelu. Tarkoituksena on taata jokaiselle jäsenmaalle ja EU:n näitä palveluja tarvitseville virastoille osuus yhteisesti jaetuista resursseista. Tulevien GOVSATCOM ja IRIS² -palveluiden tarjoamiseen liittyvän maainfrastruktuurin (GOVSATCOM Hub) kehitys jatkui hankintamenettelyllä, jonka tavoitteena on saada toiminnallinen kyvykkyys alustavien GOVSATCOM -palveluiden käytölle 2023-2024.

Turvallisten yhteyksien ohjelman (IRIS²) edistämistä varten järjestettiin GOVSATCOM-ohjelman yhteydessä kuusi teknistä työpajaa, joissa käytiin läpi käyttötapauksia, lisäpalveluita, kapasiteettitarpeita sekä komission käymää alustavaa markkinakonsultaatiokyselyä.

Avaruustilannetietoisuuden merkitys kasvaa voimakkaasti etenkin satelliittien ja kierroradoilla olevan avaruusromun määrän lisääntyessä kasvavalla vauhdilla. Suomen asiaan liittyvien kyvykkyysien parantamiseksi valmistellaan kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamista. Valmistelutyö aloitettiin joulukuussa 2022 LVM:n vetämänä hankkeena, johon eri ministeriöt osallistuvat. Valmistelu saatetaan valmiiksi maaliskuuhun 2023 mennessä, minkä jälkeen keskuksen operatiivisen toiminnan valmistelu alkaa. Suomi liittyi syksyllä 2022 EU:n SST-konsortioon, joka tuottaa avaruustilannekuvaa EU:n tarpeisiin. Toimintaa koordinoi Suomessa Ilmatieteen laitos ja kansallista avaruustilannekeskusta hyödynnetään operatiivisten palveluiden toimittamiseksi EU:lle.

Avaruustilannetietoisuus (SSA, 'Space Situational Awareness') muodostuu kolmesta alueesta: Avaruusvalvonnalla ('Space Surveillance and Tracking, SST') tarkoitetaan avaruusesineiden teknistä tarkkailua ja seurantaa, joka toteutetaan erilaisilla maanpäällisillä sekä mahdollisesti avaruudessa sijaitsevilla sensoreilla ja tilannekuvajärjestelmillä.

Avaruussäällä ('Space Weather, SWE') tarkoitetaan avaruuden olosuhteita, jotka voivat vaikuttaa teknologisten systeemien suorituskykyyn ja luotettavuuteen tai uhata ihmisten hyvinvointia, joko avaruudessa, ilmakehässä tai maan pinnalla. Maata läheisillä kappaleilla ('Near-Earth Objects, NEO') tarkoitetaan Maan lähiavaruuden kappala-

leita (meteoroidit, asteroidit, komeetat), joihin liittyy turvallisuusriski. Avaruuden kestävään käyttöön liittyvät teemat ovat yksi Suomen avaruusstrategian pääpainopistealueista. Avaruuden tilannetietoisuus on tässä tärkeässä roolissa.

Kansallinen avaruustilannekuvakeskus on suunnitellussa Suomen SSA-toiminnassa keskeisellä sijalla, ml. osallistumisessa EU:n SST-toimintaan. Osana valmistelua on tunnistettu olemassa olevat Ilmatieteen laitoksen kyvykkyydet avaruustilannekuvakeskuksen operatiivisena toimijana yhdessä Maanmittauslaitoksen laser-infrastruktuurin kanssa (kiertoradalla olevien kohteiden seuranta). Vuonna 2014 käynnistetyistä EU:n SST-toiminnasta vastaa EU SST-konsortio, joka muodostuu tarvittavat toiminnalliset kyvykkyydet omaavista EU-jäsenmaista. Jatkossa EU SST -kumppanuus (EU SST Partnership) on osa EU:n avaruusohjelman avaruustilannekuva-alaohjelmaa (SSA), jonka tavoitteena on valvoa, jäljittää ja tunnistaa avaruusesineitä (SST), valvoa avaruussäätä (SWE) sekä verkottaa jäsenvaltioiden maata lähellä olevien kappaleiden havainnointikapasiteetteja (NEO).

Galileo-satelliittinavigointijärjestelmän operointi ja kehittäminen jatkuivat vuonna 2022 pääosin suunnitelman mukaisesti. Palvelutuotannon taso pysyi koko vuoden hyvänä. Järjestelmän erityispalveluiden kehitys eteni hyvin. Suunnitelman mukaan Galileon HAS-tarkkuuspalvelu olisi saatavilla tammikuussa 2023 ja OS-NMA autentikointipalvelu loppuvuodesta 2023. Myös Galileon PRS-palvelun kehitys eteni ja suunnitelman mukaan se on tulossa jäsenmaiden saataville vuoden 2025 lopussa.

Galileon PRS-palvelun kansallinen käyttöönotosta hallituksen talouspoliittinen ministerivaliokunta linjasi marraskuussa 2020, että Suomi ottaa kansallisesti käyttöönsä eurooppalaisen Galileo-satelliittipaikannusjärjestelmän julkisesti säännellyn palvelun (Public Regulated Service, PRS-palvelu). Suomi olisi näin ollen ensimmäisten EU-jäsenmaiden käyttäjien joukossa sen tullessa saataville.

Kansalliseksi PRS-viranomaiseksi on Suomessa määritetty Traficom, joka myös vastaa palvelun käyttöön tarvittavan kansallisten järjestelmien suunnittelusta ja rakentamisesta. Laissa sähköisen viestinnän palveluista uudistuksessa (1.1.2023 alkaen) Erilliset verkot Oy valtuutettiin toimimaan PRS-palveluntarjoajana.

2.2.7 Parempi kattavuus

Satelliittinavigointia käsittelevissä EU-työryhmissä pyritään vaikuttamaan Galileo- ja EGNOS-järjestelmien ja niiden palveluiden kehityssuunnitelmiin niin, että palvelutuotannon laatu myös arktisilla alueilla on yhtenevä muun Euroopan kanssa. Galileo-järjestelmän tarjoama aika- ja sijaintitieto on ollut Suomen alueella tasavertainen tai parempi verrattuna globaaliin keskiarvoon. Palvelulaadun tasaisuudessa ja saatavuudessa on kuitenkin ollut jo vuodesta 2009 haasteita esimerkiksi lennonvarmistuksen hyödyntämässä EGNOS-järjestelmässä. EGNOS-järjestelmän käytettävyyden parantamiseksi Suomen pohjoisissa osissa onkin EU-työryhmissä tehty pitkäjänteistä vaikuttamista, jonka tuloksena EGNOS-ohjelma on rakentanut Suomeen toisen, Kuusamoon sijoitettavan RIMS-aseman. Uuden aseman rakennustyöt valmistuivat vuoden 2021 aikana ja sen käyttöönottohyväksynät valmistuivat 2023 aikana. Kuusamon RIMS-asema tulee mukaan EGNOS-palvelutuotantoon vuoden 2023 loppupuolella. EUSPA on tilannut aseman rakennustyöt ja ylläpidon Maanmittauslaitokselta.

2.3. Osaamisen vahvistaminen

2.3.1 Yhteishankkeet Business Finlandin rahoitus on raportoitu kohdassa 2.1.2.

2.3.2 Tutkimusrahoitus

Vuonna 2022 Suomen Akatemia rahoitti avaruusalan tutkimusta yhteensä 7,28 miljoonalla eurolla (8,05 miljoonaa euroa, jos satelliitteja hyödyntävä kaukokartoitus lasketaan mukaan). Rahoitusta myönnettiin seuraavien rahoitusmuotojen kautta: tutkijatohtori (227 k€), akatemiaturkija (1,755 M€), akatemiahanke (1,948 M€), liikkuvuusapurahat (86

k€) ja huippuyksikköohjelma (4,035 M€). Lisäksi EISCATin jäsenmaksu oli 748 965 euroa ja ESON jäsenmaksu 2,877 miljoonaa euroa vuonna 2022.

EISCAT-neuvosto kokoontui Akatemian isännöimään hybridikokoukseen Helsingissä kesäkuussa 2022. Vuonna 2022 aloitettiin myös valmistelut Helsingissä kesällä 2023 järjestettävää ESO-neuvoston kokousta varten yhdessä ESON ja Suomen ESO-keskukseen kanssa (Finnish Centre for Astronomy with ESO, FINCA). Valmistelutyötä yhdessä FINCAN kanssa tehtiin erityisesti ESO-neuvoston kokouksen yhteydessä Helsingissä järjestettävää ESO-päivää (ESO Day) varten.

Yliopistot rahoittavat avaruusalan tutkimusta sekä epäsuorasti vakituisen henkilökuntansa kuten professoreiden palkkoina ja myös suoralla projektirahoituksella. Yliopistojen tuottama uusi tieto ja lisäarvo avaruusalan tutkimukselle sekä yliopistojen yhteiskunnallinen osallistuminen avaruusalan kehittämiseen perustuu tähän omaan rahoitukseen.

2.3.4 Kestävä kehitys

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan (VN TEAS) hanke "Avaruustoiminnan yhteiskunnalliset vaikutukset" käynnistyi maaliskuussa 2021. Toteuttajana ovat 4Front Oy ja VTT. Hanke tarkastelee erityisesti, miten Suomessa on hyödynnetty ja voidaan paremmin hyödyntää avaruusteknologiaa ja satelliittidataa hallitusohjelman tavoitteiden ja muiden alojen tarpeiden toteuttamisessa, ml. ympäristön ja ilmastomuutoksen seuranta, liikenteen uudet ratkaisut, maa- ja metsätalous, maankäyttö ja kaupunkisuunnittelu, huoltovarmuus ja pelastustoimi. Hankkeen julkistus oli maaliskuussa 2022 ja sen tuloksia voidaan käyttää hyödyksi hallitusohjelman toteuttamisessa, avaruusstrategian toimeenpanossa ja määriteltäessä Suomen kansainvälisen yhteistyön prioriteetteja, ml. ESA:n ohjelmat.

Työ- ja elinkeinoministeriö järjesti 25.3.2022 kutsuvierastilaisuuden avaruustoiminnan yhteiskunnallisista ja taloudellisista vaikutuksista. Tilaisuudessa esiteltiin (VN TEAS) julkaisema em. tutkimus avaruustoiminnan vaikutuksista. Avaruusteknologiaa ja sen mahdollistamia sovelluksia käytetään muun muassa teollisuudessa, pankkitoiminnassa ja kaupanalalla. Avaruustoiminnan häiriintymisellä voisi olla vakavia vaikutuksia yhteiskunnan ja ihmisten arjen sujuvuuteen. Tilaisuuden paneelissa keskusteltiin laajasti avaruuden vaikutuksista EU:n kilpailukykyyn, yrityksiin, vihreään ja digitaaliseen siirtymään sekä turvallisuuteen. Vahva viesti panelisteilta oli tarve vahvistaa EU:n yhteistyötä, jotta EU pysyy mukana alan kehityksessä ja turvaa kilpailukykyä kansainvälisesti. Keskustelijoina olivat Euroopan avaruusjärjestö ESAn pääjohtaja Josef Aschbacher, Business Finlandin pääjohtaja Nina Kopola, Iceyen toimitusjohtaja Rafal Modrzewski, europarlamentaarikko Ville Niinistö ja Euroopan komission puolustusteollisuuden ja avaruuden pääosaston pääjohtaja Timo Pesonen

2.3.5 Osaaminen ja koulutus

Avaruusalan koulutusta antavat Suomessa Helsingin yliopisto, Aalto-yliopisto, Turun yliopisto ja Oulun yliopisto. Lisäksi yliopistot tarjoavat jatkokoulutusta yhteistyössä sektoritutkimuslaitosten sekä jossain määrin yritysten kanssa. Merkittävin tekijä korkealaatuisen avaruusalan koulutuksen antamisessa ovat kansainväliset yhteisprojektit, joissa suomalaiset tutkijat ovat yhteistyössä esimerkiksi ESA:n tai muun kansainvälisen ryhmän kanssa. Näissä yhteisprojekteissa on kaksi ulottuvuutta: tutkijoiden oma ammattitaito kehittyy, ja projekteihin palkatut opiskelijat pääsevät verkottumaan kansainvälisten tekijöiden kanssa. Tällä hetkellä yliopistoilla on erittäin vähän sellaista perusrahoitusta, joissa voitaisiin tuottaa yhtä osaavia henkilöitä avaruusalan tarpeisiin. Tästä syystä kansainvälisten projektien voittaminen Suomeen on avaruusalan koulutuksen elinehto, mitä ilman on lähes mahdotonta tuottaa uusia suomalaisia avaruusosaajia. Suomen on jatkossa vielä parannettava niitä edellytyksiä, joilla kansainvälisiä projekteja Suomeen voitetaan. Tämä tarkoittaa erityisesti EU:n ja ESA:n kutsujen muokkaamista lähemmäksi kansallisia tarpeitamme. Lisäksi on tär-

keää kasvattaa yliopistojen avaruusalaan liittyvää perusrahoitusta osana 4% BKT-tavoitteen toteutumista. Tällä perusrahoituksella voidaan paikata kansainvälisen rahoituksen volatiliteettia.

Houkuteltaessa investointeja Suomeen on havaittu osaajien saatavuus ongelmaksi. Investointinäkökulman lisäksi koko avaruustoiminnan ekosysteemi vaatii jatkossa yhä enemmän erityisesti korkeakoulutettuja asiantuntijoita.

Aalto yliopisto ja Vaasan yliopisto ovat ottaneet kantaa asiaan. Alan kasvumahdollisuuksia ja strategista merkitystä huomioiden Suomessa ei kouluteta tarpeeksi avaruusalan osaajia. Se näkyy esimerkiksi siinä, että avaruusalan kasvuyritykset joutuvat palkkaamaan melkein kaikki asiantuntijat ulkomailta. Toinen ongelma on siinä, että Suomen oma koulutus on hyvin kapealla pohjalla. Avaruustekniikkaa opetetaan ainoastaan Aallossa ”space science and technology” pääaineessa. Ohjelmasta valmistuneet jakautuvat eri alojen välillä jotka ovat avaruustiede, avaruustekniikka, mikroaaltokaukokartoitus ja radioastronomia. Näin varsinaisia avaruustekniikan asiantuntijoita teollisuuteen tulee alalle vain muutamia vuodessa. Monet lähtevät kansainväliselle uralle ja osa jää akateemiselle uralle. Myös osaamis- ja projektipohja on kapea. Aalto keskittyy tekniikan puolella piensatelliitteihin ja systeemis suunnitteluun mutta se on vain hyvin pieni osa laajaa *sat aerospace osaamisspektriä*. Opiskelija erikoistuminen on toistaiseksi mahdollista vain yksilöllisten projektien tekemisen kautta. Luento-opetus kattaa vain avaruustekniikan alkeet eikä enempään rahkeet riitä. Yliopistoissa ei ole kovin montaa alan professoria eikä myöskään mekanismia, miten näitä saisi tietylle alalle lisää. Tutkimusrahoitusta on vähän, alalla toimivia yrityksiä on vähän ja kriittisen massan kerääminen vaikeaa.

Satelliittipaikannusosalalla tämä osaajapula on ollut jo jonkin aikaan ongelma. Tampere (TTKK) 2000-luvun alussa kyllä koulutti GNSS-osaajia etenkin Nokian tarpeisiin, mutta nyt Suomen GNSS-yritykset (u-Blox etunenässä) ovat kipuilleet osaajapulassa kanssa, kun Tampereella on ajettu alas GNSS-opetusta (ja hankekanta pienentynyt). Yritykset joutuvat kouluttamaan itse satelliittipaikannusosaajia ICT-alalta tällä hetkellä (ja kaikki osaajat viedään käsistä jotka vaan yliopistoista tai FGI:ltä saadaan), mikä vie aikaa ja voi viedä TKI-toimintaa pois Suomesta. Tosin, Suomessa on Euroopan mittakaavassa paljon GNSS-tuotekehittäjiä (ja esim Septentrio vastikään avasi tuotekehitysyksikön Suomessa), koska täällä suhteellisesti vielä on aika hyvin osaajia saatavilla. GNSS-ala kasvaa edelleen voimakkaasti. Valtion satelliittipaikannuksen toimenpideohjelmaan (LVM/TEM/MMM) on vuosien varrella kirjattu, että alan koulutusta pitää kasvattaa, mutta toistaiseksi tähän ei ole resursseja suunnattu.

Vaasassa uutena koulutusohjelmana alkaa v 2023 Oulun yliopiston kanssa Kestävät ja autonomiset järjestelmät (DI), ja kurssisisällöissä on avaruustekniikkaa jonkin verran (erityisesti GNSS ja kaukokartoitus), mikä on askel oikeaan suuntaan osaajavajeeseen liittyen.

Spacefinland sivusto tarjoaa kootusti ja kattavasti tietoa koulutusta tarjoavista yliopistoista ja ammattikorkeakouluista. Kansainvälistä koulutusta ja kursseja tarjoaa European Space Resource Office (Esero) ja the European Centre for Space Law (ECSL). Myös näiden kursseista saa tietoa Spacefinland sivustosta.