

OPINNÄYTETYÖ (AMK)

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Liiketalous / Juridiikka

2019

Laura Haaksiluoto

SUOMALAINEN AVARUUSTOIMINTA JA LAKI AVARUUSTOIMINNASTA

Laura Haaksiluoto

SUOMALAINEN AVARUUSTOIMINTA JA LAKI AVARUUSTOIMINNASTA

Avaruus on ollut osa ihmisten elämää jo vuosituhansien ajan. Teknologian kehityksen myötä sen tehtävä yhteiskunnassa on muuttunut radikaalisti. Avaruusteknologia on nykyaikana merkittävässä roolissa monessa yhteiskunnan tärkeässä toiminnossa, kuten luonnonsuojelussa tai kaupunkisuunnittelussa. Myös tavallinen yksityishenkilö kohtaa arkipäiväisessä toiminnassaan avaruussovelluksia, joskus aivan huomaamattaan.

Aiemmin julkisen sektorin dominoima avaruusala on viime vuosina auennut myös yksityisille toimijoille, erityisesti pienten satelliittien kehittämisen myötä. Pienet satelliitit ovat myös huomattavasti laskeneet laukaisukustannuksia, jotka ovat olleet lähtökohtaisesti kynnysenä pienempien toimijoiden alalle yrittämisessä.

Avaruusalan toiminnan säätely on ollut lähinnä valtioiden solmimien kansainvälisten sopimusten tuomien ohjelinjojen varassa, lainsäätöjen puuttuessa. Suomi sai oman avaruuslakinsa alkuvuonna 2018, kun laki avaruustoiminnasta astui voimaan. Laki takaa avaruusalan toimijoille ennakoitavissa olevan, luotettavan toimintaympäristön, ja selvittää myös valtion asemaa avaruusesineiden toiminnassa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä ja jäsentää suomalaista avaruustoimintaa ja lakia avaruustoiminnasta. Opinnäytetyön tekemisessä on hyödynnetty pitkälti viranomaistahojen internet-sivustoja sekä erinäisiä alan julkaisuja verkosta, sillä tuoreesta laista ei vielä työn tekohetkellä oikeuskirjallisuutta ole.

ASIASANAT:

avaruus, avaruuslaki, satelliitit

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business Administration | Jurisprudence

2019 | 42 pages

Laura Haaksiluoto

THE FINNISH SPACE SECTOR AND LAW OF SPACE ACTIVITIES

Space has been a part of people's lives for millenniums. The development of modern technology has changed the role space plays in society in a radical way. In the modern times space technology has taken on a significant role in many of society's important functions, such as nature conservation and city planning. Also regular private citizens have contact with space and its applications in their daily lives.

The previously strictly public sector-dominated industry has opened for private operators as well in the recent years, which of the development of small satellites can mainly be thanked for. Smaller satellites have made launch costs significantly lower than before, which have previously been a notable barrier for the entry of small operators to the industry.

The regulation of space activities has previously been mostly dependent of international contracts between sovereign nations, in the absence of law level regulation. Finland got its own space law in the beginning of year 2018, when the law of space activities came into effect.

The object of this thesis is to introduce and analyze Finnish space activities, and the new law regarding space. Mostly websites of governmental operators and publications have been used as sources, as well as articles, for there there is no legal literature of the freshly introduced law yet at the moment of writing.

KEYWORDS:

space, space law, satellites

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	5
1 JOHDANTO	7
2 AVARUUSALAN NYKYTILA	8
3 SUOMALAISEN AVARUUSTOIMINNAN HISTORIA	10
3.1 Alkusysäys avaruustoiminnalle Sputnikista	10
3.2 1980-luku ja avaruustoiminnan kiihtyminen	11
4 SUOMALAISTA AVARUUSTOIMINTAA	13
4.1 Suomi avaruusalalan toimijana	13
4.2 Suomen avaruustoiminnan kansallinen strategia	15
4.3 Esimerkkejä suomalaisista avaruusalalan yrityksistä	16
4.4 Suomalaisia avaruussatelliitteja	17
4.5 Avaruusalalan hankkeita	19
5 KANSAINVÄLISIÄ KYTKÖKSIÄ	24
5.1 Euroopan unioni	24
5.2 Organisaatiot ja jäsenyydet	27
6 AVARUUSALAN LAINSÄÄDÄNTÖ	29
6.1 Säädosympäristö ennen uutta lakia	29
6.2 Hallituksen esitys uudeksi avaruuslaiksi	29
6.3 Laki avaruustoiminnasta	31
7 LOPUKSI	38
LÄHTEET	39

KÄYTETYT LYHENTEET

ESA	European Space Agency
EU	Euroopan unioni
HE	Hallituksen esitys
AvaruusL	Laki avaruustoiminnasta 63/2018
ESA	European Space Agency
COSPAR	Committee on Space Research
NASA	The National Aeronautics and Space Administration
EISCAT	European Incoherent Scatter Scientific Association
PLATO	Planetary Transits and Oscillations of Stars
ESO	European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere

1 JOHDANTO

Avaruus ja sen lainalaisuudet ovat kiehtoneet ihmiskuntaa jo vuosituhansien ajan. Astronomiiaa on tiettävästi harjoitettu jo Mesopotamiassa, Tigris ja Euphrates-jokien välisellä alueella, arviolta 3500-3000 vuotta ennen ajanlaskun alkua. Astronomian ja ihmiskunnan alkuaikoina planeetat ja muut taivaankappaleet liitettiin jumaliin ja näiden kautta esimerkiksi sateeseen, kuivuuteen ja vuodenaikoihin. Avaruuden merkitys ei ole vuosisatojen ja –tuhsien aikana vähentynyt, vain muuttanut muotoaan. Avaruus ja sen tutkimus on siirtynyt jumalten ja mystisten taivaankappaleiden palvonnasta miljardien arvoiseksi bisnesmaailman ja tutkimuksen sektoriksi.

Avaruus ja sen teknologian sovellukset ovat tulleet ihmistä lähelle myös osana arkipäiväisiä esineitä ja tapahtumia. Avaruusteknologiaa hyödynnetään esimerkiksi autojen renkaissa, veden puhdistamisessa ja kuumemittareissa. Ala on vastuussa myös esimerkiksi teknologiasta lentokoneen siipien jäätyminenestön takana, ja alkusysäyksen se on antanut myös aurinkovoiman hyödyntämiselle planeetan pinnalla. ¹

Avaruusala on ollut siis jo kauan osa ihmisten elämää. Suurimmat harppauksensa se on kuitenkin ottanut nykyteknologian kehityksen myötä, ja nämä kaksi ovatkin jo pitkään kulkeneet käsi kädessä. Huolimatta sen pitkästä yhteisestä historiasta ihmiskunnan kanssa, on avaruus jäänyt monessa valtiossa lainsäädännöllisesti hyvin vähälle huomiolle. Nopea teknologian kehitys on luonut tilanteen, jossa yllättävän nopealla aikavälillä markkinoille saattaa ilmestyä uusia avaruusalan toimijoita. Tämän ovat voineet mahdollistaa esimerkiksi uuden innovaation johdosta pienentyneet valmistuskustannukset, mikä mahdollistaa pienempienkin toimijoiden hyppäämisen mukaan pelikentälle. Valtio saattaa löytää itsensä tilanteesta, jossa sen alueella on avaruutta ja sen teknologiaa hyödyntäviä toimijoita, mutta ei näiden toimintaa kontrolloivaa ja valvovaa lainsäädäntöä.

Nopea teknologinen kehitys ja alati muutoksessa oleva avaruusala tarjoavat siis perusluonteeltaan kankealle lainsäädännölle haastetta. Lainsäädännön täytyy pystyä seuraamaan alaa, jossa kirjaimellisesti vain avaruus on rajana.

¹ <https://spinoff.nasa.gov/>

2 AVARUUSALAN NYKYTILA

Avaruusalan toiminta on ollut kauan pitkälti julkisen sektorin dominoimaa. Avaruusalan toiminnan kustannukset ovat moneen muuhun alaan verrattuna tähtitieteelliset, tekniset riskit ovat huomattavia ja toiminnan tuotto epävarmaa. Avaruustoiminnalla on pyritty esimerkiksi parantamaan valtion puolustusta, jonka pohjalta avaruus toimialana on alun perin lähtenyt myös kehittymään. Avaruusalan voidaan katsoa saaneen alkusysäyksensä toisen maailmansodan jälkeen, kun raketeista ja satelliiteista tuli osa esimerkiksi Yhdysvaltojen armeijan kalustoa. Sitten vuonna 1961 suoritettuna ensimmäisen avaruuslennon, on yli 40 valtion kansalaisia vierailut avaruudessa. 10 valtiota on itsenäisesti laukaissut satelliitteja kiertoradalle omilla laukaisualustoillaan, mutta kokonaisuudessaan jopa yli 80 valtiolla on jo oma satelliitti kiertoradalla. Näistä uusimpia ovat esimerkiksi Bangladesh, Ghana ja Mongolia. ²

Valtioista avaruusalan suurin toimija on epäilemättä Yhdysvallat. Vuonna 2016 Yhdysvallat käytti 62 miljardia dollaria avaruusalan hankkeisiin, ja luvun odotetaan kasvavan 79 miljardiin vuoteen 2026 mennessä. Bank of American raportti vuodelta 2017 avaruusalan kehityksestä on ennustanut Yhdysvaltojen avaruusalan kasvavan lähes kolmeen biljoonaan Yhdysvaltojen dollariin seuraavien kolmen vuosikymmenen aikana. Tällä hetkellä markkinoiden kooksi arvioidaan noin 350 miljonaan dollaria. Vuodesta 2000 lähtien Yhdysvalloissa on investoitu avaruusalan startup-yrityksiin yli 16 miljardia dollaria. Maailman 500 rikkaimmasta miljonääristä 16:sta on investointeja avaruusalan yrityksissä. Huolimatta siitä, että avaruusalan yrityksillä on usein ollut vaikeuksia saada aikaan tuottoa, näkee analyysi avaruusalan olevan ”one of the final frontiers of investing”, mikäli sijoittajilla vain on riittävästi pitkäjänteisyyttä ja kauaskatseisuutta.

² www.cnbc.com

Exhibit 1: Space Age 2.0 in a nutshell



3

Kuvio 1. Space Age 2.0 in a nutshell (geoawesomeness.com 2018)

Viime vuosina avaruusala on saanut uuden kehityssuunnan alan yksityistymisen muodossa. Avaruusala kokonaisuudessaan on jatkuvassa nousukiidossa, ja uusia yksityisiä avaruusalan startup-yrityksiä perustetaan alati kiihtyvään tahtiin. Viimeinen vuosikymmen on laskenut laukaisukustannuksia ja tuonut ennen lähinnä megalomaanisiin hankkeisiin keskittyneelle alalle uuden toimintamuodon pienten ja kustannuksiltaan huomattavasti kohtuullisempien pienoissatelliittien muodossa. Suuret yksityiset toimijat ovat edelleen alalla kohtuullisen harvassa, mutta usea monialainen suuryritys on ottanut osaa myös avaruustoimintaan. Tällaisia yrityksiä ovat esimerkiksi ilmailuun ja aseteollisuuteen keskittyvä Boeing, sosiaalisen median jätti Facebook sekä teknologiayritys Google.

3 SUOMALAISEN AVARUUSTOIMINNAN HISTORIA

3.1 Alkusysäys avaruustoiminnalle Sputnikista

Ennen 1960-lukua Suomen avaruustoiminta oli melko pienimuotoista, eikä Suomella vielä ollut merkittäviä avaruusalan hankkeita. Myös kansainvälinen yhteistyö oli pitkälti lapsenkengissä, avain korostuneesta kansainvälisyydestä huolimatta. Vuonna 1957 Neuvostoliitto laukaisi ensimmäisen maata kiertävän keinotekoisen satelliitin Sputnik-ohjelmassaan, ja käytännössä käynnisti avaruusajan eli aikakauden, jolloin ihminen on toiminut avaruudessa. Sputnik-satelliitin laukaisu kiertoradalle tarjosi myös suomalaisille tähtitieteilijöille mahdollisuuden uudenlaiseen avaruusalan toimintaan satelliitin tarkkailun muodossa. Helsingin Yliopiston tähtitieteen professori Gustaf Järnefeltin syksyllä 1957 järjestämä satelliitin havainnointi vain yhdeksän päivää Sputnikin laukaisun jälkeen oli yksi merkittävimmistä hankkeista. Seurannassa käytettiin sääpallojen havainnointiin tarkoitettua tekniikkaa, jonka tarkoituksena oli määrittellä tarkasti satelliitin kiertorataa ja tämän kautta mahdollistaa laskutoimitusten tekeminen esimerkiksi ilmakehän rakenteesta.⁴

Satelliittitarkkailusta saadut havainnot toimivat Suomen porttina kansainväliseen yhteistyöhön COSPAR-organisaatioon liittymisen muodossa. COSPAR, eli Committee on Space Research, on vuonna 1958 perustettu kansainvälinen avaruusalan yhteistyöorganisaatio, johon kuuluu vuonna 2018 yli 40 jäsenmaata. Suomi liittyi COSPAR:iin 2. kesäkuuta 1964, jonka johdosta perustettiin myös COSPAR:in Suomen kansalliskomitea. Komitealla on todettu olevan tärkeä osa suomalaisen avaruusalan kehittäjänä ja poliittisen tietoisuuden herättäjänä.⁵ Yleisesti 1960-luvulla Suomen avaruustoiminta pai-

⁴ spacefinland.fi

⁵ ilmatieteenlaitos.fi

nottui satelliittien kautta tapahtuvan tiedonvälityksen käyttöönottoon, sekä kaukokartoitussatelliittien tuottamien kuvien sekä datan hyödyntämiseen tutkimuksessa. ⁶ Kaukokartoituksella tarkoitetaan kohteen ominaisuuksien mittaamista sähkömagneettisia aaltoja hyödyntäen, ilman aktuaalista kosketusta kohteeseen. ⁷

1970-luvulla merkittävänä teemana Suomen avaruustoiminnassa oli pohjan luominen tulevalle avaruustoiminnalle esimerkiksi radiotekniikan kehittämisellä. Myös avaruussäätöosaamista, jonka yhä nykyäänkin katsotaan yhdeksi suomen avaruusalan osaamisen vahvuuksista, kehitettiin määrätietoisesti ionosfäärin sekä maan magneettikentän tutkimuksen muodossa.

3.2 1980-luku ja avaruustoiminnan kiihtyminen

1980-luvulla Suomen avaruustoiminta kiihtyi jälleen vauhdilla. Toukokuussa 1983 alkoi valmistautuminen Suomen ESA-jäsenyyteen kauppa- ja teollisuusministeriön neuvottelevan virkamiehen laadittua muistion Suomen avaruustoiminnan tilanteesta. Hallituksen ulkoasiainvaliokunnan päätöksen jälkeen lähetettiin ESA:n pääjohtajalle tammikuussa 1984 kirje, jossa Suomi esittäytyi teknologisesti kehittyneenä maana, joka käytti rutiininaisesti meteorologian, telekommunikaation ja muiden alojen satelliittisovelluksia (Tieteessä tapahtuu-julkaisu 5/2007, Seppinen Ilkka & Pellinen Risto). Neuvottelut johtivat sopimukseen, jossa Suomi liittyi ESA:n liitännäisjäseneksi tammikuussa 1987.

1980-luvulla Suomi myös osallistui ensimmäiseen merkittävään avaruusprojektiinsa osana Phobos 1-luotaimen teknologiaa. Phobos 1 oli Neuvostoliiton miehittämätön luotain, joka laukaistiin Baikonourin laukaistuslavalta 7. heinäkuuta 1988. Luotaimen tavoitteena oli tutkia Marsia, ja sen kuita Phobosta ja Deimosta Marsin kiertoradalta. Missio koki ennen aikaisen loppunsa syyskuussa 1988 tietokoneen toimintahäiriön vuoksi, mutta

⁶ Avaruusluotain 2/2010

⁷ ymparisto.fi

ehti ennen tätä kerätä kallisarvoista ja ennennäkemätöntä dataa Marsista sekä Phoboksesta.⁸ Suomen panos Phobos 1-luotaimessa tapahtui yhteistyössä Ruotsin ja Neuvostoliiton kanssa, ja johti plasma-analysointia Asperan suunnitteluun ja valmistukseen. 1980-luku toi mukanaan myös merkittävän sysäyksen avaruusalan yhteistyölle Neuvostoliiton kanssa, kun tammikuussa 1987 allekirjoitettiin valtiosopimus avaruusalan yhteistyöstä.

Muita merkittäviä avaruusalan hankkeita 1980-luvulla, joissa Suomi oli osallisena, olivat esimerkiksi SOHO- ja Cluster-ohjelmat. SOHO-aurinko-observatorion, osia rakennettiin mm. Turussa sekä Ilmatieteenlaitoksella. Clusteriin kuuluvia sähkökenttämittauslaitteiden osia taas rakennettiin Oulussa.

Merkityksettömäksi ei jäänyt myöskään 1990-luku, jonka aikana Suomi sai ESA:n täysjäsenyyden. Täysjäsenyys mahdollisti Suomen kattavamman osallistumisen ESA:n teknologiaohjelmiin, ja avasi kattavasti uusia mahdollisuuksia suomalaisyrityksille avaruusalan ohjelmissa. Täysjäsenyys myös osaltaan ohjasi Suomen avaruustoiminnan painopistettä kohti entistä tiiviimpää eurooppalaista yhteistyötä. 1990-luvulla Suomi oli osana monia alan hankkeita, ja yhteistyötä tehtiin kansainvälisesti mm. NASA:n, Tanskan, Venäjän, Ruotsin, Ranskan ja Alankomaiden kanssa.⁹

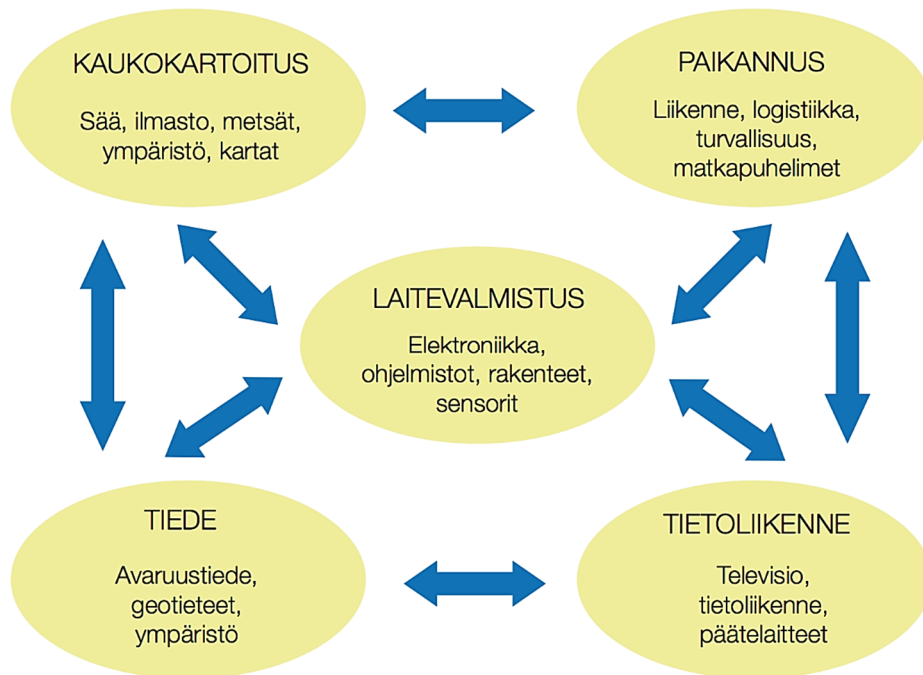
⁸ nature.com

⁹ esa.int/fin

4 SUOMALAISTA AVARUUSTOIMINTAA

4.1 Suomi avaruusalalan toimijana

Avaruusalalan toimijana Suomi ei ole tunnetuimpia tai suurimpia, vaikka suomalainen osaaminen muutoin onkin jo pitkään ollut tunnustettua huipputekniikan alalla. Paljon on Suomessakin kuitenkin saatu lyhyessä ajassa aikaan ja kuten maailmalla yleisesti, on ala Suomessakin kovassa kasvussa. Avaruusvaltio Suomesta tuli kesäkuussa 2017, kun Aalto-yliopiston ensimmäinen nanosatelliitti laukaistiin avaruuteen. Ensimmäinen suomalainen kaupallinen satelliitti, Iceye Oy:n tutkasatelliitti laukaistiin avaruuteen tammi-kuussa 2018.¹⁰



Kuvio 2. Suomen avaruustoiminta (spacefinland.fi, avaruustoiminnan kansallinen strategia)

¹⁰ tem.fi

Suomessa avaruusalan toimintaa harjoittavia tahoja ovat valtio, yritykset, yliopistot sekä seurat ja muut vastaavat järjestöt. Neljä keskeistä avaruusalan segmenttiä Suomessa voidaan katsoa olevan avaruuden ja maapallon tieteellinen tutkimus, satelliittikartoitus, satelliittipaikannus ja avaruusteollisuus. Suomalaisen avaruustoiminnan erityiseksi osaamisaloiksi on mainittu esimerkiksi avaruussää, ohjelmistot, elektroniikka, mikroaalto- ja röntgentekniikka sekä kaukokartoitustuotteet, jotka liittyvät esim. metsän, jään, lumipeitteen ja meren tutkimukseen sekä seurantaan. Perinteisen miehitettyihin avaruuslentoihin keskittyvän tavoitteen sijaan Suomi on keskittynyt avaruustoiminnassaan avaruustekniikan ja –tutkimuksen tuomiin käytännön hyötyihin ja kaupalliseen toimintaan.¹¹

Vuonna 2014 Suomessa on avaruusosalalla toiminut noin 60 yhtiötä, jotka työllistivät yli 200 työntekijää, ja joiden vuotuinen myynti on ollut noin 300 miljoonaa euroa. Vuonna 2016 yrityksiä oli arviolta 65, työntekijöiden määrä oli kasvanut kolmeen sataan ja myynnin arvioitiin olevan noin 380 miljoonaa euroa. Valtion budjetista taas avaruustoimintaan kulutetaan noin 30 miljoonaa euroa vuodessa, mutta avaruusalan hyödyntämisellä viranomaistoiminnassa on arvioitu säästettävän noin 300 miljoonaa euroa julkisia varoja vuodessa. Julkisen sektorin avaruustoiminta työllistää noin 200 asiantuntijaa ja tutkijaa.¹²

¹¹ spacefinland.fi

¹² spacefinland.fi

4.2 Suomen avaruustoiminnan kansallinen strategia

Suomen avaruustoiminnan kansallinen strategia on vuosille 2013-2020 laadittu selvitys, jonka on laatinut avaruusasian neuvottelukunta työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiantamana. Strategian funktio on asettaa kehitystavoitteet niille avaruustoiminnan aloille, joilla Suomella on toimintaa.¹³

Strategian tavoitteena on lisätä Suomen avaruustoiminnan tieteellistä osaamista, yritysten kilpailukykyä sekä yhteiskunnallista vaikuttavuutta. Tavoitetilä on, että vuoteen 2020 mennessä kotimaiset toimijat edustaisivat globaalia huipputasoa avaruustieteen ja avaruuden tutkimuksesta saatuun tietoon perustuvan liiketoiminnan aloilla. Tavoitteen saavuttamiseksi strategiassa on asetettu neljä kärkihanketta. Kärkihankkeiden on tarkoitus hyödyntää EU:n avaruusohjelmien luomia mahdollisuuksia sekä infrastruktuuria Suomen tasolla sekä Euroopan unionissa.

Ensimmäisellä kärkihankkeella pyritään lisäämään suomalaista vaikuttamista arktisella alueella. Avaruussovellusten kehittämisellä tavoitellaan suurempaa osallistumista alueen ympäristöön ja taloudelliseen kehitykseen liittyvissä kansainvälisissä kysymyksissä. Tärkeä rooli strategian mukaan on Sodankylässä toimivalla kansallisella satelliittidatakeskuksella. Keskus vastaanottaa tietoa arktisen alueen ympäristöstä, ympäristöturvallisuudesta ja luonnonvarojen seurannasta. Tätä tietoa se jatkojalostaa ja jakaa eteenpäin avaruussovelluksia hyödyntäville tahoille.

Toinen kärkihankkeista liittyy avaruusalan palveluiden kilpailukyvyyn vahvistamiseen. Kaukokartoituksen kysyntää kasvattaviksi tekijöiksi strategia mainitsee luonnonvarojen rajallisuuden sekä niiden lisääntyneen kulutuksen ja kohonneet hinnat, sekä päästökaupan. Avoimen paikkatiedon rooli yritysten toiminnassa on kasvanut, ja kysyntään vastaaminen on uusien satelliittien tuoman aineiston ansiosta mahdollista.

Myös avaruuden tieteellisen tutkimuksen tason nosto on nimetty strategiassa kärkihankkeeksi. Tutkimukselle tärkeitä infrastruktuureja ovat Euroopan avaruusjärjestön tiede- ja

¹³ spacefinland.fi

kaukokartoitusohjelmat, sekä Euroopan eteläinen observatorio (ESO). Tutkimushankkeita strategia odottaa avautuvan muun muassa Euroopan unionin Horisontti 2020-puiteohjelman sekä EU:n ulkopuolisten avaruusvaltioiden ohjelmien kautta.

Neljäs kärkihanke on avaruusteollisuuden kilpailukyvyn nostaminen. Kilpailu avaruusteollisuuden alalla on kiristynyt huomattavasti sekä Euroopan tasolla, että kansainvälisesti. Ratkaisuksi tähän strategia nimeää yhteistyön tiivistämisen eurooppalaisten avainyritysten kanssa, sekä toimintaprosessien kehittämisen tehokkaammiksi. Myös teollisuuden ja yliopistojen sekä tutkimuslaitosten välistä yhteistyötä pyritään kehittämään.

4.3 Esimerkkejä suomalaisista avaruusalan yrityksistä

Reaktor Innovations on suomalainen teknologia-alan yritys, joka erikoistuu ohjelmistoihin, IT-palveluihin sekä digitaaliseen kehitystyöhön. Vuonna 2000 perustetussa yrityksessä työskentelee yli 500 työntekijää, ja yrityksellä on kahden Suomessa sijaitsevan toimiston lisäksi toimipisteet Hollannissa, Yhdysvalloissa, Tokiossa sekä Arabiemiraateissa. Yhteistyötä yritys on tehnyt esimerkiksi Koneen, Finnairin ja Airbusin kanssa.¹⁴

Space Systems Finland (SSF) on yli 80 työntekijää työllistävä ohjelmistoalan yritys, joka on kehittänyt ohjelmistoja esimerkiksi paikannussatelliittien signaalia simuloivan laitteiston muodossa. Toimipisteitä yrityksellä on Espoossa sekä Prahassa. Parhailaan yritys osallistuu ja rahoittaa useampaa projektia, kuten Marsissa tapahtuvan näytteidenotto-oppauksen kehittämistä sekä teknologian tuomien tietoturvariskien hallitsemiseen tarkoitettua CyberTrust-ohjelmaa.¹⁵

Iceye on kahden teknologiaalan opiskelijan vuonna 2014 perustama avaruustekniikan alan yritys.¹⁶ Alkunsa Iceye sai sen toisen perustajan oltua vuonna 2012 mukana Aalto-

¹⁴ reaktor.com

¹⁵ ssf.fi

¹⁶ iceye.com

1-satelliitin rakennusprojektissa. Yritys erikoistuu mikrosatelliitteja hyödyntävää palvelua, jonka tavoitteena on tuoda saataville lähes reaaliaikaista satelliittikuvaa riippumatta esimerkiksi vallitsevasta säätilasta.

4.4 Suomalaisia avaruussatelliitteja

4.4.1 Aalto-1 ja Aalto-2

Aalto-1 ja Aalto-2 ovat Aalto-yliopiston avaruustekniikan opiskelijoiden projektityönä toteuttamat CubeSat-satelliitit. Aalto-1 on ensimmäinen satelliitti, joka on täysin Suomessa suunniteltu ja rakennettu. Aalto-yliopiston lisäksi projektiin osallistui useita muita suomalaisia yliopistoja. Satelliittien tehtävät liittyvät kaukokartoittamiseen, sekä Ilmatieteen laitoksen kehittämän plasmajarrun testaamiseen. Aalto-1-satelliitti laukaistiin Intiasta kesäkuussa 2017. Aalto-2-satelliitti taas sai laukaisunsa toukokuussa 2017, mikä tekee siitä ensimmäisen avaruuteen lähetetyn suomalaisen satelliitin.¹⁷

4.4.2 ICEYE-X1

Intiasta avaruuteen tammikuussa 2018 lähetetty ICEYE-X1-satelliitti oli ensimmäinen suomalainen kaupallinen satelliitti. Satelliitti on ollut edelläkävijä Suomen ulkopuolellakin: se on maailman ensimmäinen alle 100kg painava SAR-satelliitti. Satelliittioperaatio oli sen rakentaneelle Iceye-yritykselle menestys, ja sen toimintaan liittyvät operaatiot ovat päättyneet kesäkuussa 2018.¹⁸

¹⁷ tiedetuubi.fi

¹⁸ tiedetuubi.fi

4.4.3 Reaktor Hello World

Reaktor Innovationsin tavoitteena on vuoden 2018 aikana laukaista avaruuteen yrityksen ensimmäinen satelliitti. Satelliitti on CubeSat-tyyppiä, jonka hyödyntäminen on satelliitti-toiminnassa räjähtävässä kasvussa. CubeSat-satelliitit ovat pieniä, tyypillisesti noin kilon painoisia satelliitteja, joiden valmistuskustannukset ovat murto-osan tavanomaisten massiivisten satelliittien kustannuksista. Reaktorin CubeSat-satelliitti ei ole ensimmäinen laatuaan Suomessa, mutta se on maamme ensimmäinen kaupallisesti valmistettu satelliitti.¹⁹

4.4.4 Suomi100

Myös Suomi100-satelliitti on tyypiltään CubeSat-nanosatelliitti. Kahdella havaintolaitteella varustettu satelliitti tulee havainnoimaan avaruutta sekä radiovastaanottimen, että kameralaitteiston avulla. Radion tavoitteena on avaruussään tutkiminen, kameran roolina on avaruussäähavaintojen tukemisen lisäksi kuvata maisemaa satelliitin ympärillä. Satelliitin rakensi Aalto-yliopisto kesällä 2017, ja avaruuteen laukaisun oli tarkoitus tapahtua syksyllä 2017. Erinäisten viivytysten vuoksi satelliitti on vielä maassa elokuussa 2018, mutta raketin vaihdon ansiosta tavoitteena on laukaista satelliittia avaruuteen vielä loppusyksystä 2018.²⁰

4.4.5 Foresail-1

Myös Foresail-1 on suomalaisten yliopistojen yhteistyöstä alkunsa saanut, vuonna 2019 laukaistavaksi suunniteltu pienoissatelliittien rypäs. Tarkoituksena on rakentaa ja laukaista kolme CubeSat-mallista satelliittia avaruuteen tieteellisen tutkimuksen tarpeisiin. Huomattavan satelliiteista tekee muun muassa sen jarrutukseen liittyvä teknologia, joka

¹⁹ reaktor.com

²⁰ suomi100satelliitti.fi

mahdollistaa satelliitin poiston radalta sen käytön päätyttyä. Näin pyritään estämään satelliitista aiheutuvan avaruusromun syntyminen. Foresail-1 satelliitti toimii Open Source-periaatteella, joka mahdollistaa satelliitin ja sen alijärjestelmien vapaan hyödyntämisen myös muissa projekteista. Sen teleskoopin tuottama data on myös avointa.²¹

4.5 Avaruusalan hankkeita

4.5.1 Terramonitor

Aiemmin Satellion nimellä toiminut satelliittikuvien käsittelyyn erikoistunut yritys julkaisi kesäkuussa 2018 uuden satelliittikuvien tarkastelemiseen tarkoitetun palvelun.²² Terramonitor, jonka yhtiö otti myös omaksi nimekseen, on maailmanlaajuinen ja päivittäin päivittyvä kaukokartoituskuviin selain. Kuvamateriaalin palvelulle tarjoavat Euroopan komission ja ESA:n Copernicus-järjestelmään kuuluvat Sentinel 2-satelliitit. Satelliitit kuvaavat maan pintaa eri aallonpituuksilla, joka mahdollistaa kuvamateriaalin aiempaa laajemman hyödyntämisen. Vaikka Copernicus-satelliittien tallentamat kuvat ovatkin vapaasti kaikkien käytettävissä, on Terramonitorin julkistaman palvelun vaikutus huomattava. Palvelu luottaa vahvasti tekoälyyn, jonka hyödyntäminen laskee satelliittien tarjoaman kuvamateriaalin hyödyntämisen kustannuksia merkittävästi. Palvelu on tarkoitettu hyödynnettäväksi esimerkiksi metsäteollisuudessa, maataloudessa, kaupunkisuunnittelussa ja ympäristötutkimuksessa. Terramonitor tarjoaa pelkän tavanomaisen satelliittikuvan lisäksi esimerkiksi false color-kuvaa ja kasvillisuuden lämpökarttoja.²³

²¹ spacecraft.aalto.fi

²² Terramonitor.com

²³ tiedetuubi.fi

4.5.2 Mars 2020

Osana Yhdysvaltojen National Aeronautics and Space Administration (NASA)-viraston Marsin tutkimushanketta tavoitellaan Mars Roverin laukaisemista avaruuteen heinäkuussa 2020. Arvioitu laskeutuminen mönkijällä on helmikuussa 2021. Mönkijällä on neljä tieteellistä tavoitetta: tutkia onko Marsissa ollut elämää, tutkia planeetan ilmastoa, analysoida sen geologiaa ja valmistella miehitettyä tutkimuslentoa. Projektissa on yritysten kautta edustettuna suuri joukko valtioita, joiden joukkoon myös Suomi kuuluu.²⁴

Suomalainen Ilmatieteen laitos toimittaa mönkijään sen painetta ja kosteutta mittaavat laitteet, jotka perustuvat suomalaisyritys Vaisalan anturitekniikkaan. Mittarit ovat saman tyyppisiä kuin jo aiempaan Curiosity-mönkijään (2012) toimitetut anturit. Anturit ovat myös olleet jo mukana Euroopan avaruusjärjestö ESA:n ExoMars-projektissa. Ilmatieteenlaitoksen ja Vaisalan lisäksi mukana antureiden kehitystyössä ovat olleet myös suomalaiset Skytron, Insinööritoimisto Peura ja Talvioja Consulting.²⁵

4.5.3 Euroopan avaruusjärjestö ja yrityskiihdyttämö

Vuoden 2017 lopussa ESA:lla oli Euroopassa toiminnassa 18 avaruusalan startup-yri-tysten syntymisen edistämiseen keskittyneitä yrityskiihdyttämöitä. Marraskuussa 2017 työ- ja elinkeinoministeriö, ESA ja Aalto-yliopisto allekirjoittivat sopimuksen avarusteol-

²⁴ mars.nasa.gov

²⁵ uusiteknologia.fi

lisuuden startup-yrityksiin keskittyvän yrityskiihdyttämön avaamisesta Suomeen. Yrityskiihdyttämö avasi ovensa alkuvuodesta 2018 Espoossa Aalto-yliopiston Otaniemen kampuksella. Se sijoittuu Aallon uuteen kasvuyrityksiin keskittyneeseen A Gridiin.²⁶

Yrityskiihdytin on tarkoitettu Suomessa perustetuille yrityksille, jotka ovat olleet toiminnassa enintään viisi vuotta, ja jotka joko käyttävät avaruusdataa tai –teknologiaa toiminnassaan, tai joilla on tarjota edistyksellistä teknologiaa hyödynnettäväksi avaruusteollisuudessa. Kiihdyttämön tavoitteeksi on asetettu luoda 50 uutta yritystä avaruustoiminnan sektorille. Petri Peltonen työ- ja elinkeinoministeriöstä on todennut kiihdyttämön tukevan vahvasti Suomen tavoitetta nostaa avaruusteknologian kautta syntyvän uuden liiketoiminnan liikevaihtoa Suomessa.²⁷ Kiihdyttämön toimintamalleihin kuuluvat ESA:n vaikutuskanavien yrityksille avaamisen lisäksi tukea alan tutkimusta ja opetusta.²⁸

²⁶ spacefinland.fi

²⁷ valtioneuvosto.fi

²⁸ esa.int

4.5.4 Kuu, 4G-verkko ja Nokia

Nokia ilmoitti lehdistötiedotteessaan helmikuussa 2018 ryhtyvänsä yhteistyöhön saksalaisen teleoperaattori Vodafonen kanssa. Vodafone on valinnut Nokian teknologiapartnerikseen kunnianhimoiseen hankkeeseen, jonka tavoitteena on asentaa kuuun 4G-verkko vielä vuoden 2019 aikana. Verkon asentaminen mahdollistaa ensimmäisen HD-tasoisien livekuvan lähetyksen suoraan kuusta globaalille yleisölle.

Mission tarkoitus on toimia tukena myös saksalaislähtöisen PTScientists-yhtiön hankkeessa, jossa yritys yhteistyössä Audin kanssa pyrkii suorittamaan ensimmäisen yksityisellä rahoituksella toteutetun kuulaskeutumisen. Yhteistyössä on mukana myös avaruusalun jättiläinen SpaceX, jonka Falcon 9-rakettia hyödynnetään avaruuslennolla. 4G-verkon asentamisen taustalla on livekuvan lähettämisen lisäksi luoda toimintaympäristö kahdelle Audin valmistamalle kuu-mönkijälle, joiden tarkoituksena on tutkia Apollo 17 lennon kuumönkijän kuntoa. Verkko yhdistää roverit Autonomous Landing and Navigation Moduuliin (ALINA), joka toimii mönkijöiden tukiasemana kuussa.²⁹

4.5.5 PLATO-satelliitin ohjelmistot: Made in Finland

Suomalainen Space Systems Finland (SSF) on valittu osana konsortiota pääurakoitsijaksi Euroopan avaruusjärjestö ESA:n Planetary Transits and Oscillations of Stars (PLATO)-satelliittihankkeeseen. Satelliitin tarkoituksena on etsiä ja tutkia eksoplaneettoja, painottaen tutkimusta planeettoihin, jotka ovat elämän kannalta otollisella etäisyydellä auringon kaltaisista tähdistä. PLATO:n tehtävänä on myös tutkia seismistä aktiiviteettia tähdissä, mikä mahdollistaa tähden ominaisuuksien, kuten iän, tarkemman arvioinnin.³⁰

Space Systems Finlandin vastuulla ovat satelliitin päätietokoneen ohjelmistot, jonka lisäksi tavoitteena on edesauttaa ohjelmistoalustan sekä jatkuvan validoinnin tuotteista-

²⁹ nokia.com

³⁰ sci.esa.int

mista. Projektin laajuus SSF:n osalta on yli 20 henkilötyövuotta, ja projektin arvo mitataan miljoonissa. PLATO-projektin on todettu olevan taloudellisesti yksi merkittävimmistä avaruustilauksista viime vuosina, joissa Suomi on ollut osallisena.³¹

4.5.6 W-Cube

Kesäkuussa 2018 julkaistiin tieto, että ESA on valinnut suomalaisyritys Reaktor Space Labin rakentamaan nanosatelliitin, jonka tavoitteena on lähettää historiallisesti ennenkuulumattoman korkean taajuuden signaalia avaruudesta maahan.³² Satelliitti on osa tutkimusta, jossa kartoitetaan signaalien siirtymistä ilmakehän kerrosten läpi. Satelliitti perustuu yrityksen vuonna 2018 ensilentonsa saavaan ”Hello World”-satelliittiin. W-Cube on tarkoitus laukaista avaruuteen jo vuoden 2019 aikana. Satelliitti on suuri harppaus suomalaiselle avaruustoiminnalle: se on ensimmäinen, jonka avaruusjärjestö on tilannut Suomesta kokonaisuina. Reaktor Space Labin lisäksi kumppanina toimii Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, jonka yhteistyössä Graunhofer IAF:n kanssa kehittämä kaksitaajuinen beacon-lähetin asennetaan satelliittiin.

³¹ tekniikkatalous.fi

³² tekniikkatalous.fi

5 KANSAINVÄLISIÄ KYTKÖKSIÄ

5.1 Euroopan unioni

Maailman toiseksi suurimman avaruusalan julkisen budjetin omaavana toimijana Euroopan unionilla on suuri merkitys maailmanlaajuisessa avaruustoiminnassa. Aikavälillä 2014-2020 EU tulee investoimaan avaruusalan hankkeisiin ja toimintaan yli 12 miljardia euroa, ja sen hallinnassa on useita maailmanluokan avaruusjärjestelmiä.³³

5.1.1 Avaruuspolitiikan keskeiset osa-alueet

Euroopan unionin avaruuspolitiikka keskittyy neljään keskeiseen osa-alueeseen: Copernicus- maanseurantajärjestelmään, Galileo/EGNOS- satelliittinavigointiohjelmiin, avaruustutkimukseen sekä avaruustieteeseen.³⁴

Copernicus on maanseurantajärjestelmä, jonka avulla maassa, merellä ja ilmassa toimivilla tunnistimilla sekä satelliiteilla kerätään maapalloa koskevia tietoja. Järjestelmän tavoitteena on tuottaa päätöksentekijöille, elinkeinoelämän toimijoille sekä yksityishenkilöille ajan tasalla olevaa ja validia tietoa ilmaston ja maapallon muutoksista. Pitkän tähtäimen tavoitteena tiedonkeruun taustalla on mahdollisuus ennakoida ilmaston kehityksen tulevaisuutta. Muita aloja, jotka hyödyntävät Copernicuksen tuottamaa dataa, ovat muun muassa luonnonsuojelu, maa- ja metsätalous, liikenne sekä matkailu. EU:n toimielimistä Euroopan komissio on vastuussa Copernicuksen hallinnoimisesta. Muita järjestelmän hallinnoimiseen osallistuvia tahoja ovat Euroopan avaruusjärjestö ESA, joka vastaa järjestelmän satelliittitekniikasta sekä Euroopan ympäristökeskus ja yksittäiset EU-maat, jotka osallistuvat tunnistimien kehittämiseen.

Galileo on EU:n hallinnoima, maailman ensimmäinen pääsääntöisesti siviilikäyttöä varten rakennettu satelliittinavigointijärjestelmä. Järjestelmä on maailmanlaajuinen, ja sen

³³ eur-lex-europa.eu

³⁴ europa.eu

esikuvina voidaan katsoa toimivan amerikkalaisen GPS-järjestelmän sekä venäläisen Glonass-järjestelmän. Vaikka Galileo toimii yhteen USA:n ja Venäjän vastaavien järjestelmien kanssa, on se tehty operationaalisesti riippumattomaksi näistä. Tavanomaisia GPS-järjestelmiä tarkemman, 30 satelliitista muodostuvan Galileon on määrä olla valmis vuoteen 2020 mennessä. Järjestelmän toivotaan hyödyttävän esimerkiksi liikenteen ja kuljetusten ohjausta, pelastuspalveluita ja väestönsuojelua sekä aikaleimoja ja ajan synkronointia. Myös työllistävä vaikutus Galileolla odotetaan olevan, sillä hankkeeseen liittyvät investoinnit lisäävät markkinamahdollisuuksia mm. satelliittisignaalien vastaanottimien ja satelliittiperustaisten sovellusten alalla. Myös Galileo on Euroopan komission hallinnon alaisuudessa, ja rooli tämänkin järjestelmän toiminnassa on myös ESA:lla, joka osallistuu muun muassa satelliittien suunnittelutyöhön ja hankintoihin. Euroopan GNSS-virasto tulee valvomaan satelliittien toimintaa infrastruktuurin valmistuttua.

Galileon edeltäjä, EGNOS-satelliittijärjestelmä, on vastuussa GPS:n tarkkuuden parantamisesta Euroopan tasolla yleisestä 10 metrin tarkkuudesta kahden metrin tarkkuudelle. Kolmen satelliitin järjestelmä korjaa GPS:n virheitä sekä tarjoaa täsmällisempää paikannustietoa. Siinä missä Galileo on maailmanlaajuinen, toimii EGNOS ainoastaan Euroopan alueella. Myös EGNOS:ista vastaavat Euroopan komissio sekä ESA.

EU:n tasoisen avaruustutkimuksen tavoitteena on edesauttaa tieteen ja teknologian kehitystä useilla eri toimialoilla, kuten bioteknologiassa ja terveydessä. Avaruustieteellä EU taas tähtää vahvistamaan ”kilpailukykyistä, itsenäistä ja maailmanlaajuisia eurooppalaista avaruusteollisuutta.”

5.1.2 Euroopan avaruusstrategia

Vuonna 2016 vahvistetun Euroopan avaruusstrategian tarkoituksena on asettaa tavoitteita, jotka edesauttavat EU:n avaruusalan johtoaseman edistämistä, kehittävät osuutta maailman avaruusmarkkinoista ja avaruuden yleisesti ottaen tarjoamia mahdollisuuksia kansalaisten elämässä. Strategia vetoaa tarpeellisuudessaan myös avaruusalan sovel-

lutuksien rooliin EU:n kansalaisten arjessa muun muassa matkapuhelimissa, kulkuneuvojen navigointijärjestelmissä, maataloudessa, liikenteen turvallisuudessa sekä katastrofien hallinnassa.³⁵

Strategia koostuu neljästä päämäärästä:

1. Avaruudesta yhteiskunnalle ja EU:n taloudelle saatavan hyödyn maksimointi
2. Maailmanlaajuisesti kilpailukykyisen ja innovatiivisen eurooppalaisen avaruusalan tukeminen
3. Euroopan autonomian lujittaminen avaruuteen pääsyssä ja sen käytössä turvassa ja turvallisessa ympäristössä
4. Euroopan aseman vahvistaminen maailmanlaajuisena toimijana ja kansainvälisen yhteistyön edistäminen

Hyödyn maksimointia strategia ajaa avaruusalan tiiviimmällä liitoksella muihin talouden osa-alueisiin EU:n tasolla sekä yksittäisissä jäsenvaltioissa. Huomiota kiinnitetään EU:n avaruusohjelmien, kuten Copernicuksen, kattavampaan hyödyntämiseen. Tavoite pyritään saavuttamaan kysynnän tukemisella, niin julkisen kuin yksityisenkin sektorin osalta, sekä edistämällä avaruusalan sovellusten kehittämistä sekä hyödyntämistä.

Kilpailukykyyn liittyvää tavoitetta perustellaan avaruusalan alati tiukentuvalla kilpailutilanteella. Muun muassa toimitusvarmuus sekä alan tuontikyky ovat vahvasti riippuvaisia EU:n alueen ulkopuolella valmistetuista tärkeistä rakenneosista. Koetaan, että Euroopan on ”tarpeen säilyttää ja lujittaa maailmanluokan valmiuksiaan suunnitella, kehittää, käynnistää, käyttää ja hyödyntää avaruusjärjestelmiä”.

Juuri komponenttien toimitukseen liittyvänkin riippuvuuden vuoksi EU:n on strategian mukaan tärkeää lujittaa alueen autonomiaa avaruusalan toiminnassa. Muun muassa Copernicuksen tulevien 30 satelliitin avulla pyritään turvaamaan eurooppalaisten toimijoiden tarpeita usealla alalla. Tärkeänä pidetään myös esimerkiksi eurooppalaisen laukaisuinfrastruktuurin ylläpitämistä ja kehittämistä. Riippumattomuudella katsotaan olevan tärkeitä kytköksiä esimerkiksi jäsenvaltioiden alati kasvaviin turvallisuuteen liittyviin haasteisiin vastaamisessa.

³⁵ eur-lex.europa.eu

Neljännän strategian osalta todetaan, että ilman neljännän, maailmanlaajuisen toimijan roolin ja kansainvälisen yhteistyön kehittämisen onnistumista, menevät muiden tavoitteiden eteen tehdyt ponnistelut hukkaan. Tavoitteena on edistää EU:n roolia yhtenä avaruusalun johtavista toimijoista maailmanlaajuisissa haasteissa, kuten ilmastonmuutoksessa. EU:n halutaan toimivan tiennäyttäjänä esimerkiksi avaruusromuun liittyvissä haasteissa. Avaruusalun korostuneen kansainvälisen luonteen vuoksi on ensiarvoisen tärkeää, että EU säilyttää ja entisestään parantaa suhteitaan muihin toimijoihin, vaarantamatta kuitenkaan EU:n alueen yritysten kilpailukykyä tai kysyntää.

5.2 Organisaatiot ja jäsenyydet

5.2.1 Euroopan avaruusjärjestö (ESA)

Euroopan avaruusjärjestö ESA mahdollistaa avaruusalun toiminnan Euroopassa miitoissa, joihin ei moni Euroopan valtio yksin kykenisi. Järjestö on mukana mm. avaruussovellusten kehittämisessä ja erilaisten laajojen avaruusprojektien toteutuksessa. Sen rahoittamissa projekteissa on luotu esimerkiksi ohjelmistoja ja tietoliikennejärjestelmiä. Suomi osallistuu ESA:n ohjelmista kaukokartoitukseen, navigointiin, tietoliikenteeseen, teknologiaan, avaruustieteeseen ja sovelluksiin. Suomi on ollut Euroopan avaruusjärjestö ESA:n täysjäsen vuodesta 1995 lähtien, ja Suomen osuus järjestön budjetista on noin 20 miljoonaa euroa vuodessa. Tämä muodostaa noin 0,6 prosenttia järjestön koko budjetista. Nykyään Space Finland-nimen alle yhdistynyt Tekes on vastuussa Suomen ja ESA:n yhteistyön koordinoimisesta. Tekes toimii myös Suomen avaruustoiminnan suurimpana julkisena rahoittajana.³⁶

5.2.2 Euroopan eteläinen observatorio (ESO)

Euroopan eteläinen observatorio eli ESO on vuonna 1962 perustettu eurooppalainen avaruusjärjestö, jolla on 15 jäsenvaltiota. Jäseniä ovat Alankomaat, Belgia, Brasilia, Espanja, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Portugali, Puola, Ranska, Ruotsi, Saksa, Suomi,

³⁶ esa.int

Sveitsi, Tanska, Chile ja Tšekin tasavalta. Järjestön tarkoituksena on tarjota eteläiselle pallonpuoliskolle laadukas observatorio, ja kehittää kansainvälistä yhteistyötä avaruuden alalla. Järjestön hallinnollinen keskus on Münchenissä, mutta kaikki järjestön observatoriot sijaitsevat Chilessä Atacaman aavikolla. Suomi liittyi ESO:n jäseneksi vuonna 2004, ja 2010 perustettiin Suomen ESO-keskus Aalto-yliopiston, Helsingin, Turun ja Oulun yliopistojen toimesta. Laitos työllistää n. 20 tutkijaa, ja toimii Tuorlan observatorion yhteydessä Kaarinassa.³⁷

5.2.3 EISCAT

European Incoherent Scatter Scientific Association, EISCAT, on tutkatoimintaan perustuvien tutkimusinstanssien yhteenliittymä. Jäsenvaltioita organisaatiossa on seitsemän: Japani, Kiina, Norja, Ruotsi, Saksa, Suomi ja Yhdistynyt kansakunta. Järjestelmän tutkat on sijoitettu Kiirunaan, Sodankylään ja Tromssaan. Tutkajärjestelmän tavoitteena on esimerkiksi havainnoida asteroideja ja revontulia, sekä muita ionosfäärin ja plasmafäärin ilmiöitä.³⁸

5.2.4 Cospas-Sarsat

Cospas-Sarsat on Yhdysvaltojen, Neuvostoliiton, Ranskan ja Kanadan vuonna 1979 perustama meripelastuksen organisaatio. Järjestelmä hyödyntää satelliittien välityskapasiteettia pelastustoiminnassa, jossa laivoille, lentokoneeseen tai muuhun käyttöön sijoitetut radiolähettimet paikallistetaan satelliitin avulla niiden aktivoiduttua hätätilanteessa. Suomi on ollut vuosia järjestön nk. Associate member eli ulkojäsen, ja sen edustajana toimii Rajavartiolaitos.³⁹

³⁷ eso.org

³⁸ eiscat.se

³⁹ cospas-sarsat.int

6 AVARUUSALAN LAINSÄÄDÄNTÖ

6.1 Säädosympäristö ennen uutta lakia

Ennen uuden avaruuslain voimaantuloa Suomessa ei ollut kattavaa ja yhtenäistä satelliittien lähettämiseen, tai muuhun avaruustoimintaan sovellettavaa lainsäädäntöä. Ainut laintasoinen säädös oli laki avaruuslentäjien pelastamisesta ja palauttamisesta sekä avaruusesineiden palauttamisesta. Lisäksi suomalaista avaruustoimintaa ovat määritelleet YK:n avaruusalan sopimukset, joihin Suomi on sitoutunut.

Lainsäädännöllisen tilanteen ennen uutta lakia voidaan katsoa olleen vähintäänkin haastava. Valtion, jonka alueella toimii noin 80 avaruusalan yritystä, olisi tärkeää julkisen luotettavuuden vuoksi asettaa laintasoisella säädöksellä tarkat rajat avaruusalan toiminnalle ja toimijoille. Ala on alati kasvava, ja esimerkiksi piensatelliittien laskettua satelliittitoiminnan kustannuksia, ei kasvun voida olettaa olevan laskussa lähivuosina.

6.2 Hallituksen esitys uudeksi avaruuslaiksi

Hallituksen esityksestä (HE 157/2017) käy ilmi, että tarve luotettavan toimintaympäristön luomisesta on tärkeänä tavoitteena uuden lain säätämisen taustalla. Alan kiihtynyt kasvu on tuonut mukanaan tarpeen luoda selkeä ja kattava lainsäädännöllinen tila avaruusalan toimijoille.⁴⁰

”Yksityisen avaruustoiminnan lisääntyessä ja kehittyessä lainsäädännössä on tarpeen asettaa toiminnan lainmukaisuuden, turvallisuuden ja liiketoimintamahdollisuudet takaavat puitteet. Toimijoiden oikeuksien, velvollisuuksien ja vastuiden määrittely laissa selkeyttää alan toimintaa ja hallinnollisia menettelytapoja. Hallinnollinen taakka yrityksille on kuitenkin pidettävä mahdollisimman pienenä.”

⁴⁰ finlex.fi

Tavoitteisiinsa lain tulee hallituksen esityksen mukaan pyrkiä suhteellisuusperiaatetta noudattaen: toiminnan rajoittaminen on perusteltua vain, mikäli toiminnan turvallisuutta ja muita luvan myöntämisen edellytyksiä ei pystytä varmistamaan. Muutoinkin esityksen ja uuden lain premissinä on positiivinen suhtautuminen avaruusalan toimintaan Suomessa.

Lain tarkoituksena on lainsäädännöllisen ennustettavuuden lisäksi muun muassa edesauttaa alan teollisuuden kilpailukykyä, kasvua sekä turvallista toimintaympäristöä. Suomen toimimista uusien toimijoiden ja investointien kohdemaana pyritään edistämään. Tärkeää on myös avaruusalan toiminnan säätely valtion intressien turvaamiseksi: selkeän valvontavastuun luomisella pyritään lisäämään valtiolle aiheutuvien riskien hallintointia. Tähän esitys pyrkii mm. avaruustoiminnan luvanvaraistamisella sekä avaruus-esineiden rekisteröintipakolla.

6.3 Laki avaruustoiminnasta

6.3.1 Yleiset säännökset

Lain avaruustoiminnasta 1 luku sisältää lain yleiset säännökset: se määrittelee soveltamisalan, toimivaltaisen viranomaisen, lain soveltamisen puolustushallinnossa sekä eräiden tärkeiden käsitteiden määrittelyn.

Lain 1 § mukaan uutta avaruuslakia sovelletaan Suomen valtion alueella harjoitettavaan avaruustoimintaan. Sen lisäksi soveltamisalaan kuuluu Suomeen rekisteröidyssä aluksessa tapahtuva tai Suomen kansalaisen tai oikeushenkilön (kotipaikkana Suomi) harjoittama avaruustoiminta. 3 § selvittää, että puolustusvoimien harjoittaman avaruustoiminnan osalta lain soveltamisalaa on osittain rajattu, eikä esimerkiksi 8 § vakuuttamisvelvollisuus koske puolustusvoimia. Lain mukaisen toiminnan ohjaus, seuranta ja kehitys kuuluvat valvovana viranomaisena toimivalle työ- ja elinkeinoministeriölle. Puolustusministeriö on vastuussa samoista tehtävistä puolustusvoimien harjoittaman avaruustoiminnan osalta.

Lain 4 § avaa kolme lain kannalta tärkeää määritelmää: avaruustoiminnan, avaruusesineen ja toiminnanharjoittajan. Laissa tarkoitetaan:

- 1) avaruustoiminnalla avaruusesineen lähettämistä avaruuteen, avaruusesineen ope-
rointia ja muuta määräysvaltaa siihen avaruudessa sekä avaruusesineen palauttamista
ja palautumista maahan;
- 2) avaruusesineellä esinettä, joka on lähetetty tai joka on tarkoitus lähettää avaruuteen,
mukaan lukien tällaisen esineen osat, ja laitetta, jota on käytetty tai jota on tarkoitus käyt-
tää esineen lähettämiseksi avaruuteen, mukaan lukien tällaisen laitteen osat;
- 3) toiminnanharjoittajalla luonnollista henkilöä ja oikeushenkilöä, joka harjoittaa tai jonka
on tarkoitus harjoittaa avaruustoimintaa tai joka tosiasiallisesti vastaa toiminnasta.

6.3.2 Toiminnanharjoittajalle asetettavat velvollisuudet

Avaruuslain 2 luku (pykälät 5-11) keskittyy toiminnanharjoittajalle asetettavien velvollisuuksien selvittämiseen, joita avataan seuraavissa kappaleissa.

5 § Luvanvaraisuus

5 § asettaa avaruustoiminnan luvanvaraiseksi ja määrittelee toiminnalle annettavan luvan edellytykset. Hallituksen esityksen mukaan pykälällä on tarkoitettu pantavan kansallisesti täytäntöön YK:n avaruusyleissopimuksen valtiolle asettama vastuu avaruustoiminnan valvonnasta.

1 momentin mukaan avaruustoiminnan harjoittaminen edellyttää työ- ja elinkeinoministeriön etukäteen myöntämää määräajan tai toistaiseksi voimassa olevaa lupaa. 2 momentti taas asettaa luvan myöntämiselle kahdeksan edellytystä, jotka määräävät esimerkiksi avaruusromun syntymisestä, toiminnan kattavasta riskiarvioinnista sekä harjoittajan ominaisuuksia koskevista vaatimuksista.

1) toiminnanharjoittaja on luotettava ja hänellä on tarvittava tekninen asiantuntemus ja taloudelliset edellytykset harjoittaa avaruustoimintaa;

HE:ssä todetaan, että kohdan 1 asettamia edellytyksiä arvioitaessa on huomioitava, onko toiminnanharjoittajalla mahdollisuudet huolehtia prosessista kokonaisvaltaisesti avaruusesineen laukaisusta aina avaruustoiminnan lopettamiseen saakka. Edellytysten arvioinnin tulee tapahtua kokonaisarviointina, jossa huomioidaan suunnitellun avaruustoiminnan laajuus sekä vaarallisuus.

2) toiminnanharjoittaja on toimittanut ministeriölle arvion avaruustoiminnan riskeistä ja tämän arvion mukaan toiminnasta ei ole erityistä vaaraa ihmisille tai omaisuudelle eikä yleiselle turvallisuudelle;

3) toiminnanharjoittaja pyrkii 10 §:n mukaisesti estämään avaruusromun syntymisen sekä haitalliset vaikutukset ympäristöön maan pinnalla, ilmakehässä ja avaruudessa;

4) toiminnanharjoittajalla on suunnitelma avaruustoiminnan lopettamisesta ja siihen liittyvistä toimenpiteistä;

Kohdat 3 ja 4 kytkeytyvät vahvasti toisiinsa. HE:n perustelujen mukaan toiminnanharjoittajan on lupahakemuksessaan esitettävä, mitä sen suunnitelman mukaan avaruustoiminnan tuottamalle avaruusromulle tapahtuu tehtävän suorittamisen päättämisen jälkeen. Vaihtoehtoja avaruusromun käsittelylle ovat nykyhetkellä esimerkiksi kiertoradalle jättäminen, vähemmän ruuhkaiselle kiertoradalle siirtäminen tai avaruusesineen palaminen ilmakehässä.

5) avaruustoiminta ei ole ristiriidassa kansallisten turvallisuusasetusten, Suomen kansainvälisten velvoitteiden tai Suomen ulkopoliittisten etujen kanssa;

6) toiminnanharjoittaja täyttää 8 §:ssä säädetyt vakuuttamista koskevat vaatimukset;

7) toiminnanharjoittaja noudattaa Kansainvälisen televiestintäliiton voimassa olevia sääntöjä;

8) toiminnanharjoittaja esittää selvityksen voimassa olevien vientivalvontasäännösten noudattamisesta.

6 § Avaruusesineiden rekisteröinti

Avaruusesineistä ylläpidetään julkista rekisteriä, joka on työ- ja elinkeinoministeriön vastuulla. Pykälän toisessa momentissa määritellään tiedot, jotka toiminnanharjoittajan tulee avaruusesineestä rekisteröintiä varten ilmoittaa. Ilmoitettavia tietoja ovat muun muassa lähettäjävaltio, toiminnanharjoittaja, avaruusesineen tunniste ja yleinen tarkoitus. Ilmoitettava on myös esimerkiksi lähettämisen ajankohta, paikka sekä siinä käytettävä väline.

7 § Vastuu vahingoista

Lain 7 § tuodaan lakiin avaruusyleissopimuksen 7 artiklan määräykset avaruusesineiden aiheuttamien vahinkojen korvaamisesta. Pykälässä valtiolle on asetettu vahingonkorvausvastuu avaruusesineen aiheuttamasta vahingosta, pois lukien toiminnanharjoittajalle aiheutuneet vahingot. Valtiolla on kuitenkin pykälän mukaan oikeus periä maksettuja vahinkoja takautuvasti toiminnanharjoittajalta 60 miljoonan euron enimmäismäärään asti. Asetettua enimmäismäärää koskevaa säännöstä ei sovelleta, mikäli laissa asetettuja määräyksiä tai avaruustoiminnalle myönnetyn luvan ehtoja ei ole toiminnanharjoittajan toimesta noudatettu. Takautumisoikeus on sidottu vahingonkorvauslain säännöksiin: mikäli toiminnanharjoittaja olisi VahL mukaan korvausvelvollinen, on valtiolla oikeus periä tältä suoritettu korvaus.

Hallituksen esityksestä käy ilmi, että mallia takautumisoikeuden enimmäismäärälle on otettu muun muassa Tanskan, Ranskan ja Iso-Britannian lainsäädännöistä, jossa enimmäismäärä takautumisoikeudelle on myöskin 60 miljoonaa euroa. Enimmäismäärän todetaan korreloivan saatavilla olevien vakuutusten enimmäismääriin.

8 § Vakuuttamisvelvollisuus

8 § asettaa lähtökohtaisen velvollisuuden vakuutuksen ottamiseen kaikenlaiseen avaruustoimintaan. Pykälän 1 momentti määrittelee vakuuttamisvelvollisuuden seuraavasti:

Toiminnanharjoittajan tulee ottaa vakuutus kolmansille osapuolille avaruustoiminnasta aiheutuvien vahinkojen varalta vähintään 7 §:n 4 momentissa säädettyyn valtion takautumisoikeuden enimmäismäärään saakka.

2 momentti luo poikkeuksen vaatimukselle vakuuttamisesta. Sen mukaan vakuutusta voidaan olla vaatimatta esimerkiksi tilanteessa, jossa laukaisuyhtiön vakuutus kattaa olennaisilta osin vastuun toiminnan kolmansille osapuolille aiheuttamista vahingoista. Vakuutusta ei ole vaadittava myös silloin, jos avaruustoiminnan riskit arvioidaan hyväksyttäväksi lupahakemuksen yhteydessä tehdyn arvion perusteella.

9 § Avaruustoiminnan turvallinen harjoittaminen

Lain 9 § keskittyy avaruustoiminnan aiheuttaman vaaran rajaamiseen. Avaruustoimintaa tulee sen mukaan harjoittaa niin, ettei se aiheuta erityistä vaaraa ihmisille, omaisuudella tai yleiselle turvallisuudelle. Avaruustoiminnassa mukana olevilla henkilöillä on oltava toiminnan vaatiman tasoista osaamista sekä kokemusta vastuullaan olevien toimintojen hallinnoimisesta.

10 § Ympäristönsuojelu ja avaruusromu

Lain 10 § asettaa toiminnanharjoittajille kaksi tärkeää velvollisuutta: selkeän arvion laatimisen avaruustoiminnan ympäristövaikutuksista, sekä vaatimuksen pyrkiä välttämään avaruusromun syntymistä. Avaruustoiminnan tulee tapahtua kestäväällä tavalla sekä ympäristön, että avaruuden näkökulmasta. Avaruusromua taas tulisi pyrkiä estämään sekä normaalin toiminnan yhteydessä syntyvänä, että esineen rikkoutumisriskiä pienentämällä ja tehtävänsä päättäneen esineen loppusijoitus tarkkaan harkitsemalla.

Hallituksen esityksen mukaan pykälän tarkoituksena on saattaa lainsäädäntöön avaruusyleissopimuksen 9 artikla, jonka mukaan sopimusvaltioiden tulee välttää avaruuden ja taivaankappaleiden vahingollista saastumista ja haitallisia muutoksia maassa. Esityksessä myös todetaan, ettei avaruusromun käsitteelle ole yleisesti hyväksyttyä, yksiselitteistä juridista määritelmää. Käsitteen voidaan katsoa kattavan muun muassa käytöstä poistuneet, kiertoradalle jääneet satelliitit tai rakettien osat. Avaruusromua on pidettävä riskinä useammastakin syystä: se tuo toisaalta vaaran yhteentörmäyksistä muiden avaruusesineiden kanssa, ja toisaalta maahan palatessaan se voi aiheuttaa myös maan pinnalla henkilö- ja esinevahinkoja.

11 § Avaruusesineiden ja avaruustoiminnan siirtäminen toiselle

11 pykälä asettaa rajoituksia avaruustoiminnan ja –esineiden siirtämisestä edelleen toiselle toiminnanharjoittajalle tai omistajalle. Sen mukaan tosiasiallisen määräysvallan siirtäminen on mahdollista vain, jos siirtoon on lupa työ- ja elinkeinoministeriöltä. Luvan ministeriö voi myöntää, mikäli 5 §:ssä asetetut edellytykset täyttyvät myös uuden toiminnanharjoittajan osalta.

6.3.3 Muutokset ja valvonta & erinäisiä säännöksiä

Luvussa 3 käsitellään avaruustoiminnassa tapahtuvien muutosten valvontaa, ja luku 4 sisältää erinäisiä säännöksiä muun muassa löydetystä avaruusesineistä ja uhkasakon asettamisesta.

12 § asettaa toiminnanharjoittajalle tiedonantovelvollisuuden valvovaa viranomaista kohtaan. Työ- ja elinkeinoministeriölle on ilmoitettava kaikista sellaisista muutoksista, jotka voivat vaikuttaa 5 § asetettuihin toiminnan luvanvaraisuuden edellytyksiin, tai myönnetyn luvan ehtoihin. Myös rekisteriin merkittyjen tietojen muutoksista on ilmoitettava viipymättä, samoin kuin omistussuhteiden muutoksista tai toiminnan päättämisestä.

13 § käsittelee toiminnalle myönnetyn luvan muuttamista ja peruuttamista. Näin voidaan menetellä esimerkiksi tapauksissa, joissa lupahakemuksessa on annettu virheellistä tietoa, toiminnanharjoittaja ei jostain syystä enää täytäkään luvan myöntämiselle asetettuja edellytyksiä, tai toiminnanharjoittajan laiminlyötyä muutoin laissa säädettyjä velvollisuuksia. Myös Suomen kansainvälisten sitoumusten tai velvoitteiden niin välttämättä vaatiessa on luvan muuttaminen tai peruuttaminen mahdollista. Ennen pykälän mahdollistamia toimenpiteitä on toiminnanharjoittajalle kuitenkin asetettava määräaika puutteen, virheen, rikkomuksen tai laiminlyönnin korjaamiseksi.

14 § asettaa työ- ja elinkeinoministeriön lakia valvovaksi viranomaiseksi. Lisäksi pykälä asettaa toiminnanharjoittajalle velvollisuuden toiminnasta laadittavan vuosiraportin toimittamisesta ministeriölle. Ministeriöllä on myös oikeus saada valvontaa varten muut tarpeelliset tiedot.

15 § taas antaa 14 § valvontaoikeuden tueksi ministeriölle oikeuden suorittaa avaruustoimintaan ja avaruusesineisiin liittyviä tarkastuksia. Pykälä antaa oikeuden päästä toiminnanharjoittajan tiloihin ja muille sellaisille alueille, joilla on merkitystä avaruustoiminnan valvonnassa. Oikeus ministeriöllä on myös saada käyttöönsä valvontatehtävän kannalta tarpeelliset asiakirjat ja tiedot.

4 luvun 16 § mukaan löydetyistä avaruusesineistä tai sen osasta tulee viipymättä ilmoittaa poliisi-, rajavartio- tai sotilasviranomaiselle. 17 § antaa ministeriölle oikeuden pyytää muilta viranomaisilta tai asiantuntijoilta tehtäviensä suorittamisen kannalta tarpeelliseksi arvioituja lausuntoja. 19 § määrätään uhkasakon asettamisesta: 13 §:ssä asetettua määrystä voidaan tarvittaessa tehostaa määräämällä toiminnanharjoittajalle uhkasakko. 20 § taas määrittelee hallinto-oikeuden muutoksenhakutuomioistuimeksi lain nojalla tehtyihin päätöksiin.

21 § sisältää lain rangaistussäännökset. Sen mukaan se, joka tahallaan tai törkeästä huolimattomuudesta

1) harjoittaa avaruustoimintaa ilman 5 §:ssä tarkoitettua lupaa tai 11 §:ssä tarkoitettua hyväksyntää,

2) siirtää avaruusesinettä tai avaruustoimintaa koskevan tosiasiallisen määräysvallan toiselle toiminnanharjoittajalle tai omistajalle ilman 11 §:ssä tarkoitettua hyväksyntää taikka

3) laiminlyö 8 §:ssä säädetyn velvollisuuden ottaa vakuutus taikka 12 §:ssä tai 14 §:n 2 momentissa tarkoitettua tiedonantovelvollisuuden,

on tuomittava, jollei teko ole vähäinen eikä siitä muualla laissa säädetä ankarampaa rangaistusta, avaruustoimintarikkomuksesta sakkoon.

7 LOPUKSI

Avaruustoiminnan tähtitieteellinen kasvu asettaa kaikille toiminnan osapuolille niin mahdollisuuksia, kuin haasteitakin. Suomen voidaan olettaa nousevan tulevina vuosina myös avaruusteknologian alalla sille tasolle, jota siltä on totuttu näkemään muutoin kehittyneen teknologian osajana. Uusi laki avaruustoiminnasta on ehdottomasti tarpeellinen, ja se auttaa merkittävästi toiminnanharjoittajia toiminnan suunnittelussa ja kestävässä toteutuksessa.

Erityisen mielenkiintoista on suomalaisen osaamisen kasvu sekä kansainvälistyminen satelliittitoiminnan alalla. Pienoissatelliitit avaavat ovia uusille pienemmillekin toimijoille kustannusten alhaisuuden ansiosta. Suomi on vahvasti sidottu myös arktisen alueen tilanteeseen ja sen myötä ilmastossa tapahtuvaan kehitykseen, johon useampi suomalainen avaruusteknologiaa toiminnassaan hyödyntävä yritys onkin jo tarttunut.

Oikeuskäytäntöä ei uuden avaruuslain tuoreudesta johtuen ole tätä työtä kirjoitettaessa vielä saatavilla. Mielenkiintoista onkin myös seurata, millaisia tulkintatilanteita nopeasti uusiakin kehityssuuntia ottavalla alalla saattaa lain puitteissa syntyä, ja millaisiin ratkaisuihin käräjäoikeudet lain tulkinnassa päätyvät.

LÄHTEET

LAINSÄÄDÄNTÖ JA OIKEUSKÄYTÄNNÖT

Laki avaruustoiminnasta 63/2018

Hallituksen esitys eduskunnalle avaruuteen lähetettyjen esineiden rekisteröinnistä tehdyn yleissopimuksen hyväksymiseksi ja voimaansaattamiseksi sekä laeiksi avaruustoiminnasta ja löytötavaralain 2 §:n muuttamisesta, HE 157/2017

INTERNET-LÄHTEET

NASA Spinoff. NASA Technologies Benefit Our Lives. Viitattu 1.5.2018.

https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2008/tech_benefits.html

CNBC. The space industry will be worth nearly \$3 trillion in 30 years. Viitattu 1.5.2018.

<https://www.cnn.com/2017/10/31/the-space-industry-will-be-worth-nearly-3-trillion-in-30-years-bank-of-america-predicts.html>

GEO Awesomeness. Buckle up for Space Age 2.0: It's a \$3 trillion ride! Viitattu 24.4.2018.

<http://geoawesomeness.com/space-industry-market-size-expected-to-grow-to-nearly-3-trillion-by-2030/>

Ilmatieteenlaitos. Suomi mukaan kansainväliseen avaruusyhteistyöhön 40 vuotta sitten. Viitattu 24.4.2018.

<http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/1086082713>

Spacefinland. Suomi avaruudessa – historia. Viitattu 24.4.2018

<http://spacefinland.fi/suomi-avaruudessa/historia/>

Avaruusluotain 2/2010. Viitattu 24.4.2018

http://www.sats-saff.fi/sites/default/files/AL1002_avaruus25v_pellinen.pdf

Nature.com. Brief History of the Phobos mission. Viitattu 24.4.2018.

<https://www.nature.com/articles/341581a0>

ESA. Suomen avaruustoiminnan historiaa. Viitattu 24.4.2018

http://www.esa.int/fin/ESA_in_your_country/Finland/Suomen_avaruustoiminnan_historiaa

Spacefinland. Suomen avaruustoiminnan kansallinen strategia vuosille 2013-2020. Viitattu 20.8.2018.

<http://spacefinland.fi/wp-content/uploads/2014/07/Suomen-avaruustoiminnan-kansallinen-strategia-vuosille-2013-2020-25022013.pdf>

Työ- ja elinkeinoministeriö. Avaruus tarjoaa uusia mahdollisuuksia. Viitattu 3.5.2018.

<http://tem.fi/avaruus>

Spacefinland. Suomen avaruusala herää uuteen aikaan. Viitattu 3.5.2018.

<http://spacefinland.fi/suomen-avaruusala-heraa-uuteen-aikaan/>

Spacefinland. Liiketoiminta ja tutkimus. Viitattu 3.5.2018.

http://spacefinland.fi/liiketoiminta_tutkimus/

Reaktor. Viitattu 22.8.2018

<https://www.reaktor.com/>

Space Systems Finland. Company. Viitattu 22.8.2018

<http://www.ssf.fi/company/>

Iceye. Viitattu 22.8.2018

<https://www.iceye.com/>

Tiedetuubi. Aalto-1 kääntyi loppusuoralle. Viitattu 23.8.2018.

<http://www.tiedetuubi.fi/avaruus/aalto-1-kaantyi-loppusuoralle>

Tiedetuubi. Seuraava nanosatelliittirykelmä valmiina matkaan. Viitattu 23.8.2018

<http://www.tiedetuubi.fi/avaruus/seuraava-nanosatelliittirykelma-valmiina-matkaan-mukana-suomalainen-aalto-2>

Tiedetuubi. Koko maailma käsissäsi uuden suomalaisen koko ajan päivittyvän satelliittikuvaston avulla. Viitattu 21.8.2018

<http://www.tiedetuubi.fi/avaruus/koko-maailma-kasissasi-uuden-suomalaisen-koko-ajan-paivittyvan-satelliittikuvaston-avulla>

Suomi100-satelliitti. Mikä on Suomi100-satelliitti? Viitattu 21.8.2018.

<http://www.suomi100satelliitti.fi/mika>

Aalto-yliopisto. Foresail-1. Viitattu 21.8.2018.

<http://spacecraft.aalto.fi/fi/foresail1/>

NASA. Mars 2020 Rover. Viitattu 23.3.2018.

<https://mars.nasa.gov/mars2020/>

Uusiteknologia.fi. Suomalaisosaamista Mars 2020-mönkijään. Viitattu 23.3.2018.

<https://www.uusiteknologia.fi/2018/01/12/suomalaisosaamista-mars-2020-monkijaan/>

Spacefinland. Esa business incubation Centre opens in Otaniemi. Viitattu 23.3.2018.

<http://spacefinland.fi/esa-business-incubation-centre-opens-in-otaniemi/>

Valtioneuvosto. ESA:n avaruusalan yrityskiihdyttämö avataan suomeen. Viitattu 24.3.2018.

http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/1410877/esa-n-avaruusalan-yrityskiihdyttamo-avataan-otaniemeen

ESA. ESA Business incubation centres. Viitattu 24.3.2018

http://m.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Business_Incubation/ESA_Business_Incubation_Centres12

Nokia. Nokia is selected by Vodafone to be its technology partner for Mission to the Moon project. Viitattu 5.5.2018.

https://www.nokia.com/en_int/news/releases/2018/02/27/nokia-is-selected-by-vodafone-to-be-its-technology-partner-for-mission-to-the-moon-project?utm_source=PR&utm_medium=social&utm_content=hootsuite

ESA. Plato. Viitattu 5.5.2018.

<http://sci.esa.int/plato/>

Terramonitor. Ous Story. Viitattu 5.5.2018.

<https://www.terramonitor.com/company>

Tekniikkatalous. Miljoonien hankintasopimus suomalaiselle avaruusyhtiölle. Viitattu 5.5.2018.

<https://www.tekniikkatalous.fi/tiede/avaruus/miljoonien-hankintasopimus-suomalaiselle-avaruusyhtiolle-plato-satelliitin-paatietokoneen-ohjelmisto-on-made-in-finland-6723217>

Tekniikkatalous. Reaktor Space Lab vakuutti avaruusjärjestön. Viitattu 5.5.2018.

<https://www.tekniikkatalous.fi/tiede/avaruus/reaktor-space-lab-vakuutti-avaruusjarjeston-esa-tilaa-ensimmaista-kertaa-historiassa-satelliitin-suomesta-6729830>

Euroopan komissio. Komission tiedonanto, avaruusstrategia Euroopalle. Viitattu 6.5.2018.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0705&from=FI>

Euroopan unioni. Avaruus. Viitattu 8.6.2018.

https://europa.eu/european-union/topics/space_fi

ESA. Suomi ja avaruus. Viitattu 8.6.2018.

http://m.esa.int/fin/ESA_in_your_country/Finland/Suomi_ja_avauus

ESO. Esosta. Viitattu 23.8.2018.

<https://www.eso.org/public/finland/about-eso/>

EISCAT. Welcome to EISCAT Scientific Association. Viitattu 23.8.2018.

<https://www.eiscat.se/about/>

Cospas-Sarsat. Viitattu 23.8.2018.

<https://www.cospas-sarsat.int/en/>

Ymparisto.fi. Tietopaketti kaukokartoituksesta. Viitattu 29.5.2019.

[http://wwwi4.ymparisto.fi/i4/fin/tuotteet/Kaukokartoituksen_tietopaketti_\(2004\).pdf](http://wwwi4.ymparisto.fi/i4/fin/tuotteet/Kaukokartoituksen_tietopaketti_(2004).pdf)

Finlex.fi.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180063>

<http://finlex.fi/fi/esitykset/he/2017/20170157>