

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustaminen

Hanketta selvittäneen ohjausryhmän loppuraportti

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustaminen

Hanketta selvittäneen ohjausryhmän
loppuraportti

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Liikenne- ja viestintäministeriö

CC BY-NC-ND 4.0

ISBN pdf: 978-952-243-941-3

ISSN pdf: 1795-4045

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2023

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustaminen Hanketta selvittäneen ohjausryhmän loppuraportti

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2023:6

Julkaisija Liikenne- ja viestintäministeriö

Tekijä/t Häyrinen, V., Kaleva, U., Kilpeläinen, K., Kankare, S., Pöllänen, J., Harri A-M., Kauristie, K., Palmunoksa, J., Kestilä, A., Laitinen, T., Koskimaa, P., Haukka, H., Vähämäki, A., Punkka, A-J., Astala, J.

Yhteisötekijä Liikenne- ja viestintäministeriö ja Ilmatieteen laitos

Kieli suomi

Sivumäärä

66

Tiivistelmä

Yhteiskunnan häiriötön toiminta ja hyvinvointi on enenevässä määrin riippuvaista avaruustoiminnasta ja satelliittiperusteisista palveluista. Näitä ovat esimerkiksi tietoliikenne, aika- ja paikannustieto, sään ja ympäristöolosuhteiden seurantajärjestelmät sekä Puolustusvoimien ja muiden viranomaisten työtä tukevat satelliittipalvelut. Avaruustoiminnan turvallisuus- ja puolustuspoliittinen merkitys sekä kaupallinen avaruustoiminta kasvavat. Suomi on vastuussa kansallisesta avaruustoiminnastaan.

Tällä hetkellä mikään viranomainen ei vastaa koordinoitua kansallisen avaruustilannekuvan tuotannosta. Tilannetietoisuus on edellytys sille, että avaruudesta ja avaruustoiminnasta aiheutuvat uhat voitaisiin havaita, tunnistaa ja ennakoida. Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustaminen mahdollistaisi sen, että Puolustusvoimat ja muut viranomaiset sekä yhteiskunnan muut kriittiset toimijat saisivat ajantasaista tilannekuvatietoa sekä ennakkovaroituksia avaruudesta ja avaruustoiminnasta maanpinnalle kohdistuvista uhkista.

Ohjausryhmä katsoo, että avaruustilannekuvatuotannon sekä siihen liittyvän osaamisen ja teknisen kyvykkyyden keskittäminen yhteen, monesta kansallisesta toimijasta koostuvaan virtuaaliseen keskukseseen olisi kustannuksiltaan ja organisatorisesti tehokkain toteuttamismalli. Se suosittaa, että kansallinen avaruustilannekuvan tuotanto keskitettäisiin kansalliseen avaruustilannekeskukseen, jonka toiminta olisi mahdollista käynnistää vuoteen 2026 mennessä.

Asiasanat Avaruustilannekeskus, avaruus, tilannekuva, kansallinen turvallisuus, perustaminen, Suomi

ISBN PDF 978-952-243-941-3

ISSN PDF

1795-4045

Julkaisun osoite <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-941-3>

Inrättande av ett nationellt centrum för rymdlägesbild Slutrapport av den styrgrupp som utrett projektet

Kommunikationsministeriets publikationer 2023:6

Utgivare Kommunikationsministeriet

Författare Häyrinen, V., Kaleva, U., Kilpeläinen, K., Kankare, S., Pöllänen, J., Harri A-M., Kauristie, K., Palmunoksa, J., Kestilä, A., Laitinen, T., Koskimaa, P., Haukka, H., Vähämäki, A., Punkka, A-J., Astala, J.

Utarbetad av Kommunikationsministeriet och Meteorologiska institutet

Språk finska

Sidantal

66

Referat

Samhällets välfärd och störningsfria samhällsfunktioner är i allt större grad beroende av rymdverksamhet och satellitbaserade tjänster. Exempel på sådana är telekommunikation, tids- och positionsuppgifter, system för övervakning av väder och miljöförhållanden samt satellittjänster som stöder Försvarsmaktens och andra myndigheters arbete. Rymdverksamhetens säkerhets- och försvarspolitiska betydelse och den kommersiella rymdverksamheten ökar. Finland har ansvar för sin nationella rymdverksamhet.

För närvarande finns det ingen myndighet som ansvarar för att ta fram en samordnad nationell rymdlägesbild. En lägesbild är en förutsättning för att man ska kunna upptäcka, identifiera och förutse hot från rymden och rymdverksamheten. Ett nationellt centrum för rymdlägesbild skulle göra det möjligt för Försvarsmakten och andra myndigheter samt andra kritiska aktörer i samhället att få aktuell lägesbildsinformation samt förhandsvarningar om hot mot jorden från rymden och rymdverksamheten.

Styrgruppen anser att den kostnadsmässigt och organisatoriskt mest effektiva modellen är att koncentrera produktionen av rymdlägesbilder och den kompetens och tekniska förmåga som hör samman med den till ett virtuellt centrum bestående av många nationella aktörer. Gruppen rekommenderar att framtagandet av en nationell rymdlägesbild koncentreras till ett nationellt centrum för rymdlägesbild, som ska kunna inleda sin verksamhet senast 2026.

Nyckelord centrum för rymdlägesbild, rymden, nationell säkerhet, inrättande, Finland

ISBN PDF 978-952-243-941-3

ISSN PDF

1795-4045

URN-adress <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-941-3>

Establishment of the Finnish Space Situational Awareness Centre Final report of the steering group

Publications of the Ministry of Transport and Communications 2023:6**Publisher** Ministry of Transport and Communications**Author(s)** Häyriinen, V., Kaleva, U., Kilpeläinen, K., Kankare, S., Pöllänen, J., Harri A-M., Kauristie, K., Palmunoksa, J., Kestilä, A., Laitinen, T., Koskimaa, P., Haukka, H., Vähämäki, A., Punkka, A-J., Astala, J.**Group author** Ministry of Transport and Communications and Finnish Meteorological Institute**Language** Finnish**Pages**

66

Abstract

Disruption-free functioning of society and securing its well-being depend to an increasing extent on space activities and satellite-based services. These include communications, time and location data, monitoring systems for weather and environmental conditions, and satellite services supporting the work of the Defence Forces and other authorities. The importance of space activities in safety, security and defence policies increases and the amount of commercial space activities grows. Finland is responsible for its national space activities.

Currently, no authority in Finland is responsible for coordinated provision of national space situation picture. Situational awareness is a prerequisite for identifying, recognising and predicting threats posed by space and space activities. A national space situational awareness centre would allow the authorities, including the Defence Forces, as well as operators critical to the functioning of society to receive an up-to-date situation picture as well as early warnings of threats posed to Earth by space and space activities.

It is the view of the steering group that bringing the provision of the space situation picture and the related expertise and technical capability into one virtual centre of several national operators would be the most effective model in terms of cost-efficiency and organisation. The group recommends that the national provision of space situation picture be concentrated into Finnish space situational awareness centre that could start operating by 2026.

Keywords Space situational awareness centre, space, situation picture, national security, establishment, Finland**ISBN PDF** 978-952-243-941-3**ISSN PDF**

1795-4045

URN address <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-941-3>

Sisältö

1	Tausta, johtopäätökset ja suositukset	8
1.1	Tausta	8
1.2	Johtopäätökset	9
1.3	Suositukset	10
2	Johdanto	12
3	Avaruustilannetietoisuus	13
3.1	Avaruustilannetietoisuuden määritelmä	13
3.2	Suomen avaruustilannetietoisuustoiminta	13
3.3	Avaruustilannetietoisuuteen liittyvä kansainvälinen yhteistyö	15
3.3.1	Yhdistyneet Kansakunnat	15
3.3.2	Euroopan unioni	16
3.3.3	Yhdysvallat	17
3.3.4	Pohjois-Atlantin Puolustusliitto	18
4	Avaruustilannekeskuksen perustamisen yhteiskunnallinen merkitys	19
4.1	Yhteiskunnallinen vaikuttavuus	19
4.2	Kansallinen riskiarviotyö	21
4.3	Avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyvät uhkakuvat	22
4.3.1	Avaruussään ilmiöt	22
4.3.2	Satelliittien ja avaruusromun mahdollinen törmäysuhka	23
4.3.3	Avaruusromun tai taivaankappaleiden törmäykset Maahan	25
4.3.4	Satelliittijärjestelmien palvelutason tahattomat poikkeamat	26
4.3.5	Valtiollinen vihamielinen toiminta	28
5	Avaruustilannekeskuksen perustamisen laajempi yhteiskunnallinen merkitys ..	29
5.1	Turvallisuus, varautuminen ja valmius sekä huoltovarmuus	30
5.2	Tutkimus, tuotekehitys, innovaatiot ja liiketoiminta	30
5.3	Suomen kansainvälinen ja turvallisuuspoliittinen asema ja maakuva	33
6	Suomeen perustettava kansallinen avaruustilannekeskus	34
6.1	Kansallisen avaruustilannekeskuksen rakenne	34
6.2	EU:ssa kansallisilta avaruustilannekeskuksilta edellytettävät kyvykkyudet	36
6.3	Siviili- ja sotilasjohtokeskusten tehtävänkuvat	38
6.3.1	Siviilijohtokeskuksen tehtävänkuva	38
6.3.2	Sotilasjohtokeskuksen tehtävänkuva	39
6.4	Maanmittauslaitoksen tehtävänkuva kansallisen avaruustilannekuvan tuotannossa	40

7	Avaruustilannekeskuksen toimintamalli ja palvelutuotteet	43
7.1	Avaruustilannekeskuksen toimintamalli	43
7.2	Siviilijohtokeskuksen toimintamalli ja palvelutuotteet	44
8	Avaruustilannekeskuksen perustamisen lainsäädäntövaikutukset	47
9	Avaruustilannekeskuksen perustamisen valtiontaloudelliset määräraha-vaikutukset	48
	Lyhenteet	51
	Liite 1. Suomen kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamista valmistelevan ohjausryhmän jäsenet	53
	Liite 2. Avaruustilannetietoisuus	54
	Liite 3. Avaruustilannetietoisuuteen liittyvien uhkakuvien toteutumisen todennäköisyydet, esiintymiset ja vaikutukset	56
	Liite 4. Ministeriöiden hallinnonalojen avaruustilannetietoisuuden käyttötarpeet ja -tavat	60
	Liite 5. Avaruustilannekeskuksen perustamisen lainsäädäntövaikutukset	64

1 Tausta, johtopäätökset ja suositukset

1.1 Tausta

Suomalaisen yhteiskunnan häiriötön toiminta ja hyvinvointi on yhä enenevässä määrin riippuvaista avaruustoiminnasta, erityisesti sen tuottamista satelliittiperusteisista palveluista. Yhteiskunnan häiriöttömän toiminnan ja hyvinvoinnin kannalta välttämättömiä satelliittipalveluita ovat tietoliikenne, aika- ja paikannustieto, sään ja ympäristöolosuhteiden seurantajärjestelmät sekä Puolustusvoimien ja muiden viranomaisten työtä tukevat satelliittipalvelut.

Avaruustoiminnan turvallisuus- ja puolustuspoliittinen merkitys on jatkuvassa kasvussa. Useat valtiolliset toimijat kehittävät avaruuskyvykkyksiä. Suuremmat valtiot kehittävät myös kyvykkyksiä avaruustoiminnan kiistämiseen. Koska useimmat avaruusteknologiat ovat kaksikäyttöisiä (eli teknologialla voi olla sekä siviili- että sotilassovelluksia), sotilas- ja turvallisuusorganisaatioille on keskeistä kyetä tunnistamaan sotilaalliseen tarkoitukseen viittaava käyttäytyminen normaalista avaruustilannekuvasta. Tähän tarkoitukseen tarvitaan tunnistettua avaruustilannekuvaa sekä kestäviä turvallisuus- ja puolustustoimintoja, joilla kyetään vastaamaan vihamielisiin toimiin ja uhkiin.

Kaupallinen avaruustoiminta on ollut jo vuosia kasvussa. Suomalaistenkin avaruustoimijoiden satelliitteja on Maan kiertoradalla. Suomi on johdonmukaisesti korostanut avaruuden turvallista ja kestävästä käytöstä sekä kansainvälistä sääntöperustaista yhteistyötä. Kansainvälisten avaruuden yleissopimusten mukaisesti Suomi on valtiona vastuussa kansallisesta avaruustoiminnastaan. Esimerkiksi Suomen kansallinen avaruustoimintalaki velvoittaa avaruustoiminnanharjoittajia toimimaan tavalla, joka vähentää avaruustoiminnasta aiheutuvia riskejä muun muassa vaatimalla avaruusromun syntymisen vähentämiseen tähtäviä toimia ja ympäristövaikutusten arviointia.

Satelliittijärjestelmien toimintaa häiritsevät tai vaarantavat avaruussään ilmiöt, Maan lähi-avaruuden lisääntyvästä satelliittiliikenteestä ja avaruusromusta aiheutuvat satelliitteja vahingoittavat törmäysuhat sekä vihamieliset valtiolliset tai muut tahot. Avaruussään ilmiöt, erityisesti aurinkomyrskyt, voivat häiritä satelliittijärjestelmien toiminnan lisäksi myös yhteiskunnan maanpäällisen kriittisen infrastruktuurin, kuten sähkönsiirtoverkkojen, toimintaa. Avaruusromun ja Maata ajoittain lähestyvien taivaankappaleiden törmäykset Maahan voivat pahimmassa tapauksessa aiheuttaa maanpäällä sekä inhimillistä että taloudellista vahinkoa. Satelliittijärjestelmien tuottaman palvelutason poikkeamilla taas voi olla merkittäviä yhteiskunnan kriittisten palveluiden saatavuuteen liittyviä vaikutuksia.

1.2 Johtopäätökset

Ohjausryhmä katsoo selvitystyönsä perusteella, että avaruuden ja avaruustoiminnan merkitys suomalaisen yhteiskunnan häiriöttömälle toiminnalle ja hyvinvoinnille on merkittävä ja Suomessa on perusteltu tarve kehittää suunnitelmallisesti kansallista avaruustilannetietoisuutta. Avaruustilannetietoisuutta kehitetään kaikissa Suomen kumppanimaissa. Lisäksi Euroopan unionissa (EU) on asetettu jäsenvaltioiden kansalliselle avaruustietoisuuden kehittämiseksi poliittisia tavoitteita samoin kuin Pohjois-Atlantin puolustusliitossa (Nato). Kansallinen kyvykkyys avaruustilannekuvan muodostamiseen on tärkeitä myös Suomen omavaraisuudelle ja riippumattomuudelle.

Avaruustilannetietoisuus ja siihen oleellisesti liittyvä ajantasaisen ja koordinoitun avaruustilannekuvan tuottaminen ovat edellytyksiä sille, että avaruudesta ja avaruustoiminnasta aiheutuvat uhat voitaisiin havaita, tunnistaa ja ennakoida siten, että niihin olisi mahdollista reagoida kansallisesti. Puolustusvoimille, muille viranomaisille ja yhteiskunnan muille kriittisille toimijoille sekä näiden yhteistyökumppaneille olisi tärkeitä saada tilannekuvaa ja ennakkotietoa avaruudesta ja avaruustoiminnasta maanpinnalle kohdistuvista, yhteiskunnan häiriötöntä toimintaa ja hyvinvointia uhkaavista, häiriö- tai vaaratilanteista.

Tällä hetkellä mikään viranomainen ei Suomessa vastaa mahdollisimman ajantasaisen ja koordinoitun kansallisen avaruustilannekuvan tuotannosta. Siksi ohjausryhmä on päättänyt suosittamaan, että kansallinen avaruustilannekuvan tuotanto keskitettäisiin Suomessa perustettavaan uuteen kansalliseen avaruustilannekeskukseen, jonka toiminta olisi mahdollista käynnistää vuoteen 2026 mennessä. Ohjausryhmä katsoo, että avaruustilannekuvatuotannon sekä siihen liittyvän osaamisen ja teknisen kyvykkyuden keskittäminen yhteen, monesta kansallisesta toimijasta koostuvaan virtuaaliseen keskukseen olisi kustannustehokkain ja organisatorisesti järkevin toteuttamismalli.

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustaminen on edellytys sille, että avaruudesta ja avaruustoiminnasta aiheutuvat uhat voitaisiin Suomessa havaita, tunnistaa ja ennakoida siten, että niihin olisi mahdollista kansallisesti reagoida. Avaruustilannekeskuksen perustaminen edistäisi näin osaltaan Suomen kokonaisturvallisuuden tavoitteita, kuten kansallista kriisinsietokykyä, kriittisen infrastruktuurin ylläpitoa ja huoltovarmuutta sekä kyberturvallisuutta.

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustaminen mahdollistaisi sen, että erityisesti Puolustusvoimat, muut viranomaiset ja yhteiskunnan muut kriittiset toimijat saisivat jatkossa tarvitsemaansa ajantasaista ja koordinoitua tilannekuvatietoa sekä ennakkovaroituksia avaruudesta ja avaruustoiminnasta maanpinnalle kohdistuvista uhkatilanteista. Avaruustilannekeskus seuraisi myös avaruustoimintaan liittyvien, yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittisten satelliittijärjestelmien toimintaa ja antaisi tarvittaessa varoituksia

satelliittijärjestelmien palvelutason poikkeamista. Satelliittijärjestelmien seurantatehtävän toteutus edellyttää vielä toiminnallisia lisäselvityksiä, jotka tullaan tekemään avaruustilannekeskuksen perustamisvaiheessa.

Ohjausryhmä katsoo, että avaruustilannekeskuksen perustaminen olisi myös avaruuden turvallisen ja kestäväen käytön sekä avaruustoiminnan haitallisten ympäristövaikutusten vähentämisen näkökulmasta vastuullista ja osoittaisi kansainvälisesti, että Suomi on valtiona tehnyt kaikkensa lainkäyttöpiirissään harjoitettavan avaruustoiminnan vahinkojen välttämiseksi. Avaruustilannekeskuksen perustamisella ja sen jatkokehityksellä olisi lisäksi myönteinen vaikutus Suomen avaruustoimialan tutkimukseen ja innovaatioihin, tuotekehitykseen ja liiketoimintaan sekä Suomen kansainväliseen ja turvallisuuspoliittiseen asemaan.

Ohjausryhmä on päätenyt esittämään, että perustettavan kansallisen avaruustilannekeskuksen operatiiviset toiminnot keskitettäisiin liikenne- ja viestintäministeriön alaisen Ilmatieteen laitoksen ja puolustusministeriön alaisen Puolustusvoimien nykyisten toimintojen yhteyteen. Avaruustilannekeskuksen perustamisessa on näin ollen tarkoitus hyödyntää tehokkaasti jo olemassa olevia viranomaistehtäviä, -rakenteita ja -prosesseja. Tämä olisi kustannustehokkain ja organisatorisesti järkevin tapa toteuttaa avaruustilannekeskuksen perustaminen. Avaruustilannekeskuksen palvelutuotannon on tarkoitus perustua moniviranomaisyhteistyölle, joka tapahtuisi jatkuvassa kaksisuuntaisessa vuorovaikutuksessa erityisesti avaruustilannetiedon käyttäjäviranomaisten ja muiden yhteistyökumppaneiden kanssa.

1.3 Suositukset

Liikenne- ja viestintäministeriön 10.10.2022 asettama, ministeriöiden jäsenistä koostuva ohjausryhmä on toimeksiantonsa mukaisesti selvittänyt, miten avaruustilannetietoisuuteen oleellisesti liittyvä kansallisen, mahdollisimman ajantasaisen ja koordinoitun avaruustilannekuvan tuotanto ja ylläpito tulisi Suomessa järjestää. Selvitystyönsä perusteella ohjausryhmä suosittaa seuraavaa:

1. Suomeen perustettaisiin kansallinen avaruustilannekeskus, jonka toiminta käynnistyisi vuoteen 2026 mennessä. Tilannekeskus toimisi tiiviissä yhteistyössä kansainvälisten avaruusvalvonnasta vastaavien organisaatioiden kanssa. Avaruustilannekeskus vastaisi Suomen eurooppalaisten ja transatlanttisten kumppanien kanssa tapahtuvasta kansainvälisestä avaruusvalvonnan tiedonvaihdosta ja yhteistyöstä.

2. Avaruustilannekeskuksen perustamisessa hyödynnettäisiin tehokkaasti jo olemassa olevia viranomaistehtäviä, -rakenteita ja -prosesseja. Tilannekeskuksen operatiiviset toiminnot keskitettäisiin liikenne- ja viestintäministeriön alaisen Ilmatieteen laitoksen ja puolustusministeriön alaisen Puolustusvoimien nykyisten toimintojen yhteyteen. Kansallinen avaruustilannekeskus toimisi käytännössä virtuaalisesti eli toiminnallisesti eri toimipisteisiin hajautettuna ja jatkuvassa, kaksisuuntaisessa vuorovaikutuksessa avaruustilannetiedon viranomaiskäyttäjien ja muiden yhteistyökumppanien kanssa. Maanmittauslaitoksen hallinnoiman Metsähovin geodeettisen tutkimusaseman lähiavaruuden havainnointijärjestelmien kyvykkyyttä kohdennettaisiin tarvittavilta osin avaruustilannekeskuksen kansallisen avaruustilannekuvatuotannon tukemiseen. Lisäksi huomioitaisiin, että yliopistoilla on Suomessa osittain niiden kansallisena tehtävänä resursoituja kyvykkyyksiä avaruustilannekuvan täydentämisessä, joiden jatkuvuutta ei vaarannettaisi toimintojen keskittämisellä tai keskuksen perustamisella.
3. Avaruustilannekeskuksen Ilmatieteen laitoksen yhteyteen perustettava siviilijohtokeskus ja Puolustusvoimien olemassa olevien organisaatioiden ja johtamispaikkojen yhteyteen perustettava sotilasjohtokeskus olisivat toisiinsa nähden oikeudellisesti ja hallinnollisesti itsenäisiä yksiköitä. Ne vastaisivat yhteistyössä mutta omien tehtävänkuviansa mukaisesti Suomen kansallisen avaruustilannekuvan tuottamisesta 24/7 -periaatteella niin normaalioloissa kuin myös vakavissa häiriötilanteissa tai poikkeusoloissa.
4. Avaruustilannekeskuksen perustaminen on ehdollinen sille, että hallinnonalat voisivat kattaa keskuksen perustamisen ja toiminnan edellyttämät kulut menokehyksistään tai että keskuksen perustamiseen osoitettaisiin lisämäärärahaa Julkisen talouden suunnitelmassa (JTS) tai talousarvioprosesseissa. Vuosien 2024–2027 uuden määrärahan tarve olisi yhteensä 5 135 000 euroa. Avaruustilannekeskuksen toimintaan vaadittava rahoitus allokoitaisiin hallinnonaloittain kyseisten toimijoiden toimintamomentteille syntyvien kulujen kattamiseksi.
5. Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen edellyttämät sääntelyn kehittämistarpeet selvitettäisiin mahdollisen hallituksen esityksen valmistelun yhteydessä. Alustavasti voidaan arvioida, että avaruustilannekeskustoiminnan tulisi kuulua toimintaan osallistuvien viranomaisten lakisääteisiin tehtäviin tai liittyä niiden lakisääteisten tehtävien hoitamiseen.

2 Johdanto

Avaruustilannetietoisuuden yhteiskunnallisesta merkityksestä on viime vuosina keskusteltu valtioneuvostossa työ- ja elinkeinoministeriön perustamassa Avaruusasiain neuvottelukunnassa (ANK)¹. Avaruusasiain neuvottelukunnassa käydyin valmistelutyön ja keskustelun perusteella liikenne- ja viestintäministeriö asetti päätöksellään 10.10.2022 ohjausryhmän selvittämään, miten Suomen kansallista avaruustilannetietoisuutta tulisi lähteä suunnitelmallisesti kehittämään.

Liikenne- ja viestintäministeriön asettamassa ohjausryhmässä oli liikenne- ja viestintäministeriön lisäksi jäsenet maa- ja metsätalousministeriöstä, opetus- ja kulttuuriministeriöstä, puolustusministeriöstä, sisäministeriöstä, työ- ja elinkeinoministeriöstä, ulkoministeriöstä ja valtiovarainministeriöstä. Ministeriöistä ohjausryhmään nimetyt jäsenet on mainittu liitteessä 1.

Ohjausryhmä luovutti selvitystyönsä loppuraportin liikenne- ja viestintäministeriölle 3.5.2023.

Osana selvitystyötä ohjausryhmän sihteeristönä toiminut Ilmatieteen laitos valmisteli laajan taustaselvityksen kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamiseen liittyvistä kysymyksistä. Ilmatieteen laitoksen selvityksessä kuvataan ohjausryhmän loppuraporttia syvällisemmin muun muassa avaruustilannetietoisuutta sekä kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamiseen liittyviä rakenteellisia, teknisiä ja toiminnallisia kysymyksiä. Ilmatieteen laitoksen taustaselvitys on osa ohjausryhmän selvitystyötä.

Avaruustilannekeskuksen perustamisella olisi myös lainsäädännöllisiä vaikutuksia. Liikenne- ja viestintäministeriö valmisteli osana ohjausryhmän työtä ja yhteistyössä hankkeessa mukana olevien ministeriöiden kanssa arviomuistion kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen lainsäädäntövaikutuksista. Myös arviomuistio on osa ohjausryhmän selvitystyötä.

Ilmatieteen laitoksen taustaselvitys ja arviomuistio ovat, ohjausryhmän loppuraportin lisäksi, löydettävissä valtioneuvoston [Hankeikkunasta](#).

¹ Kansallinen avaruustilannekeskus. Hankesuunnitelma, 21.3.2022. Avaruusasian neuvottelukunta (ANK) /tilannekuvajaosto.

3 Avaruustilannetietoisuus

3.1 Avaruustilannetietoisuuden määritelmä

Avaruustilannetietoisuudella tarkoitetaan pyrkimystä muodostaa mahdollisimman ajantasainen kokonaiskuva avaruuden käytön ja sen ilmiöiden tilanteesta. Tavoitteeseen päästään kehittämällä kyvykkyksiä avaruudessa sijaitsevien esineiden ja kappaleiden tarkkailuun sekä pyrkimällä seuraamaan ja ennustamaan avaruussään ilmiöitä. Erityisen tärkeätä on pyrkiä ennustamaan Maan lähiavaruuden esineiden ja kappaleiden liikkeistä, avaruussäästä sekä satelliittijärjestelmien toiminnasta mahdollisesti ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle aiheutuvia häiriö- tai vaaratilanteita.

Avaruustilannekuvan avulla valtioiden on mahdollista varautua systemaattisella ja organisoidulla tavalla avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyviin riskeihin, jotka voivat uhata yhteiskunnan maanpäällisen ja avaruudellisen kriittisen infrastruktuurin toimintaa, väestön turvallisuutta tai aiheuttaa muita maanpäällisiä häiriö- tai vaaratilanteita. Seurannan avulla valtiot voivat edistää myös avaruuden kestäväää käyttöä ja avaruustoiminnan haitallisten ympäristövaikutusten vähentämistä sekä varautua paremmin avaruustoiminnan turvallisuuspoliittisten riskien ja valtioiden omasta kaupallisesta avaruustoiminnasta aiheutuvien riskien ennakoimiseen.

Avaruustilannetietoisuutta ja siihen liittyviä käsitteitä on avattu tarkemmin liitteessä 2.

3.2 Suomen avaruustilannetietoisuustoiminta

Tällä hetkellä minkään suomalaisen viranomaisen lakisääteisenä tehtävänä ei ole tuottaa kansallista, mahdollisimman ajantasaista ja koordinoitua avaruustilannekuvatietoa. Ilmatieteen laitos tuottaa julkiseen jakeluun avaruussääätietoa sekä kohdennettuja avaruussääpalveluja kansallisille ja kansainvälisille asiakkaille, kuten Kansainväliselle siviili-ilmailujärjestölle (ICAO), sekä on kansallinen palvelupiste International Space Environment Service -verkostossa (ISES). Lähiavaruuden taivaankappaleita, satelliitteja ja avaruusromua koskeva tieto sen sijaan on tällä hetkellä haettava omaehtoisesti yhdysvaltalaisista ja eurooppalaisista tietolähteistä.

Suomessa on Ilmatieteen laitoksen lisäksi myös muita akateemisen ja kaupallisen alan toimijoita sekä tutkimuslaitoksia, kuten esimerkiksi Sodankylän geofysikan observatorio ja Isaware Oy, jotka tuottavat omissa toiminnassaan tarvitsemaansa

avaruustilannetietoisuustietoa. Nämä toimijat ja niiden toiminta on tarkoitus ottaa huomioon tai hyödyntää Suomen kansallisen avaruustilannekeskuksen toiminnassa ja niitä kuvataan myöhemmin tässä luvussa.

Suomessa keskeisin kansallisen avaruustoiminnan säädös on laki avaruustoiminnasta (63/2018). Siinä avaruustoiminnan lupa- ja valvontatehtävät on osoitettu työ- ja elinkeinoministeriölle, joka sanotun lain nojalla ylläpitää kansallista avaruusesineiden rekisteriä ja toimii avaruustoiminnan lupaviranomaisena. Laki avaruustoiminnasta velvoittaa toiminnanharjoittajia vähentämään avaruustoiminnasta aiheutuvia riskejä sekä avaruusromun syntymistä. Puolustusvoimien avaruustoiminnan ja satelliittikaukokartoituksen yleinen ohjaus ja valvonta kuuluvat avaruustoiminnasta annetun lain perusteella puolustusministeriölle.

Työ- ja elinkeinoministeriö on avaruustoimintalain nojalla antanut asetuksen avaruustoiminnasta (74/2018). Asetuksessa säädetään tarkemmin avaruustoiminnan lupamenettelystä ja toiminnanharjoittajan velvollisuuksista, muun muassa avaruustoiminnan riskianalysistä. Suomesta ei vielä voida lähettää avaruusesineitä, mutta toiminnanharjoittajat voivat operoida Suomen ulkopuolelta lähettämäänsä avaruusesinettä Suomesta käsin. Avaruustoiminnan ympäristövaikutuksista ja riskeistä pitää toimittaa hyväksytty arvio ennen avaruustoimintaluvan myöntämistä.

Laki Maanmittauslaitoksesta (1025/2018) määrittää laitoksen yhdeksi tehtäväksi paikantamisen perustasta huolehtimisen. Maanmittauslaitoksen hallinnoiman Metsähovin geodeettisen tutkimusaseman osalta tämä tarkoittaa jatkuvaa tiedon tuottamista maailmanlaajuisen koordinaattijärjestelmän (International Terrestrial Reference Frame) ylläpitämiseksi Kansainvälisen Geodeettisen Assosiaation (IAG) palveluiden kautta. Metsähovissa on kaikki maailmanlaajuisen koordinaattijärjestelmän ylläpitoon ja kehitykseen tarvittavat havaintojärjestelmät: radioteleskooppi, satelliittilaser, satelliittipaikannuslaitteistoja ja painovoimalaboratorio laitteineen sekä Ranskan avaruushallinnon Doris-asema. Tämä tekee Metsähovista yhden IAG:n perusasemista. Maanmittauslaitoksen Metsähovin observatorion laserteleσκοoppia tullaan hyödyntämään lähiavaruuden satelliittien ja avaruusromun seurannassa osana kansallisen avaruustilannekuvan tuotantoa.

Opetus- ja kulttuuriministeriön toimialalla yliopistoilla on avaruustilannetietoisuuteen liittyviä kyvykkyksiä, muun muassa havaintojärjestelmiä ja analyysimenetelmiä. Aalto-yliopistolla sekä Helsingin, Oulun ja Turun yliopistoilla on merkittävää osaamista, infrastruktuuria ja kyvykkyksiä avaruustilannetietoisuudessa. Oulun yliopiston erillislaitos, Sodankylän geofysiikan observatorio (SGO), tuottaa jatkuvaa tietoa ilmakehän, auringon, aurinkotuulen ja avaruuden tilasta. Turun yliopisto hallinnoi Pohjoismaista optista teleskooppia (Nordic Optical Telescope – NOT). Lisäksi Suomen Akatemia on tukenut avaruustilannetietoisuuteen liittyviä tutkimushankkeita ja huippuyksiköitä.

Avaruuden tilannetietoisuuden eri osa-alueilla kaupalliset toimijat ovat jo pitkään tehneet maanpinnalla toimivien mittalaitteiden rakentamisessa yhteistyötä akateemisen sektorin kanssa. Viime vuosina tämä toiminta on laajentunut erityisesti avaruussään osalta, kun yliopistot (Aalto, Helsingin yliopisto, Oulun yliopisto ja Turun yliopisto), Ilmatieteen laitos ja yritykset (Iceye Oy, Isaware Oy, Reaktor Space Labs / Kuva Space Oy) ovat rakentaneet piensatelliittiteknologiaa hyödyntäviä satelliittijärjestelmiä (esim. Iceye SAR konstellatio, Suomi 100, Hello world ja SunStorm -satelliitit).

3.3 Avaruustilannetietoisuuteen liittyvä kansainvälinen yhteistyö

Avaruustilannetietoisuuden muodostaminen ja ylläpito edellyttää valtioiden välistä kansainvälistä yhteistyötä. Esimerkiksi avaruusesineiden seuranta edellyttää maailmanlaajuisesta seurantaan kykenevien anturi- eli sensorilaitteiden verkostoa. Sensoriverkoston rakentaminen on kallista eikä mikään yksittäinen valtio kykene rakentamaan maailmanlaajuisesta sensoriverkosta yksin, joten on järkevää pyrkiä jakamaan rakentamiskustannuksia ja sensoriverkosta yhteistyössä samanmielisten valtioiden kanssa.

Erytesesti pienten valtioiden kansallisen avaruustilannetietoisuuskyvykkyuden kehittäminen ei ole mahdollista ilman kansainvälistä yhteistyötä. Myös Suomen kansallinen kyky hankkia, ymmärtää ja hyödyntää avaruustilannetietoisuutta pohjautuu merkittävästi samanmielisten valtioiden kanssa harjoitettavaan kansainväliseen yhteistyöhön.

3.3.1 Yhdistyneet Kansakunnat

Kansainvälinen avaruusoikeus perustuu Yhdistyneiden Kansakuntien (YK) puitteissa tehdyihin sopimuksiin. Vuoden 1967 avaruuden yleissopimus (niin sanottu Outer Space Treaty) on niistä keskeisin.

Avaruuden yleissopimuksen keskeinen tavoite on avaruuden rauhanomainen käyttö sekä valtioiden oikeus vapaasti tutkia ja käyttää avaruutta. Sopimuksen mukaan valtioilla on kansainvälinen vastuu kansallisesta avaruustoiminnastaan, mikä tarkoittaa muun muassa, että yksityisten toiminnanharjoittajien avaruustoiminta edellyttää asianomaisen valtion lupaa ja valvontaa.

Suomi on johdonmukaisesti korostanut avaruuden turvallista ja kestävästä käyttöä sekä kansainvälistä sääntöperustaista yhteistyötä. Avaruuden yleissopimusten mukaisesti Suomi on valtiona vastuussa kansallisesta avaruustoiminnastaan. Esimerkiksi Suomen

kansallinen avaruustoimintalaki velvoittaa avaruustoiminnanharjoittajia toimimaan tavalla, joka vähentää avaruustoiminnasta aiheutuvia riskejä muun muassa vaatimalla avaruusromun syntymisen vähentämiseen tähtäviä toimia ja avaruustoiminnan ympäristövaikutusten arviointia.

3.3.2 Euroopan unioni

EU:n avaruusohjelman tavoitteet on asetettu niin sanotussa avaruusasetuksessa². Asetuksessa määritelty EU:n avaruusohjelma rakentuu neljälle keskeiselle elementille. Yksi elementeistä on avaruustilannetietoisuus, joka asetuksen mukaan käsittää avaruusesineiden valvonnan ja seurannan, avaruussään sekä Maan lähelle tulevia kohteita koskevien riskien seurannan.

EU:ssa avaruustilannetietoisuus on katsottu tarpeelliseksi kyvykkyudeksi erityisesti avaruustoiminnan, avaruusinfrastruktuurin ja kansalaisten suojelemiseksi. EU:n avaruusvalvontaa tuottava toiminto on annettu EU SST -avaruusvalvontakumppanuudelle³. EU SST -sopimusjärjestelyn tarkoituksena on tiivistää eurooppalaista avaruusvalvonnan yhteistyötä. EU SST -kumppanuus seuraa ja valvoo lähiavaruuden kappaleiden liikettä ja kiertoratoja sekä ennustaa niiden mahdollisia törmäyksiä ja paluuta Maan pinnalle.

Liikenne- ja viestintäministeriö vei marraskuussa 2021 valtioneuvoston talouspoliittiseen ministerivaliokuntaan (TALPO) esityksen siitä, että Suomi liittyisi EU SST-sopimusjärjestelyyn. Talouspoliittinen ministerivaliokunta puolsi sekä sopimusjärjestelyyn liittymistä että järjestelyyn liittymisen edellytyksenä olevan kansallinen keskusorganisaation eli niin sanotun kansallisen EU SST -yhteyspisteen⁴ perustamista Suomeen. Yhteyspiste toimii EU SST -kumppanuuden tuottaman avaruustilannekuvatiedon kansallisena yhteistyövastuullisena sekä kansallisten havaintojärjestelmien tiedonvälittäjänä.

Suomi liittyi EU SST -sopimusjärjestelyyn marraskuussa 2022. Sopimusjärjestelyyn liittymisen ja kansallisen EU SST -yhteyspisteen perustaminen olivat edellytys sille, että Suomi pääsi mukaan eurooppalaiseen avaruustilannetiedon tiedonvaihtoon.

2 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EU) 2012/696 unionin avaruusohjelman ja Euroopan unionin avaruusviraston perustamisesta.

3 EU Space Surveillance & Tracking Partnership.

4 Ilmatieteen laitoksella on perusteilla Suomen kansallinen EU SST -yhteyspiste. EU SST -kumppanuussopimukseen on liittynyt 15 maata: Espanja, Itävalta, Tšekki, Saksa, Tanska, Suomi, Ranska, Kreikka, Italia, Latvia, Alankomaat, Puola, Portugali, Romania ja Ruotsi.

Avaruus on yksi EU:n turvallisuus- ja puolustusyhteistyön toimintaympäristöistä. EU:ssa vuonna 2022 hyväksytyssä niin sanotussa strategisessa kompassissa⁵ tarkennetaan EU:n turvallisuus- ja puolustusyhteistyön tavoitteita. Yhtenä kompassin toimenpiteenä on laadittu Turvallisuutta ja puolustusta tukeva Euroopan Unionin avaruusstrategia⁶.

Euroopan parlamentin ja neuvoston yhteisessä turvallisuuden ja puolustuksen avaruusstrategiaa koskevassa tiedonannossa⁷ painotetaan strategisen kompassin avaruutta koskevien tavoitteiden toimeenpanon merkitystä erityisesti tiedonsiirtojärjestelmien, paikantamisteknologian, tiedustelukyvykkyyden sekä avaruushkiin liittyvän tilannetietoisuuden ja avaruuspalveluiden häiriöiden sietokyvyn eli resilienssin parantamisessa. Suomi on asian valmistelun yhteydessä ilmoittanut tukevansa EU:n strategisessa kompassissa ja yhteisessä tiedonannossa asetettuja EU:n turvallisuus- ja puolustusyhteistyön avaruutta koskevia tavoitteita.

3.3.3 Yhdysvallat

Yhdysvalloilla on paras globaaliin avaruudentilannetietoisuuteen liittyvä osaaminen ja kyvykkyys. Suomen Ilmavoimat allekirjoitti marraskuussa 2019 Suomen ja Yhdysvaltojen välisen SSA (Space Situational Awareness, SSA) -yhteisymmärryspöytäkirjan Yhdysvaltain avaruusesikunnan (USSPACECOM) kanssa.

Yhteisymmärryspöytäkirja tehtiin Puolustusvoimien avaruustilannetietoisuuden vahvistamiseksi. Suomi ja Yhdysvallat vaihtavat pöytäkirjan perusteella kahdenvälisesti avaruustilannetietoisuuteen liittyvää tietoa. Yhteisymmärryspöytäkirjan allekirjoitus oli myös edellytys sille, että Suomi on voinut liittyä edellä kuvattuun EU SST -sopimusjärjestelyyn.

5 A Strategic Compass for Security and Defence (7321/22), 21.3.2022.

6 EU Space Strategy for Security and Defence (EU SSSD), JOIN (2023) 9, 10.3.2023.

7 Joint Communication to the European Parliament and the Council. European Union Space Strategy for Security and Defence. JOIN(2023) 9 final.

3.3.4 Pohjois-Atlantin Puolustusliitto

Naton perustehtävät ovat yhteinen puolustus ja pelote, kriisinhallinta sekä turvallisuutta edistävä yhteistyö muiden järjestöjen ja valtioiden kanssa. Perustehtäviin liittyvää käytännön toimintaa eli Naton puolustussuunnittelutyötä ohjaa Naton strateginen konsepti⁸. Se linjaa Naton tarkoitusta, luonnetta, perustehtäviä sekä sen kohtaamia haasteita ja mahdollisuuksia. Avaruus on yksi Naton puolustussuunnittelutyön osa-alueista.

Naton puolustussuunnittelun avaruusulottuvuuteen kuuluu avaruustilannetietoisuuden (Space Situational Awareness) lisäksi myös muun muassa avaruuspalveluiden poikkeamatilanteisiin liittyvä siviiliyhteiskunnan sietokyvyn parantaminen. Yhteiskunnan sietokyvyn kehittäminen kuuluu Natossa organisatorisesti niin sanotulle Resilienssi-komitealle. Vuonna 2022 komiteassa hyväksyttiin osana Naton puolustussuunnittelua asiakirja avaruuden siviilivalmiudesta ja sietokyvystä⁹. Asiakirjassa kartoitetaan avaruustoimintaan liittyviä uhkakuvia ja suositellaan Naton jäsenvaltioille uhkakuviin varautumista kansallisin riskiarvioinnein. Erityisenä uhkana nähdään avaruuspalveluiden, erityisesti aika- ja paikannuspalveluiden vakavat palvelutasopoikkeamat, joilla olisi heijastusvaikutuksia yhteiskunnan kriittisiin toimintoihin, kuten tieto- ja viestintäjärjestelmiin, kuljetuksiin ja energia-alaan.

8 NATO 2022 Strategic Concept, Adopted by Heads of States and Government at the NATO Summit in Madrid, 29 June 2022.

9 Space-Related Aspects of Civil Preparedness and Resilience. AC/345-N(2022).

4 Avaruustilannekeskuksen perustamisen yhteiskunnallinen merkitys

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen merkitystä voidaan arvioida yhteiskunnallisen vaikuttavuuden käsitteellä. Tällöin arvioitavaksi tulevat tilannekeskuksen perustamisen oletettavat tavoitteelliset tai todennettavissa olevat positiiviset yhteiskunnalliset hyödyt. Avaruustilannekeskuksen perustamisen hyötyjä voidaan lisäksi tarkastella Suomen kansallisen riskiarviotyön näkökulmasta.

4.1 Yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Valtioiden kansallisen turvallisuuden investoinneille on yhteistä se, että ne ovat osa kansallisen turvallisuuden riskienhallintaa ja varautumista; myös vaikutuksiltaan laajamittaisiin, mutta toisinaan epätodennäköisiin uhkiin¹⁰. Tästä näkökulmasta kansallisen avaruustilannekeskuksen perustaminen voidaan nähdä investointina Suomen kansalliseen turvallisuuteen. Sillä pyrittäisiin varautumaan avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyviin mahdollisesti epätodennäköisiin, mutta kuitenkin potentiaalsiin ja osin myös hyvinkin vakaviin uhkiin.

Avaruuden ja avaruustoiminnan uhkiin varautuminen ja varautumiseen tehdyt valtion kansalliset turvallisuusinvestoinnit voidaan näin olleen nähdä eräänlaisena kansalliseen kyberturvallisuustoimintaan vertautuvana vakuutustoimintana. Kuten kyberturvallisuuteen liittyvissä valtion toimenpiteissä, Suomen kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen lähtökohtana on samanlainen pyrkimys minimoida ja hallita kansalliseen turvallisuuteen liittyviä uhkia. Avaruuden ja avaruustoiminnan kansallisen turvallisuuden "murtumisesta" seuraisi erityisesti vakavien uhkien toteutuessa yhteiskunnalle mittavaa inhimillisiä kärsimystä, haitallisia ympäristövaikutuksia sekä omaisuuteen ja talouteen liittyviä kielteisiä seurauksia. Vakavien uhkien toteutumisesta aiheutuisi myös suuria yhteiskunnallisia kustannuksia. Ilman valtion avaruuden ja avaruustoiminnan turvallisuuteen

10 Avaruuden ja avaruustoiminnan uhkakuvien kansantaloudellisia vaikutuksista ei varsinaisesti ole olemassa kotimaisia selvityksiä. Kyberturvallisuuden taloustieteellisiä kysymyksiä sen sijaan on selvitetty. Esimerkiksi Taloustieteellisiä näkökulmia kyberturvallisuuteen, Kansantaloudellinen aikakauskirja – 117. vsk. – 2/2021 261, VTM Niko-Matti Ronikonmäki ja VTM Tom-Henrik Sirviö.

tekemiä turvallisuusinvestointeja nämä yhteiskunnan kannalta kielteiset seuraus- ja kustannusvaikutukset olisivat mahdollisesti vieläkin mittavammat. Uhkiin varautumiseen tehtävät investoinnit voidaan näin ollen nähdä kansallisen turvallisuuden näkökulmasta kustannustehokkaampana ja rationaalisempänä kuin se, että uhkiin ei varauduttaisi lainkaan.

Kansalliseen turvallisuuteen tehtävillä investoinneilla valtio pyrkii luomaan rakenteita ja mekanismeja, joilla julkinen valta voisi paremmin varautua todennettujen uhkien toteutumiseen. Uhkiin varautumisessa on oleellista määrittää varautumisen riittävä taso ja se, millä keinoin tämä taso voidaan kustannustehokkaimmin saavuttaa. Avaruustilannekeskuksen perustamisen osalta tätä arviointia kuitenkin vaikeuttaa se, että avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyvien uhkakuvien toteutumisen todennäköisyyksistä ja esiintymisestä sekä näin ollen myös uhkien toteutumisesta aiheutuvista yhteiskunnallisista vaikutuksista voidaan parhaimmillaankin esittää vain arvioita. Näitä avaruustilannetietoisuuteen liittyviä uhkakuvia sekä niiden toteutumisen todennäköisyyksiä, esiintymisiä ja vaikutuksia on tarkasteltu tarkemmin liitteessä 3.

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen tavoitteelliset tai todennettavissa olevat yhteiskunnalliset hyödyt liittyisivät näin ollen siihen, että keskus tuottamalla ja ylläpitämällä koordinoitua avaruustilannekuvaa mahdollistaisi sen, että Suomessa voitaisiin jatkossa mahdollisimman hyvissä ajoin havaita, tunnistaa ja ennakoida avaruudesta ja avaruustoiminnasta yhteiskunnan turvallisuudelle ja häiriöttömälle toiminnalle aiheutuvia uhkatilanteita. Tämä mahdollistaisi sen, että uhkatilanteisiin voitaisiin kansallisella moniviranomaisyhteistyöllä suunnitelmallisesti sekä varautua että reagoida. Mahdollisimman aikainen ja suunnitelmallinen reagoiminen vähentäisi uhkatilanteista aiheutuvia kielteisiä inhimillisiä, ympristöllisiä ja taloudellisia vaikutuksia, mikä johtaisi uhkatilanteiden hallinnassa myös parempaan kustannustehokkuuteen ja yhteiskunnalliseen vaikuttavuuteen.

Myös EU:ssa kannustetaan jäsenvaltioita varautumaan turvallisuusinvestoinneilla avaruuden ja avaruustoiminnan uhkiin. EU:n avaruusasetuksella perustetussa EU:n avaruusohjelmassa katsotaan jäsenvaltioiden avaruuteen liittyvien valvonta- ja seurantakyvykkyyksien kehittäminen tarpeelliseksi erityisesti avaruustoiminnan, avaruusinfrastruktuurin ja kansalaisten suojelemiseksi. EU:n turvallisuuden ja puolustuksen avaruusstrategian tiedonnannossa painotetaan myös jäsenvaltioiden avaruusuhkiin liittyvän tilannetietoisuuden parantamista. Samoin Natossa osana puolustus suunnittelun avaruustilannetietoisuutta suositellaan jäsenvaltioita varautumaan kansallisesti erityisesti avaruustoiminnan uhkakuviin.

4.2 Kansallinen riskiarviotyö

Avaruustilannekeskuksen perustamisen hyötyjä on perusteltua tarkastella Suomen kansallisen riskiarviotyön näkökulmasta. Avaruustilannekeskuksen perustamisen lähtöoletus on, että sillä olisi myönteinen vaikutus Suomen avaruuteen, avaruustoimintaan ja satelliittijärjestelmien toimintaan liittyvään kansalliseen riskiarviotyöhön. Tämä myönteinen vaikutus perustuisi siihen, että kansallista avaruustilannetietoisuutta ja siihen oleellisesti liittyvää mahdollisimman ajantasaisen ja koordinoitun avaruustilannekuvan tuotantoa kehittämällä olisi mahdollista jatkossa paremmin havaita, tunnistaa ja ennakoida avaruudesta ja avaruustoiminnasta mahdollisesti yhteiskunnan häiriöttömälle toiminnalle aiheutuvat uhat ja siten myös reagoida niihin.

Suomessa laaditaan säännöllisin väliajoin kansallinen riskiarvio¹¹ osana EU:n pelastuspalvelumekanismia¹². Laaja-alaisessa poikkihallinnollisessa yhteistyössä laadittu kansallinen riskiarvio antaa osaltaan perusteet sille, millaisiin riskeihin eri hallinnonalojen ja muiden toimijoiden on Suomessa varauduttava. Kansallinen riskiarvio muodostaa yhdessä yhteiskunnan turvallisuusstrategian¹³ kanssa perustan suomalaisen yhteiskunnan varautumiselle.

Suomen kansallisessa riskiarviossa kansallisia riskejä arvioidaan EU:n vaatimuksia laaja-alaisemmin. Kansallisen riskiarviotyön tavoitteena on ennakoida Suomeen mahdollisesti kohdistuvia suhteellisen äkillisiä tapahtumia, jotka vaativat viranomaisilta normaalista poikkeavia toimia tai jopa avun pyytämistä muilta mailta. Kansallisessa riskiarviossa pyritään tunnistamaan riskit, joilla on laajaa kansallista merkitystä ja joilla arvioidaan olevan vaikutusta yhteiskunnan elintärkeisiin toimintoihin.

Kansallisessa riskiarviossa on tunnistettu riskinä, että yhteiskunnan digitalisaation vaikutukset ja niihin liittyvät haavoittuvuudet koskevat laajasti koko yhteiskuntaa. Digitalisaatio on tuonut erityisesti kansainväliset tietoliikenneyhteydet sekä tieto- ja viestintäpalvelut ja -verkot osaksi arkea kaikilla elämänalueilla.

Satelliittiperusteisten palvelujärjestelmien osalta riskiarviossa korostetaan erityisesti aika- ja paikannuspalveluiden häiriöttömän toiminnan merkitystä yhteiskunnan eri toimijoille ja toiminnolle. Riskiarviossa painotetaan myös teknologisen kehityksen vaikutusta

11 Viimeisin kansallinen riskiarvio (Sisäministeriön julkaisuja 2023: 4)

12 Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös unionin pelastuspalvelumekanismista (N: o 1313/2013/EU).

13 Yhteiskunnan turvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös, 2.11.2017 (978-951-25-2958-2).

maanpuolustuksen toimintaympäristöihin, erityisesti kyber-, avaruus- ja informaatiopuolustukseen. Yksittäisenä uhkakuvana kansallisessa riskiarviossa on huomioitu avaruussään ilmiöt.

4.3 Avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyvät uhkakuvat

Avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyviä uhkakuvia sekä niiden toteutumisen todennäköisyyksiä, esiintymistä ja vaikutuksia on kuvattu tarkemmin liitteessä 3. Avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyvät uhkakuvat jaetaan tässä raportissa seuraavaan viiteen luokkaan:

- Satelliittijärjestelmien toimintaa tai maanpäällistä kriittistä infrastruktuuria mahdollisesti häiritsevät tai vaarantavat avaruussään ilmiöt;
- Maan lähiavaruudessa (36 000 km, geostationaarinen kiertorata) lisääntyvä törmäysvaara satelliittien kesken sekä satelliittien ja avaruusromun välillä (kuvio 1);
- Avaruusromun tai Maata ajoittain lähestyvien taivaankappaleiden mahdolliset törmäykset Maahan;
- Satelliittijärjestelmien tuottaman palvelutason tahattomat poikkeamat; ja
- Valtiollinen vihamielinen toiminta

Ohjausryhmä katsoo, että edellä lueteltuihin avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyvien riskien ennakoiminen ja niihin varautuminen on kansallisesti tarpeellista ja perusteltua siitä huolimatta, että useimpien riskiluokkien toteutumisen todennäköisyys arvioidaan pieneksi. Varautuminen on perusteltua, koska vakavien uhkakuvien toteutumisen vaikutukset olisivat väestölle, ympäristölle ja omaisuudelle merkittäviä. Uhkien toteutumisesta aiheutuisi lisäksi merkittäviä yhteiskunnallistaloudellisia kustannuksia.

Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan tarkemmin avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyviä uhkia. Lisäksi kuvataan myös, miltä osin Suomessa harjoitetaan jo uhkiin liittyvää viranomaistoimintaa sekä mikä olisi perustettavan avaruustilannekeskuksen asema ja rooli tässä viranomaistyössä.

4.3.1 Avaruussään ilmiöt

Suomessa Ilmatieteen laitos tuottaa avaruussääpalvelua. Siihen kuuluu muun muassa päivittäinen revontuliennuste sekä suurimpien avaruusmyrskyjen aikaan annettavat riskiarvointiin perustuvat viranomaisvaroitukset. Avaruussääpalvelu toimii aktiivisesti useissa kansainvälisissä verkostoissa, kuten Euroopan avaruusjärjestön (ESA) ja Kansainvälisen

siviili-ilmailujärjestön (ICAO) verkostoissa. Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen yhteydessä Ilmatieteen laitoksen nykyinen avaruussääpalvelutuotanto on tarkoitus integroida osaksi avaruustilannekeskuksen laajempaa avaruustilannekuvan tuotantoa.

Avaruussää on yleisnimitys laajalle joukolle fysikaalisia ilmiöitä, joiden alkusyyinä on Aurin-gossa tapahtunut purkaus eli aurinkomyrsky. Auringon purkausten yleisyys vaihtelee noin 11 vuoden jaksoissa auringonpilkkujakson mukana. Poikkeuksellisen voimakkaiden, maailmanlaajuisesti vakavaa tuhoa aiheuttavien avaruusmyrskyjen esiintymistaajuudeksi on arvioitu kerran sadassa vuodessa. Yksittäisiä auringon purkauksia ei osata vielä ennustaa tarkasti, joskin niiden riskiä voidaan arvioida muutaman päivän aikajänteellä. Voimakkaan purkauksen tapahduttua varoitusaikaa merkittävimpien vaikutusten alkamiseen on kymmenkunta tuntia. Yliopistoissa on merkittäviä kyvykkyyksiä avaruussään tutkimuksessa. Muun muassa Helsingin yliopistossa on siihen liittyvää laskennallisen avaruusfysiikan osaamista, jota Tieteen tietotekniikan keskus CSC tukee kansallinen suurteholaskennan kyvykkyydellä.

Avaruusmyrsky ei aiheuta suoraa terveyshaittaa ihmisille maanpinnalla, mutta pitkäaikainen vaikutus voi altistaa terveyshaitoille lentoliikenteessä oleville ihmisille erityisesti napa-alueita ylittävillä lennoilla. Avaruusmyrskyn mahdollisesti haitalliset vaikutukset kohdistuvat erityisesti satelliittitietoliikenteeseen, sähköjakeluverkkoihin ja navigointijärjestelmiin. Voimakas aurinkomyrsky saattaa vahingoittaa satelliitteja ja tätä kautta häiritä yhteiskunnan häiriöttömälle toiminnalle erityisen keskeisten aika- ja paikannuspalveluiden toimintaa. Tämä saattaa haitata pelastuspalvelujen toimintaa. Esimerkiksi vuoden 2003 aurinkomyrsky aiheutti Etelä-Ruotsissa kymmeniä minutteja kestäneen sähkökatkon, satelliittien toimintahäiriötä ja yhden satelliitin rikkoutumisen.

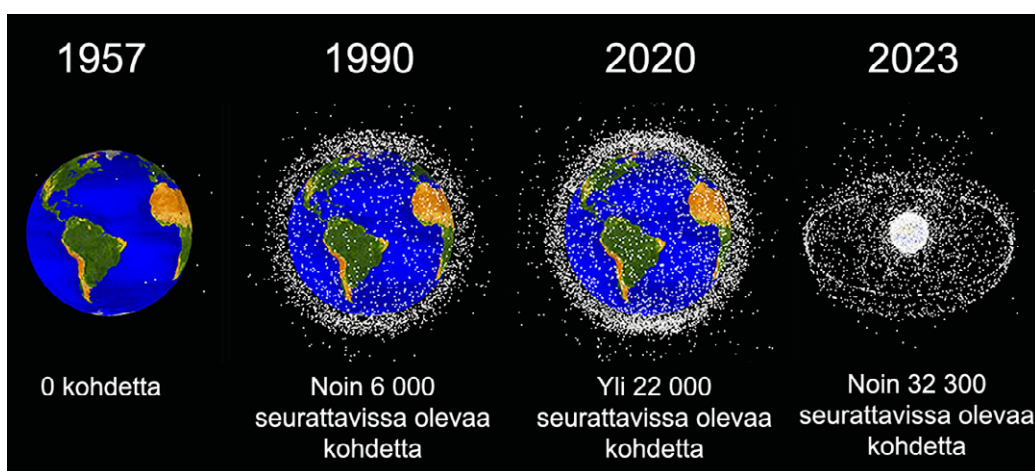
Avaruusmyrskyihin liittyvän ennakko- ja riskiarviotiedon saaminen edesauttaisi viranomaisten ja yhteiskunnan kriittisten toimijoiden omien toimenpiteiden suunnittelua ja tätä kautta varautumista yhteiskunnan mahdollisiin häiriötilanteisiin. Esimerkiksi jos energiayritykset saisivat ennakkovaroituksen aurinkomyrskyn sähköverkkoihin mahdollisesti aiheuttamasta uhasta, ne voisivat varautumissuunnittelulla pyrkiä minimoimaan uhasta mahdollisesti aiheutuvia sähkökatkoja.

4.3.2 Satelliittien ja avaruusromun mahdollinen törmäysuhka

Satelliitin ja toisen satelliitin tai avaruusromun väliset törmäykset ovat olleet toistaiseksi harvinaisia. Suurien nopeuksien vuoksi törmäykset pientenkin avaruusromun kappaleiden kanssa aiheuttaisivat merkittävää tuhoa.

Viimeisen 20 vuoden aikana on havaittu vain muutamia törmäyksiä. Riski kuitenkin kasvaa jatkuvasti avaruustoiminnan lisääntyessä. Törmäyksen toteutuessa kiertoradoille muodostuu entistä enemmän romua. Tämä taas vuorostaan lisää entisestään törmäysriskiä.

Kuvio 1. Maata kiertävien avaruuskappaleiden – enimmäkseen avaruusromua – määrän kehitys vuodesta 1957 vuoteen 2020 asti, mukana arvio vuoden 2023 tilanteesta. Joulukuussa 2022 Yhdysvaltain avaruusvalvonta seurasi noin 32 300 yli 10 cm kokoista kappaletta. Kuva: NASA.



Satelliittioperaattorit pystyvät ehkäisemään kohtalokkaita törmäyksiä väistöliikkeillä. Satelliitin onnistunutta väistöliikettä varten tarvitaan tarkka tieto törmäysvaarasta; yleensä useita päiviä ennen ennustettua törmäystä. Satelliittien väistöliikkeitä tehdään jo nyt satoja vuodessa. Yhden väistön hinta saattaa olla satoja tuhansia, jopa miljoonia euroja. Kustannuksia voidaan pienentää sitä enemmän, mitä aiemmin väistön tarve kyetään havaitsemaan ja tarvittavat toimenpiteet toteuttamaan; toisin sanoen silloin, kun väistötoimenpiteet suoritetaan osana rutiininomaista radanylläpitoa. Väistöt ilmenevät satelliittien käyttöiän vähenemisenä ja palvelun käyttökatkoina.

Satelliittien keskinäistä sekä satelliittien ja avaruusromun välistä törmäysuhkaa on riskiarvioinnin näkökulmasta perusteltua lähestyä avaruustoimintaan liittyvistä Suomen kansallisista vastuista. Suomessa työ- ja elinkeinoministeriö vastaa kansallisen avaruustoiminnan lupa- ja valvontatehtävästä avaruustoimintalain mukaisesti. Mikäli suomalainen avaruusesine aiheuttaisi tuottamuksellista vahinkoa kolmansille osapuolille tai yhteentörmäys olisi ollut vältettävissä, vastuu olisi avaruuden yleissopimusten mukaisesti Suomen valtiolla.

Avaruustoimintalaki edellyttää kansallisen avaruusesineiden rekisterin ylläpitoa ja yhteydenpitoa Yhdistyneiden kansakuntien (YK) kanssa kansainvälisten säännösten mukaisesti. Avaruustoiminnan lupaprosesseihin kuuluu riskiarvio, johon sisältyy riskilaskelma

törmäyksestä yli 10 senttimetrin kokoisen kappaleen kanssa kiertoratavaiheessa sekä henkilövahinkojen todennäköisyydestä esineen palatessa ilmakehään. Avaruustoimintalain perusteella annetun työ- ja elinkeinoministeriön asetuksen mukaan avaruustoimintalupaa hakevan on otettava kiertoratavaiheelle vakuutus, jos törmäysriski ylittää 1:1000 tai henkilövahinkojen riski maahan palatessa ylittää 1:10 000. Piensatelliitteja koskevat riskit ovat huomattavasti näitä pienemmät.

Kansallisen avaruustoiminnan lupa- ja valvontatehtävä edellyttää, että työ- ja elinkeinoministeriöllä on käytettävissään mahdollisimman ajantasainen tilannekuva avaruusympäristön sellaisista tapahtumista, joilla on mahdollisesti vaikutusta suomalaisiin satelliitteihin ja/tai siihen avaruusympäristöön, jossa jo on suomalaisia satelliitteja tai jonne niitä on tarkoitus lähettää. Erityisen tärkeää on tunnistaa tapahtumat, joilla voisi olla vaikutusta Suomen kansainvälisoikeudelliseen vastuuseen sen lainkäyttöpiirissä harjoitettavasta avaruustoiminnasta.

Mikään viranomainen ei tällä hetkellä tuota sellaisia kansallisen avaruustoiminnan seuranta- tai riskienarviointipalveluita, joita muut viranomaiset voisivat hyödyntää omassa toiminnassaan. Esimerkiksi työ- ja elinkeinoministeriö hankkii kansallisen avaruustoiminnan tilannekuvatietoa ja riskiarvioiteja hallinnon ulkopuolisina ostopalveluina. Työ- ja elinkeinoministeriön olisi jatkossa hyvä saada avaruustoiminnan lupa-, rekisteröinti- ja valvontatehtävien kannalta tarpeelliset tiedot kansalliselta avaruustilannekeskukselta. Avaruustoiminnan seuranta ja toiminnan riskien arviointia tehostavan viranomaistoiminnon perustaminen osoittaisi, että Suomi on valtiona tehnyt kaikkensa lainkäyttöpiirissään harjoitettavan avaruustoiminnan vahinkojen välttämiseksi.

4.3.3 Avaruusromun tai taivaankappaleiden törmäykset Maahan

Suurten taivaankappaleiden Maahan liittyvä törmäysriski on pieni. Konkreettisten tapahtuneiden törmäysten perusteella tiedetään kuitenkin, että jo alle 20 metrin suuruiset asteroidit voivat aiheuttaa merkittävää aineellista ja terveydellistä haittaa, jos ne osuvat asutuksen lähelle.

Tällä hetkellä on tiedossa, että vuonna 2029 muutaman sadan metrin kokoinen Apophis-asteroidi tulee ohittamaan Maan noin 30 000 kilometrin etäisyydeltä. On mahdollista, että ohituksen aikana asteroidi hajoaa pienkappaleiden ryppääksi. Tämä hajoaminen taas saattaisi aiheuttaa vuosikymmenten saatossa törmäysuhkaa muun muassa Maata kiertäville satelliiteille, mikä puolestaan tuottaisi Maahan putoavaa avaruusromua. Tällaisia meteoriparvia tunnetaan jo useita ja ne voivat pahimmillaan aiheuttaa merkittävää haittaa satelliitti-infrastruktuurille.

Tällä hetkellä mikään suomalainen viranomainen ei tee avaruusromun tai Maata ajoittain lähestyvien taivaankappaleiden mahdolliseen Maahan törmäykseen liittyvää keskitettyä seurantaa tai riskienarviointia. Perustettava kansallinen avaruustilannekeskus vastaisi jatkossa kansallisena viranomaisena kansainvälisen yhteistyön avulla tästä tehtävästä.

Sisäministeriön hallinnonala on Suomessa vastuussa Maahan iskeytyvien avaruusesineiden tai taivaankappaleiden onnettomuustilanteiden ennakoinnista ja iskeytymisestä mahdollisesti aiheutuneiden vahinkojen pelastustoimista. Kansalliselta avaruustilannekeskukselta jatkossa saatava seuranta- ja riskienarviointitieto mahdollistaisi sisäministeriön hallinnonalan viranomaisten ennakkovarautumisen onnettomuuksien tuhovaikutuksiin.

Avaruustilannekeskuksen muille viranomaisille antama mahdollisimman ajantasainen tilannekuva perustuisi esimerkiksi Maahan syöksyvien esineiden tai kappaleiden todennettavista liikeratalaskelmista tehtyihin kansallisiin ja kansainvälisiin riskiarvioihin. Näiden tietojen pohjalta avaruustilannekeskus pystyisi antamaan viranomaisten ennakkosuunnittelun edellyttämää tietoa Maahan syöksyvien esineiden tai kappaleiden iskeytymispaikasta, ajankohdasta ja mahdollisesta tuhovaikutuksesta parhaalla mahdollisella saatavilla olevalla tarkkuudella (noin ± 10 minuuttia).

Jos uhkana on Maahan putoava avaruusromu tai meteoriitti, avaruustilannekeskus voisi antaa sekä viranomaisille että väestölle Suomea koskevaa tietoa siitä, kuuluuko Suomi putoamisuhan vaara-alueeseen. Vakavimmissa ja todennäköisemmissä uhkatilanteissa avaruustilannekeskus voisi antaa muille viranomaisille tilannekuvaa, joka mahdollistaisi väestölle annettavan vaaratiedotuksen ja suojautumisohjeistuksen.

4.3.4 Satelliittijärjestelmien palvelutason tahattomat poikkeamat

Suomalaisen yhteiskunnan toiminta ja hyvinvointi perustuvat satelliittijärjestelmien tuottamille palveluille. Tärkeimpiä näistä palveluista ovat paikannus, tietoliikenne sekä ympäristöolosuhteiden seurantajärjestelmät. Merkittäviä ovat lisäksi Puolustusvoimien ja muiden viranomaisten työtä tukevat satelliittipalvelut¹⁴.

Eryteisesti satelliittipaikannusjärjestelmien tuottamasta aika- ja paikannustiedosta on tullut merkittävä osa suomalaisen yhteiskunnan arkea. Digitaalisen yhteiskunnan perustoinnot sekä kansallisten turvallisuus- ja muiden viranomaisten operatiivinen toiminta

14 EU:n hallinnoimia tällaisia jo käytössä olevia tai käyttöön tulevia palveluita ovat erityisesti Galileo-satelliittipaikannusjärjestelmän tuottamat Etsintä- ja pelastuksen tukipalvelu (SAR) ja Julkisesti säännelty palvelu (PRS) sekä valtiollinen satelliittiviestintäjärjestelmä GOVSATCOM ja sitä tukeva ja laajentava IRIS² -palvelu.

rakentuvat jo tätä nykyä merkittävältä osiltaan paikannussatelliiteista saatavien tietojen varaan. Kuluttajasovellusten lisäksi monet yhteiskunnan keskeisistä toiminnoista tukeutuvat satelliittipaikannusjärjestelmiin. Esimerkiksi viranomaisten hälytystehtävien hoitaminen, sähköverkot, pankkipalvelut ja tietoliikenneverkot tarvitsevat toimiakseen satelliittipaikannusjärjestelmien tarkkaa aika- tai paikkatietoa.

Liikenne- ja viestintäviraston vuonna 2020 liikenne- ja viestintäministeriölle tekemän selvityksen¹⁵ perusteella sijainti- ja aikapalvelun toimimattomuus aiheuttaisi Suomessa välittömästi vakavia häiriöitä ja siten myös merkittäviä yhteiskunnallistaloudellisia kustannuksia. Merkittävistä riskeistä on kyse erityisesti silloin, kun kyse on yhteiskunnan häiriöttömän toiminnan kannalta kriittisistä julkishallinnon toiminnoista tai huoltovarmuus kriittisistä infrastruktuuritoiminnoista.

Suomessa ei tällä hetkellä ole keskitettyä, useita kriittisiä satelliittijärjestelmiä kattavaa palvelutason seurantaa. Maailmanlaajuista tai EU-tilannekuvaa ei ole myöskään saatavilla. Suomessa lähinnä yksittäiset palveluiden käyttäjät seuraavat käyttämiään palveluita. Näin tekee esimerkiksi Ilmatieteen laitos, joka seuraa käyttämiensä sääsatelliittipalveluiden saatavuutta. Lisäksi esimerkiksi Maanmittauslaitoksen ja Liikenne- ja viestintäviraston rahoittama GNSS-Finland -palvelun kautta on mahdollista seurata maailmanlaajuisen satelliittipaikannusjärjestelmien, eli GNSS-järjestelmien¹⁶ kulloistakin palvelutasoa.

Ohjausryhmä katsoo, että perustettava avaruustilannekeskus voisi jatkossa vastata Suomessa keskitetysti yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittisten satelliittijärjestelmien toiminnan seurannasta ja antaa tarvittaessa kansallisille toimijoille varoituksia näiden järjestelmien palvelutason poikkeamista. Tilannekeskukselle annettavan tehtävän toteutus edellyttäisi kuitenkin vielä toiminnallisia lisäselvityksiä, jotka tullaan tekemään avaruustilannekeskuksen perustamisvaiheessa. Jatkotyössä olisi kartoitettava erityisesti ne EU:n hallinnoimat satelliittijärjestelmät, joiden palvelutason seurannalla olisi kansallista merkitystä. Samoin olisi selvitettävä, miltä osin ja kuinka kootusti EU:n satelliittijärjestelmien palvelutasoista olisi mahdollista saada reaaliaikaista tietoa. Jatkotyössä olisi tarkasteltava lisäksi satelliittijärjestelmien palvelutaso- ja häiriötietoon liittyviä vastuita ja tehtäväkuvia erityisesti ulkoministeriön, sisäministeriön, Puolustusvoimien, Liikenne- ja viestintäviraston Taajuushallinnon sekä perustettavan avaruustilannekeskuksen osalta. Lisätietoa tarvittaisiin myös satelliittijärjestelmien palvelutason poikkeamatietoa tarvitsevien toimijoiden,

15 GNSS-palveluiden riskit, Traficom 9.3.2020, turvaluokiteltu muistio (TL IV).

16 Global Navigation Satellite System. GNSS-järjestelmiä ovat eurooppalainen, EU:n hallinnoima Galileo-satelliittipaikannusjärjestelmä sekä vastaavat maailmanlaajuiset yhdysvaltalainen GPS-, venäläinen GLONASS- ja kiinalainen BEIDOU-järjestelmät.

erityisesti sisäministeriön hallinnonalan toimijoiden, tiedon käyttötarpeista ja -tavoista. Keskustelua olisi käytävä myös siitä, miten tahattomia ja tahallisia satelliittipalveluiden häiriötä tulisi Suomessa käsitellä.

4.3.5 Valtiollinen vihamielinen toiminta

Valtiolliset toimijat voivat toteuttaa vihamielistä avaruustoimintaa osoittaakseen omaa suorituskykyään, pelotellakseen kilpailijoitaan, kiistääkseen toisilta avaruusjärjestelmien käytön tai hankkiakseen tiedustelutietoa. Vihamielinen toiminta voi tapahtua monissa eri muodoissa ja sillä voidaan häiritä koko avaruusala. Kiistäminen voi tapahtua muun muassa kineettisillä toimilla avaruudessa olevia kohteita ja avaruustoimintaa tukevaa maa-infrastruktuuria vastaan tai iskemällä avaruusinfrastruktuurin haavoittuvuuksiin kyberhyökkäyksillä ja elektronisella sodankäynnillä. Nämä toimet voivat häiritä, vahingoittaa tai tuhota avaruudellisia suorituskykyjä ja vaikutukset voivat olla pahimmillaan peruuttamattomia. Marraskuussa 2021 Venäjä testasi satelliittitorjuntaa (ASAT) omaa satelliittiaan vastaan. Tämä synnytti suuren määrän avaruusromua. Venäjän lisäksi Yhdysvallat ja Kiina tavoittelevat kasvavaa läsnäoloa avaruudessa kehittämällä myös vihamieliseen toimintaan soveltuvia suorituskykyjä.

Kansainvälisissä kriisitilanteissa erityisesti suurvallat, mutta yhä enenevässä määrin myös pienemmät toimijat valmistautuvat estämään tai häiritsemään vastustajiltaan yhteiskunnan toiminnan kannalta tärkeiden, keskeisten satelliittipalveluiden käyttöä. Suomen valtiohallinnon viranomaisten tiedossa on, että Yhdysvallat, Kiina ja Venäjä ovat testanneet toistensa hallinnassa olevien satelliittipaikannusjärjestelmien häirintää ja samalla toistensa reagointia, kun nämä ovat havainneet tulleen häirityiksi. Suomessakin on jo esiintynyt satelliittiperusteisten aika- ja paikannuspalveluiden alueellisia häiriötilanteita.

Useimmat avaruusteknologiat ovat kaksikäyttöisiä. Lisäksi vihamielisellä tarkoituksella toteutettujen toimien vaikutukset ovat usein kaksivaikutteisia. Tämä muodostaa sotilas- ja turvallisuusviranomaisille haasteen sekä tarpeen tunnistaa sotilaalliseen tarkoitukseen viittaava käyttäytyminen normaalista avaruustoiminnasta. Tämän vuoksi olisi tärkeätä, että Puolustusvoimien olemassa olevaan organisaatioon perustettava avaruustilannekeskuksen sotilasjohtokeskus kykenisi muodostamaan tunnistettua avaruustilannekuvaa, jotta mahdollisista vaikutusryityksistä kyettäisiin varoittamaan ja vaikutuksia kyettäisiin estämään tai vähentämään.

5 Avaruustilannekeskuksen perustamisen laajempi yhteiskunnallinen merkitys

Avaruustilannekeskuksen perustamisen laajempaa yhteiskunnallista vaikuttavuutta voidaan arvioida sen perusteella, millaisia käyttötärpeita ja -tapoja edellä käsitellyn kansallisen riskiarviointityön lisäksi yhteiskunnan eri toimijoilla olisi tilannekeskuksen tuottamalle avaruustilannetietoisuutta koskevalle tiedolle. Tällöin arvioitaviksi tulevat avaruustilannekeskuksen mahdolliset positiiviset vaikutukset avaruuteen ja avaruustoimintaan liittyvään tutkimukseen, innovaatioihin sekä tuotekehitykseen ja liiketoimintaan. Omana, vaikeasti mitattavana vaikutuksenaan olisi lisäksi pyrittävä arvioimaan kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen mahdollisia positiivisia vaikutuksia Suomen kansainväliseen ja turvallisuuspoliittiseen asemaan.

Osana selvitystyötä ohjausryhmä teki hankkeessa mukana olevien ministeriöiden hallinnonaloille suunnatun kyselyn siitä, mitä käyttötärpeita ja -tapoja hallinnonalat näkevät avaruustilannetietoon liittyen. Ohjausryhmän sihteeristönä toiminut Ilmatieteen laitos järjesti lisäksi kaksi laajaa avaruustilannetietoisuutta käsittelevää työpajaa, johon osallistui noin 80 henkilöä yrityksistä, yliopistoista, tutkimuslaitoksista ja julkisesta hallinnosta. Avaruustilannetietoisuuden hallinnonalakohtaisia käyttötärpeita ja -tapoja on kuvattu tarkemmin liitteessä 4.

Selvitystyössä kuulluilla ministeriöiden hallinnonalojen viranomaisilla, yliopistoilla, tutkimuslaitoksilla ja yrityksillä oli tarvetta avaruustietoisuus tiedolle ja ne myös kannattivat kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamista. Kuulemisten perusteella avaruustilannetiedon käyttötärpeet ja -tavat voidaan jakaa seuraaviin kolmeen ryhmään:

- Turvallisuus, varautuminen ja valmius sekä huoltovarmuus;
- Tutkimus, tuotekehitys, innovaatiot ja liiketoiminta; ja
- Suomen kansainvälinen ja turvallisuuspoliittinen asema ja maakuva.

5.1 Turvallisuus, varautuminen ja valmius sekä huoltovarmuus

Viranomaisten ja kriittisen infrastruktuurin toimijoiden tarvetta avaruuden ja avaruustoiminnan tilannetietoisuustiedolle on käsitelty tarkemmin jo edellisessä luvussa. Ohjausryhmän järjestämissä kuulemisissa nämä toimijat ilmoittivat organisaatioidensa valmius-, varautumis- ja huoltovarmuustoiminnan tai muun turvallisuuteen liittyvän viranomais-toiminnan edellyttävän jatkossa mahdollisimman ajantasaista ja koordinoitua avaruustilannekuvaa. Tarpeen taustalla on yhteiskunnan muuttuminen yhä enenevässä määrin avaruustoiminnasta ja satelliittiperusteisista palveluista riippuvaiseksi digitaalseksi yhteiskunnaksi. Tällaisia toimijoita ovat esimerkiksi Puolustusvoimat, muut viranomaiset ja yhteiskunnan muut kriittiset toimijat sekä näiden yhteistyökumppanit.

Kuulemisten perusteella avaruustilannekeskuksen jatkossa tuottamaa tilannekuvaa odotetaan saatavan erityisesti avaruudesta maanpinnalle kohdistuvista uhista sekä satelliittipohjaisten palveluiden häiriöiden syistä ja kestosta. Satelliittipalveluiden häiriötietoa toivottiin saatavan paikannusjärjestelmien lisäksi myös muista satelliittipohjaisista palveluista, kuten sää-, kaukokartoitus-, tietoliikenne- ja viranomaisjärjestelmien saatavuudesta.

5.2 Tutkimus, tuotekehitys, innovaatiot ja liiketoiminta

Kuulemisten perusteella yritykset, yliopistot ja tutkimuslaitokset odottavat, että avaruustilannekeskuksen perustaminen ja kansallisen avaruustilanneseurannan käynnistyminen kohottavat Suomessa alan perustutkimuksen tasoa, lisäävät suomalaisten toimijoiden mahdollisuuksia saada rahoitustukea EU:n ja ESA:n tutkimusohjelmista sekä tuottavat oheistuotteenaan Suomeen uutta korkealaatuista teknologiaa ja liiketoimintaa. Avaruustilannekeskuksen odotetaan tekevän läheistä yhteistyötä avaruusalan tutkimustoimijoiden kanssa ja näissä tilanteissa kompensatiomekanismit sovitaan tapauskohtaisesti. Keskuksen perustamisen nähdään avaavan suomalaisille alan toimijoille uusia mahdollisuuksia myös kansainvälisessä avaruusalan yhteistyössä.

Suomessa avaruuden tilannetietoisuuden eri osa-alueiden kaupalliset toimijat ovat jo pitkään tehneet yhteistyötä akateemisen maailman kanssa ja tämä yhteistyö on viime vuosina laajentunut erityisesti avaruussäähän ja myös avaruuteen. Yhteistyö sujuvoittaa merkittävästi tutkimuksesta saadun tietotaidon siirtämistä operatiiviseen toimintaan ja on jo nyt esimerkiksi hyödyttänyt Ilmatieteen laitoksen avaruussään seurannassa tarvittavan laitteiston ja ohjelmiston kehittämistä. Kuulemisissa avaruustilannekeskuksen perustamisen odotetaan edelleen lisäävän tätä suomalaisia alan toimijoita laajasti hyödyttävää kansallista yhteistyötä.

Perustettavan avaruustilannekeskuksen suorituskyvyn perusta tulee rakentumaan analyysiin ja tulkintoihin havainnoista, joita saadaan kansainvälisen yhteistyön kautta EU SST -kumppanuudelta ja Yhdysvalloilta (USSPACECOM). Näin saatua tietoa ja ymmärrystä avaruustilannekuvasta on tarkoitus parantaa omilla kansallisilla havainnoilla, jossa kulmakiviä ovat Maanmittauslaitoksen (MML) Metsähovin observatorion laserteleskoopin lähiavaruuden satelliittien ja avaruusromun seuranta, Ilmatieteen laitoksen ja Oulun yliopiston ylläpitämät avaruussään havaintojärjestelmät sekä Turun yliopiston hallinnoima Pohjoismainen optinen teleskooppi (Nordic Optical Telescope – NOT).

Maanmittauslaitoksen hallinnoima Metsähovin satelliittilaserasema (Satellite Laser Ranging – SLR) on suunniteltu mittaamaan satelliittien ratoja äärimmäisellä tarkkuudella (1 mm) geodeettisiin tarkoituksiin. Valmistuttuaan se osallistuu ILRS -havainto-ohjelmaan (International Laser Ranging System), johon kuuluu muun muassa Maan keskipisteen ja navigointisatelliittien koordinaatistojen kiinnittäminen. Järjestelmällistä ILRS-havaintotoimintaa tukevat rakenteet ja käytännöt tulevat toimimaan hyödyllisenä lähtökohtana Suomen EU SST -kumppanuudelle. Kumppanuusohjelmasta tehdyn sopimuksen mukaan Metsähovin satelliittilaserasema tulee antamaan 20 prosenttia mittausaikaa yhteiseurooppalaiseen SST-seurantaan¹⁷. Sen lisäksi kansallisille toimijoille tullaan varaamaan kampanja-aikaa erityistarpeiden mukaan. Pitemmällä aikavälillä laitteistoa on tarkoitus kehittää saatavilla olevan rahoituksen puitteissa, uusilla teholasereilla ja ohjelmistoilla vastaamaan paremmin perustettavan kansallisen avaruustilannekeskuksen tarpeisiin.

Maanpinnalla toimivien mittalaitteiden avulla tapahtuvaan avaruussään seurantaan Suomen sijainti revontulivyöhykkeen alla tarjoaa poikkeuksellisen hyvät olosuhteet. Ilmatieteen laitos ja Oulun yliopiston Sodankylän geofysiikan observatorio (SGO) ylläpitävät yhteistyössä useista kymmenistä mittausasemista koostuvaa monipuolista havaintoverkostoa, jolla voidaan seurata jatkuvasti Auringon aktiivisuutta, ionosfäärin häiriöisyyttä ja geomagneettisten myrskyjen esiintymistä. Sodankylän geofysiikan observatorion reaaliaikaisista mittauksista jalostettuja tuotteita hyödynnetään muun muassa Euroopan avaruusjärjestön (ESA) avaruussääpalvelussa ja Ilmatieteen laitoksen luonnononnettomuuksien seurantapalvelun (LUOVA) yhteydessä toimivassa siviili-ilmailun varoituspalvelussa.

17 EU SST käyttää avaruustilannekuvan tuottamiseksi lukuisia ympäri maapalloa sijoitettuja havaintojärjestelmiä kuten tutkia, optisia teleskooppeja sekä satelliittilasereita. Näiden ja yhteistyöpartnereiden avulla muodostetaan luettelo, jossa on mahdollisimman tarkka tilannekuva lähiavaruuden kappaleista ja niiden liikkeistä. Kokonaisuuteen liittyy EU-tasolla myös fragmentoitumis- ja törmäysvaroituspalvelu. Satelliittilaserin rooli tässä kokonaisuudessa on tarkentaa satelliittien ratoja varsinkin, jos ne ovat törmäyskurssilla tai putoamassa maahan. Satelliittilaserin jatkuvaa käyttöä ei siis tarvita 24/7 -tilannekuvan varten vaan tarkentamaan tarvittaessa yksittäisten kohteiden ratatietoja. Tämä tieto taas osaltaan tarkentaa EU SST:n tietokantaa ja parantaa näin myös Suomen avaruustilannekeskuksen tietämystä.

Yhteispohjoismainen teleskooppi NOT (Nordic Optical Telescope) Kanarian saarten La Palamalla tarjoaa kyvyn havainnoida sekä avaruusromua että NEO-kappaleita¹⁸. Suomi osallistuu La Palman observatorioiden toimintaan valtiosopimuksella, jonka olennainen osa on Turun ja tanskalaisen Aarhusin yliopistojen omistama yhteispohjoismainen teleskooppi. Havainnointi käsittää radanmäärityksen kannalta välttämättömät kappaleiden paikka-havainnot ja niiden luonnehdinnan kannalta keskeiset kirkkaus-, spektri- ja polarisaatiohavainnot. Yhteistyön NEO-tuotteiden kehityksessä Euroopan tasolla voidaan olettaa kasvavan tulevina vuosina, sillä yhteispohjoismainen teleskooppi mainitaan ESA:n suunnitelmassa tarpeellisena lisänä järjestön nykyiseen NEO-monitorointijärjestelmään.

Vaikka pääosa Suomen avaruustoiminnasta ja -investoinneista liittyy tutkimus- ja kehittämissyhteistyöhön EU:n ja muiden kansainvälisten tahojen kanssa, Suomessa on kuitenkin kansallisesti orastavaa liiketoimintaa avaruustoimialalla. Business Finlandin New Space Economy -ohjelman palveluihin osallistui yhteensä 130 yritystä vuosina 2018–2022. Nämä yritykset työllistivät 27 000 henkilöä. Yritysten liikevaihto oli yhteensä 15 000 miljoonaa euroa, mistä viennin osuus oli 10 000 miljoonaa euroa.¹⁹ Aktiivinen avaruustoimintaan panostava osajoukko oli 49/130 yritystä, pääosin startup- tai pk-yrityksiä. Niiden työllistävä vaikutus oli 1 789 henkilöä, liikevaihto 195 miljoonaa euroa ja vienti 91 miljoonaa euroa vuosina 2018–2021. Yritysten kasvutrendi oli merkittävää erityisesti viennin osalta, mikä kaksinkertaistui, mutta myös henkilöstön määrällä ja liikevaihdolla mitaten.

Ulkomaiset pääomainvestoinnit suomalaisiin avaruusalan yrityksiin ylsivät 384 miljoonaan euroon vuoden 2021 lopussa. Suomalaiset kasvuyritykset keräsivät merkittäviä sijoituksia yksityisiltä rahoittajilta. Sijoitusten kohdeyritysten tavoitteena on kehittää ja operoida satelliittikonstellaatioita, jotka koostuvat kymmenistä tai jopa sadasta satelliitista. Suomalaisen yritysten satelliitit ovat tyypillisesti pienikokoisia nano- tai mikrosatelliitteja. Yksittäisen satelliitin kustannukset ovat miljoonia euroja vaihdellen satelliitin koon ja hyötykuorman mukaan. Kustannukset ovat kuitenkin merkittävästi alentuneet massatuotantoon soveltuvien komponenttien hyödyntämisen myötä. Avaruustilannekeskuksen merkitys satelliitteja omistavien yritysten näkökulmasta liittyy lähinnä törmäysvaaraan. Työ- ja elinkeinoministeriö on Business Finlandin tukemana käynnistänyt suomalaisen avaruustoimialan tilaa ja kehittymistä kuvaavan selvityksen.²⁰

18 Near-Earth Object, lähiavaruuden (luonnollinen) kappale.

19 Oheisen linkin kautta voi tutustua suomalaisen avaruustoiminnan esimerkkiyrityksiin: <https://mediabank.businessfinland.fi/l/LFpH7Zh6vMw->

20 Selvitys noudattelee OECD:n käsikirjaa avaruustalouden mittaamisesta <https://www.oecd.org/publications/oecd-handbook-on-measuring-the-space-economy-2nd-edition-8bfef437-en.htm>. Selvitys on tarkoitus julkaista Q2/2023 aikana.

5.3 Suomen kansainvälinen ja turvallisuuspoliittinen asema ja maakuva

Ohjausryhmän järjestämissä kuulemisissa katsottiin, että Suomen kansainväliseen ja turvallisuuspoliittiseen asemaan liittyvät syyt puoltavat kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamista. Suomen oma kansallinen osaaminen ja kyvykkyys ovat ehto sille, että Suomi pääsee täysipainoisesti osallistumaan eurooppalaiseen avaruusvalvonnan yhteistyöhön. Näin Suomi olisi osaltaan mukana valvomassa ja turvaamassa elintärkeiden satelliittijärjestelmien toimintaa.

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen nähtiin tekevän Suomesta sekä EU:ssa että Yhdysvalloissa nykyistä kiinnostavamman yhteistyökumppanin, koska keskuksen perustamisen myötä Suomella olisi omaa avaruustilannetiedon seuranta- ja analysointikyvykkyyttä. Tällöin Suomi olisi myös kansainvälisessä avaruustilannetiedon vaihdossa nykyistä kiinnostavampi yhteistyökumppani, mikä parantaisi Suomen mahdollisuuksia saada käyttöönsä aina paras, mahdollisimman ajantasainen kansainvälinen avaruustilannekuva.

Avaruustilannekeskuksen perustamisella nähtiin olevan myönteinen vaikutus Suomen maakuvaan. Avaruustilannekeskuksen perustaminen vahvistaisi Suomen kansainvälistä maakuvaa kyvykkäänä avaruusvaltiona ja korkean teknologian maana.

6 Suomeen perustettava kansallinen avaruustilannekeskus

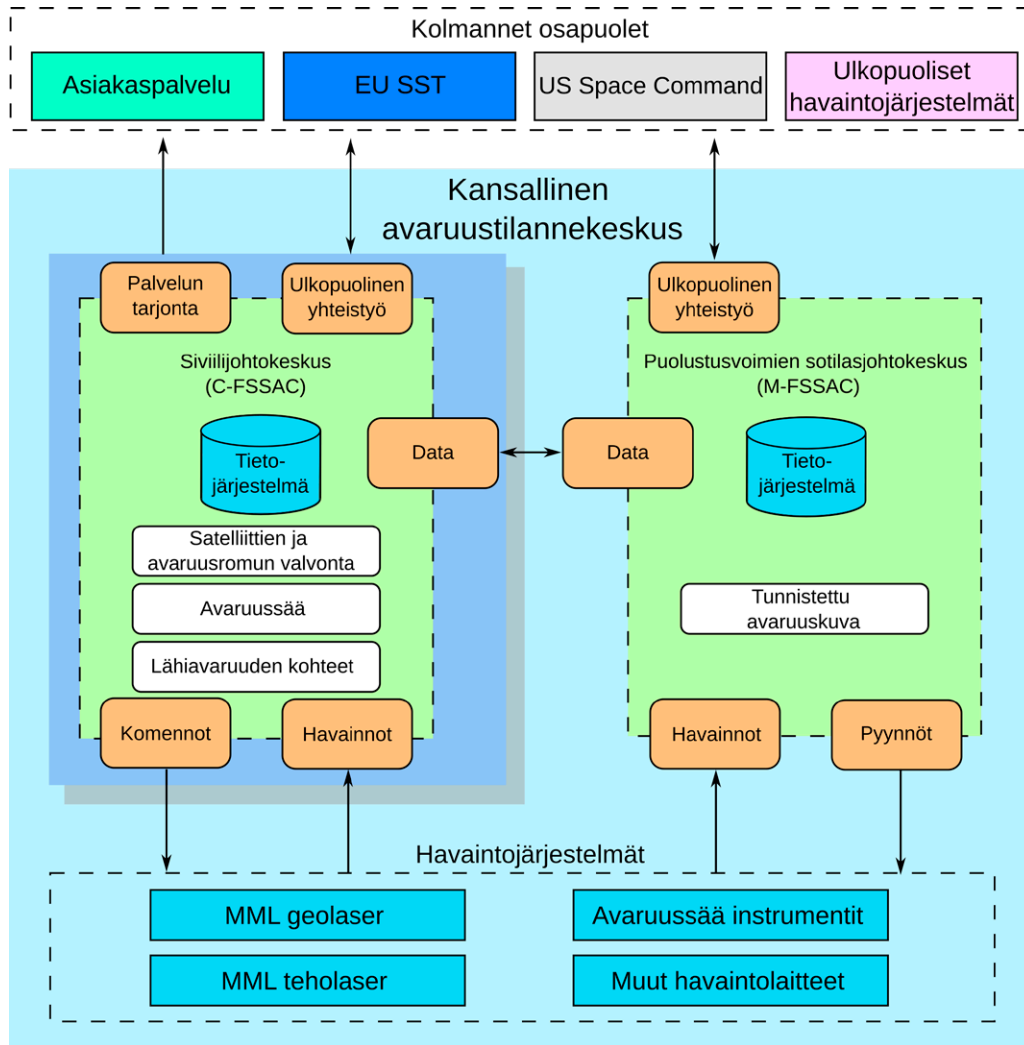
6.1 Kansallisen avaruustilannekeskuksen rakenne

Tällä hetkellä mikään kansallinen viranomainen ei keskitetysti ja kokonaisvaltaisesti vastaa kansallisesta avaruustilannekuvatuotannosta. Ohjausryhmä katsoo, että avaruuden ja avaruustoiminnan jatkuvasti kasvava yhteiskunnallinen merkitys ja siihen liittyvät uhkakuvat edellyttävät myös Suomen oman kansallisen avaruustilannekuvatoiminnan suorituskyvyn vahvistamista nykyisestä kattamaan koko avaruustilannetietoisuuden ja siihen liittyvät viranomaispalvelut. Siksi ohjausryhmä on päättänyt suosittamaan, että kansallinen avaruustilannekuvan tuotanto keskitettäisiin perustettavaan kansalliseen avaruustilannekeskukseen, jonka toiminta olisi mahdollista käynnistää vuoteen 2026 mennessä.

EU:n kriteerit edellyttävät, että kansallisten avaruustilannekeskusten tehtäväkuva kattaa sekä sotilas- että siviilipuolen. Kaksoiskäyttö olisi Suomelle myös kustannustehokas ratkaisu. Siksi ohjausryhmä suosittaa, että Suomen kansallisen avaruustilannekeskuksen operatiiviset toiminnot rakennettaisiin liikenne- ja viestintäministeriön alaisen Ilmatieteen laitoksen ja puolustusministeriön alaisen Puolustusvoimien nykyisten toimintojen yhteyteen. Näin Ilmatieteenlaitoksen yhteyteen perustettava siviilijohtokeskus ja Puolustusvoimien olemassa olevien organisaatioiden ja johtamipaikkojen yhteyteen perustettava sotilasjohtokeskus voisivat tehokkaasti hyödyntää jo olemassa olevia viranomaistehtäviä, rakenteita ja prosesseja. Toteuttamismalli olisi myös kustannustehokkain ja organisatorisesti järkevin malli.

Avaruustilannekeskuksen siviilijohtokeskus ja sotilasjohtokeskus olisivat toisiinsa nähden oikeudellisesti ja hallinnollisesti itsenäisiä yksiköitä. Siviili- ja sotilasjohtokeskuksilla olisi myös omat, selkeät tehtäväkuvansa. Johtokeskukset tulisivat kuitenkin toimimaan avaruustilannekuvan tuottamisessa läheisessä ja toiminnallisessa yhteistyössä. Kansallinen avaruustilannekeskus toimisi käytännössä virtuaalisesti eli toiminnallisesti eri toimipisteisiin hajautettuna ja jatkuvassa kaksisuuntaisessa vuorovaikutuksessa avaruustilannetiedon viranomaiskäyttäjien kanssa. Työnjaollisesti avaruustilannekeskuksen siviilijohtokeskus vastaisi kansallisista viranomaispalveluista sekä muista asiakaspalveluista. Avaruustilannekeskuksen rakenteita keskuksen tuotantovaiheessa on kuvattu kuviossa 2.

Kuvio 2. Avaruustilannekeskuksen rakenteet keskuksen tuotantovaiheessa. Kuvio: Ilmatieteen laitos.



Tarkoituksena on, että siviili- ja sotilasjohtokeskus toimisivat avaruustilannekeskuksen tuotantovaiheessa läheisessä yhteistyössä ja vaihtaisivat keskenään muun muassa havainto- ja analyysitietoa. Avaruustilannekeskukselle on tarkoitus kehittää laserien lisäksi muita havaintovälineitä, kuten optisia vastaanottimia. Molemmilla johtokeskuksilla olisi

operatiivinen yhteys EU SST- ja Yhdysvaltojen US Space Command -organisaatioihin. Avaruuskeskus voisi myös hyödyntää ulkopuolisia avaruussään sekä lähiavaruuden esineiden havaintojärjestelmiä²¹.

6.2 EU:ssa kansallisilta avaruustilannekeskuksilta edellytettävät kyvykkyydet

Suomeen perustettavan avaruustilannekeskuksen tulisi täyttää EU:n kansallisilta avaruustilannekeskuksilta edellyttämät CAT A -kriteerit²² eli olla EU:n näkökulmasta toiminnallisesti täysin operatiivinen kansallinen avaruustilannekeskus. EU-kriteerit edellyttävät, että kansallisten avaruustilannekeskusten tehtäväkuva kattaa sekä sotilas- että siviilipuolen. Lisäksi kriteerit edellyttävät, että jäsenvaltiolla on 24/7-periaatteen mukainen varmistettu operatiivinen yhteyspiste EU SST -yhteistyöhön ja tiedon vaihtoon. Kansallisten avaruustilannekeskusten on myös pystyttävä tarjoamaan EU SST -kumppanuuden käyttöön laatuvarmistettu, operatiivinen ja riittävän tehokas, havaintojärjestelmä (käytännössä laserteleskooppi tai avaruusvalvontatutka).

EU:n kriteerit täyttävä avaruustilannekeskus vastaisi parhaiten myös Suomen kansallisia avaruustilannetietoisuuden kehittämisen tavoitteita. Siksi perustettavalle EU-kriteerit täyttävälle avaruustilannekeskukselle tulisi Suomessa osoittaa myös kyvykkyydkriteerien täyttämisen edellyttämät resurssit.

Ilmatieteen laitokseen siviilijohtokeskuksen perustamisessa hyödynnettäisiin perusteilla olevaa EU SST -yhteyspistettä. Kansallinen avaruustilannekeskus sisältäisi kaikki EU SST -yhteyspisteen toiminnallisuudet ja laajentuisi kattamaan avaruustilannetietoisuuden elementit kokonaisuudessaan sekä käynnistäisi operatiiviset toiminnot ja niihin liittyvät kansalliset palvelut. Nykyisen yhteyspisteen toimintoja on kuvattu kuviossa 3.

Nykyisen EU SST-yhteyspisteen kehittäminen operatiiviseksi avaruustilannekeskukseksi tapahtuisi liikenne- ja viestintäministeriön, puolustusministeriön sekä maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalojen koordinoidulla yhteistyöllä ja rahoituksella. Tämä edellyttäisi, että yhteyspisteen kehittämiseen allokoitaisiin talouspoliittisen ministerivaliokunnan vuoden 2021 linjausten EU SST-yhteyspisteelle vapauttaman määrärahan lisäksi

21 ESA:n palveluita ja International Astronomical Unionin (IAU) Minor Planet Center -palveluita.

22 European Commission Implementing Decision (EU) 2022/1245; 15.7.2022, https://eur-lex.europa.eu/eli/dec_impl/2022/1245/oj.

myös uutta määrärahaa. Uutta määrärahaa tarvitaan, jotta keskus saataisiin rakenteeltaan, tehtäviltään, tekniseltä kyvykkyydeltään ja henkilöstöltään vastaamaan asettuja kansallisia avaruuskuvan muodostamisen tavoitteita ja EU-kriteeristöä. EU:n kriteerit edellyttäisivät myös, että Metsähovin laserteleskooppiin (kuvio 4) hankittaisiin vielä toinen nykyistä huomattavasti tehokkaampi laser, jonka avulla nähtäisiin myös niin sanottuja heijastinprismattomia satelliitteja sekä avaruusromua.

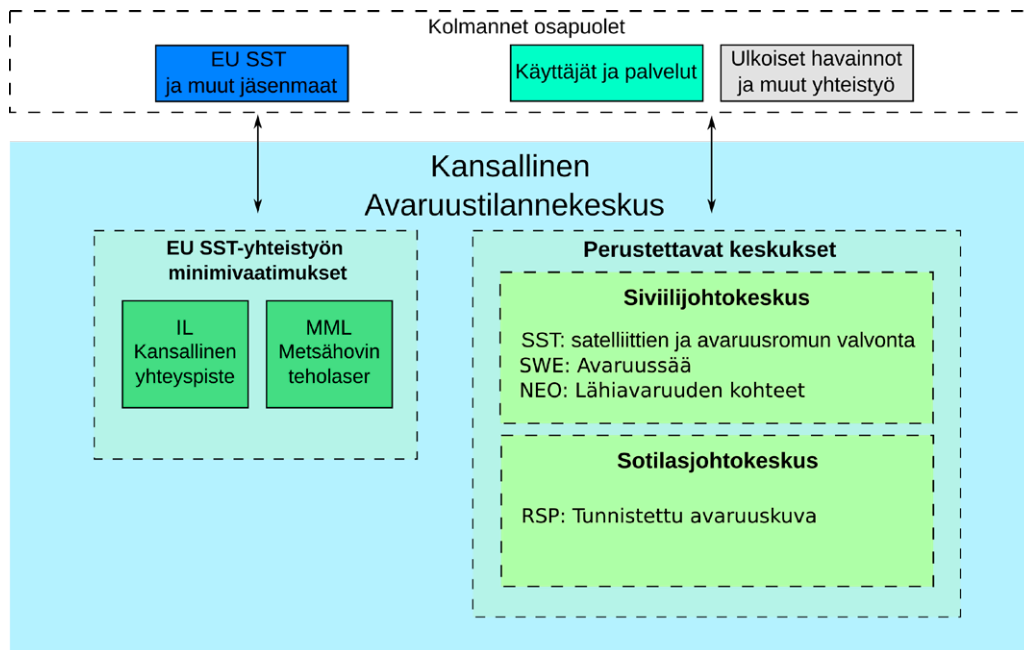
Yhteenvedona EU:n CAT A-kriteerit edellyttävät Suomeen perustettavalta kansalliselta avaruustilannekeskukselta, että

- Tilannekeskuksen tehtävänkuvaa kattaa sekä sotilas- että siviilipuolen;
- Tilannekeskus pystyy tuottamaan mahdollisimman ajantasaiseen avaruustilannetietoon perustuvia kansallisia palveluita 24/7-periaatteella²³;
- Tilannekeskuksella on avaruustilannetiedon analysoinnissa ja riskien arvioinnissa tarvittavaa osaamista;
- Tilannekeskuksella on kykyä sekä kansainväliseen että kansalliseen tiedonvaihtoon ja -välitykseen; ja
- Tilannekeskuksella on käytettävissään tarpeeksi laadukasta ja tehokasta kansallista havainnointikyvykkyyttä, mikä tarkoittaa Metsähovin nykyistä laserteleskooppia varustettuna uudella niin sanotulla teholaserilla²⁴.

23 Avaruustilannekeskus tulee luomaan mahdollisimman ajantasaisen avaruustilannetietoisuuden yhteistyössä EU SST:n ja muiden kansainvälisten kumppaneiden (mm. USS-SPACECOM, IAU Minor Planets Center) avulla. Avaruustilannekeskus tulee hyödyntämään tätä tietoa toiminnassaan, jalostamaan sitä kansallisten tarpeiden mukaan ja kykenee sitä kautta tuottamaan 24/7 -periaatteella mahdollisimman ajantasaiseen tilannekuvati-
toon perustuvia palveluja.

24 Maanmittauslaitoksen hallinnoiman Metsähovin SLR-järjestelmään kuuluvaa geodeettista laserteleskooppia voidaan käyttää lähiavaruuden satelliittien ratojen mittaamisessa. Metsähovin nykyinen laserteleskooppi pystyy havaitsemaan "valaisemalla" niin sanotulla heijastinprismalla, varustetut kohteet. Niin sanotut yhteistyökyvyttömät eli prismattomat kohteet jäävät kuitenkin nykyisen geodeettisen laserin ulottumattomiin. Tämä havainnointikyvykyys ei täytä EU:n asettamia vaatimuksia. Jotta Suomi täyttäisi EU:n vaatimukset, Metsähovin laserteleskooppiin on tarkoitus hankkia toinen, tehokkaampi niin sanottu teholaser nykyisen laserin rinnalle. Teholaserin hankinnan jälkeen Metsähovin laitteistolla on mahdollista nähdä myös avaruusromua sekä muita niin kutsuttuja yhteistyökyvyttömiä kohteita, joissa ei ole näkyvyyttä parantavia niin sanottuja prismaheijastimia. Tämä mahdollistaa nykyistä kattavammin satelliittien sekä myös avaruusromun rataparametrien mittaamisen.

Kuvio 3. Yksinkertaistettu kaaviokuva Avaruustilannekeskuksen toiminnoista. Tummanvihreällä on merkitty EU SST –kumppanuusohjelman minimivaatimuksina kansallinen EU SST yhteyspiste (IL) sekä Metsähovin laserteleskooppi teholaserilla varustettuna (MML). Kuvio: Ilmatieteen laitos



6.3 Siviili- ja sotilasjohtokeskusten tehtäväkuvat

6.3.1 Siviilijohtokeskuksen tehtäväkuva

Ilmatieteen laitoksen yhteyteen perustettava siviilijohtokeskus vastaisi kansallisen avaruustilannekuvan ja siihen liittyvien analyysien jakamisesta muille hallinnonaloille ja viranomaisille sekä tarvittavassa määrin myös kriittisen infrastruktuurin toimijoille. Se vastaisi tulevaisuudessa myös keskitetysti yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittisten satelliittijärjestelmien toiminnan seurannasta ja antaisi tässä tehtävässään tarvittaessa kansallisille toimijoille varoituksia järjestelmien palvelutason poikkeamista. Tehtävän toteutus edellyttää kuitenkin vielä toiminnallisia lisäselvityksiä, jotka tullaan tekemään avaruustilannekeskuksen perustamisvaiheessa.

Siviilijohtokeskuksen vastuulla olisi:

- Vastata kansallisen, mahdollisimman ajantasaisen avaruustilannekuvan tuottamisesta, ylläpidosta, hallinnoimisesta ja jakamisesta sitä tarvitseville suomalaisille toimijoille yhteistyössä sotilasjohtokeskuksen kanssa;

- Johtaa kansallisten avaruustilannekuvaa tuottavien havainnointijärjestelmien käyttöä;
- Tiedottaa tarvittaessa viranomaisia, kriittisen infrastruktuurin toimijoita sekä muita kansallisia toimijoita ja väestöä avaruudesta tai avaruustoiminnasta johtuvista uhkaavista häiriö- tai vaaratilanteista;
- Vastata kansallisena EU SST-yhteyspisteenä eurooppalaisesta ja kansainvälisestä tilannekuvan tiedonvaihdosta ja yhteistyöstä siviilitoimintojen osalta; ja
- Vastata tilannekuvan jakamisen edellyttämistä palvelutaso-, palvelutuote- ja tiedonsiirtoratkaisuista.

Tällä hetkellä mikään kansallinen viranomainen ei vastaa näistä toiminnoista, pois lukien nykyinen kansallinen EU SST-toiminto. Kansallisen EU SST-yhteyspisteen vastuulla on toimia eurooppalaisen avaruustilannekuvatiedon kansallisena yhteyspisteenä eli kumppani- maiden jakaman tiedon vastaanottajana.

Siviilijohtokeskuksen toiminnan edellyttämät palvelu- ja tiedonsiirtoratkaisut rakennettaisiin siten, ettei johtokeskukselta saatavien palveluiden hyödyntäminen edellyttäisi käyttäjähallinnonaloilta infrastruktuuri- tai muita investointeja. Siviilijohtokeskuksen perustamiskustannukset katettaisiin keskitetysti Ilmatieteen laitoksen momentille osoitettavalla määrärahalta.

6.3.2 Sotilasjohtokeskuksen tehtäväkuva

Sotilasjohtokeskus yhteensovitettaisiin osaksi Puolustusvoimien nykyistä organisaatiota. Sotilasjohtokeskus tulisi keskittymään lähiavaruuden satelliittien havainnointiin ja niiden toimintojen seuraamiseen eli niin sanottuihin RSP-toimintoihin (Recognized Space Picture).

Puolustusvoimissa Ilmavoimat vastaa sotilaallisen avaruustilannekuvan (RSP) muodostamisesta ja Puolustusvoimien operaatiopäällikkö avaruussuorituskykyjen kehittämisestä. Siihen liittyvä toiminta sijoittuisi toiminnallisesti osaksi Puolustusvoimien nykyisiä keskusratkaisuja ja tilannekuvatoimintoja siten, että Puolustusvoimilla olisi 24/7-periaatteella kyvykkyys tuottaa tarvitsemaansa avaruustilannekuvaa yhteistyössä muiden viranomaisten ja kansainvälisten kumppaniensa kanssa.

Johtokeskuksen perustaminen ja sen tehtävänkuvassa oleva avaruustilannekuvan tuottaminen liittyisi valtioneuvoston puolustuselonteossa²⁵ Puolustusvoimille annettuun laajempaan avaruuspuolustuksen operatiiviseen kehittämistehtävään. Valtioneuvoston selonteossa on yhdeksi tavoitteeksi asetettu kyky valvoa kaikkia Puolustusvoimien toimintaympäristöjä, joita ovat maa, meri, ilma, kyber, informaatio ja avaruus. Selonteon mukaan avaruuspuolustuksella suojataan maanpuolustuksen toimintoja ja muuta yhteiskuntaa avaruudesta tulevilta uhilta sekä turvataan yhteiskunnan kannalta kriittisten avaruusjärjestelmien ja -palveluiden toiminta kaikissa olosuhteissa. Avaruuspuolustuksen perustan muodostaa avaruustilannekuva, jonka ylläpitoon Puolustusvoimat selonteon mukaan kehittää ympärivuorokautisen kyvykkyyden yhdessä muiden viranomaisten ja kansainvälisten kumppanien kanssa.

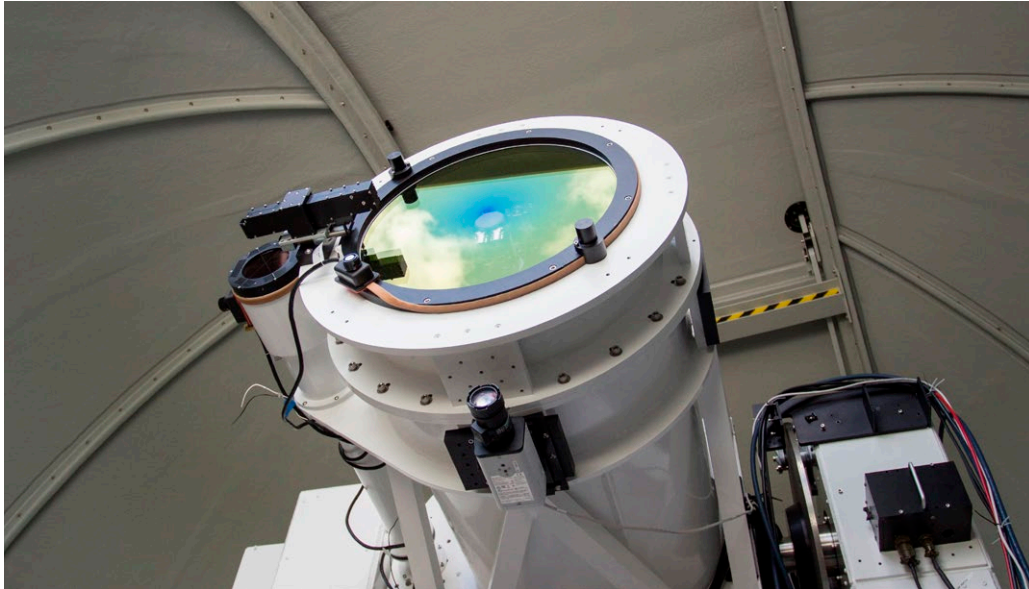
Sotilasjohtokeskus johtaisi Suomessa avaruuden sotilaallisten suorituskykyjen käytettävyyden arviointia (RSP), tähän liittyvän tilannekuvan muodostamista ja tämän tilannekuvan jakamista puolustushallinnossa. Johtokeskus vastaisi myös avaruustilannekuvaan liittyvästä tiedonvaihdosta ja yhteistyöstä Puolustusvoimien kansainvälisten kumppanien kanssa. Näitä kumppaneita ovat erityisesti Naton eurooppalaiset jäsenvaltiot ja Yhdysvallat.

6.4 Maanmittauslaitoksen tehtäväkuva kansallisen avaruustilannekuvan tuotannossa

Maa- ja metsätalousministeriön alainen Maanmittauslaitos tukisi laitoksen muiden tehtävien lisäksi perustettavan avaruustilannekeskuksen molempien johtokeskusten toimintaa tuottamalla niille kansallista avaruustilannekuvaa hallinnoimillaan lähiavaruuden havainnointijärjestelmillä. Maanmittauslaitos hallinnoi Metsähovin geodeettista tutkimus- asemaa, jonka laserteleskoopin kapasiteettia allokoitaisiin avaruustilannekeskuksen tarvitseman kansallisen avaruustilannekuvatuotannon käyttöön.

25 VN julkaisuja 2021:78

Kuvio 4. Metsähovin satelliittilaseri Kirkkonummella. Kuva: Metsähovin geodeettinen tutkimusasema / MLL / Julia Hautojärvi.



Täysimääräinen EU SST -sopimuskumppanuus edellyttää valtioilta sellaista havainnointijärjestelmää, jolla on mahdollista tuottaa havainnointitietoa myös muille EU SST -järjestelyn kumppanuusmaille. Maanmittauslaitoksen hallinnoimalla Metsähovin geodeettisella tutkimusasemalla on tämä kyvykkyys. Sitä allokoitaisiin jatkossa avaruustilannekeskuksen käyttöön.

Metsähovin tutkimusaseman tämän hetkinen havainnointikyvykkyys ei kuitenkaan täytä ohjausryhmän tavoitteeksi asettaman, EU:ssa kansalliselta avaruustilannekeskukselta edellyttävää A CAT-kriteereitä. Siksi Metsähovin havainnointikyvykkyyttä tulisi avaruustilannekeskuksen perustamisen yhteydessä parantaa vuosien 2023–2025 aikana hankittavalla uudella tehokkaammalla niin sanotulla teholaserilla.

Siviilijohtokeskus johtaisi kansallisten avaruustilannekuvaa tuottavien havainnointijärjestelmien käyttöä Suomessa. Maanmittauslaitos vastaisi kuitenkin aina Metsähovin laserteleskooppiensa hallinnoimisesta ja operoinnista.

Kuvio 5. Avaruusromun ja NEO-kohteiden seurantaan käytettävä teholaser ESA:n OGS (Optical Ground Station), joka sijaitsee Teiden observatorion alueella Kanarian saarilla. Kuva: IAC / Daniel López.



7 Avaruustilannekeskuksen toimintamalli ja palvelutuotteet

7.1 Avaruustilannekeskuksen toimintamalli

Avaruustilannekeskuksen operatiivinen toiminta tapahtuisi Ilmatieteen laitoksen, Maanmittauslaitoksen ja Puolustusvoimien tiiviissä yhteistyössä sekä jatkuvassa kaksisuuntaisessa vuorovaikutuksessa avaruustilannetiedon viranomaiskäyttäjien ja muiden yhteistyökumppanien kanssa. Avaruustilannekeskuksen perustamisen vuosien 2023–2026 investointivaiheen aikana edellä mainitut toimijat rakentaisivat tarkemman kansallisen toimintamallin, joka mahdollistaisi keskuksen perustamiselle ja toiminnalle asetettujen kansallisten tavoitteiden toteuttamisen käytännössä.

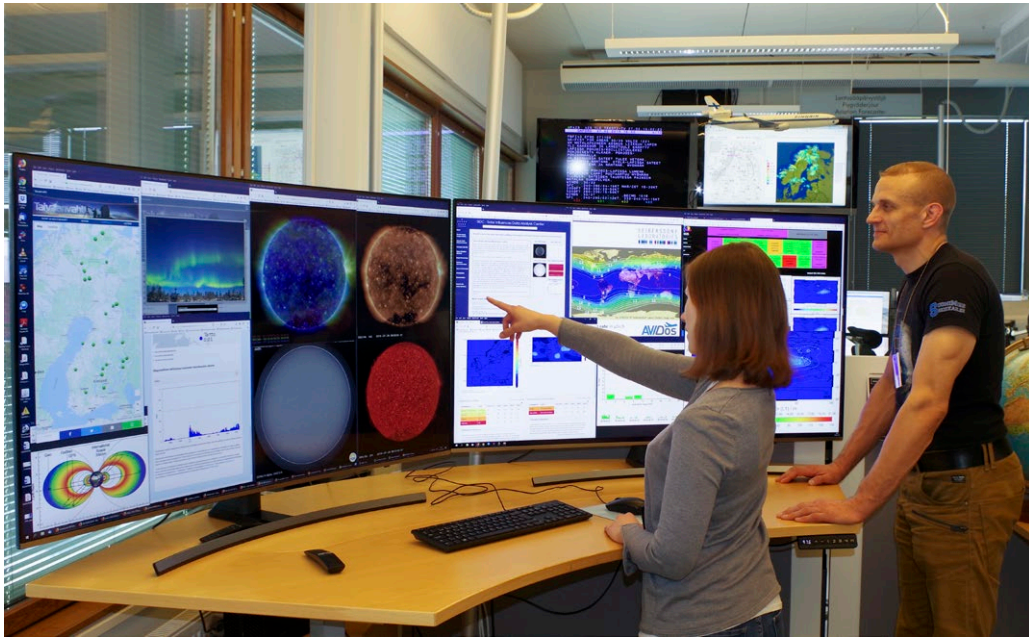
Avaruustilannekeskus toimisi käytännössä virtuaalisesti eli toiminnallisesti eri toimipisteisiin hajautettuna. Toimijoiden päivittäinen toiminta tapahtuisi näin ollen verkkoyhteyksien yli. Siksi avaruustilannekeskuksen perustamisen investointivaiheessa kiinnitettäisiin erityistä huomiota turvallisten ja toimivien tiedonsiirtoyhteyksien rakentamiseen sekä toiminnassa käsiteltävän tiedon tietoturvallisten toimintamallien luomiseen. Toimintamallien rakentamisessa huomioitaisiin myös EU SST -kumppanuusmailta ja Yhdysvaltain US SPACECOM:lta saadun avaruustilannetiedon käsittelylle, tallentamiselle ja jakamiselle asetetut tietoturvaselvitelmät. Toimintamallien tulisi lisäksi mahdollistaa Puolustusvoimien sotilasjohtokeskuksen kumppanimailtaan saaman, mahdollisesti turvaluokitellun tiedon tietoturvallinen jakaminen tarvittaessa myös Ilmatieteen laitoksen siviilijohtokeskukselle. Puolustusvoimien olemassa olevien toimintojen yhteyteen perustettava sotilasjohtokeskus huolehtisi sisäisesti toiminnassa käytettävän turvaluokitellun tiedon tietoturvaselvitelmistä omien voimassa olevien vaatimustensa ja toimintatapojensa mukaisesti.

Ilmatieteen laitoksen yhteyteen perustettavalla siviilijohtokeskuksella olisi Puolustusvoimiin perustettavaa sotilasjohtokeskusta laajempi kansallinen avaruustilannekuvan muodostamistehtävä. Siksi avaruustilannekeskuksen tulevaa toimintamallia on perusteltua tarkastella seuraavassa tarkemmin vain siviilijohtokeskuksen tehtävän näkökulmasta.

7.2 Siviiliohtokeskuksen toimintamalli ja palvelutuotteet

Siviiliohtokeskus perustettaisiin Ilmatieteen laitoksen yhteyteen. Perustamisessa hyödynnettäisiin laitoksen luonnononnettomuuksien varoitusjärjestelmän (LUOVA) turvallisuuspäivystyspalvelua, jolloin siviiliohtokeskus rakentuisi niin sanotun ISO-9000-laaturjestelmän mukaiseksi ympärivuorokautiseksi palveluksi. Avaruustilannekeskuksen perustamisen yhteydessä myös laitoksen nykyinen avaruussääpalvelutuotanto, mukaan lukien laitoksen siviili-ilmailulle tuottama avaruussääpalvelu integroitaisiin osaksi avaruustilannekeskuksen laajempaa avaruustilannekuvan tuotantoa.

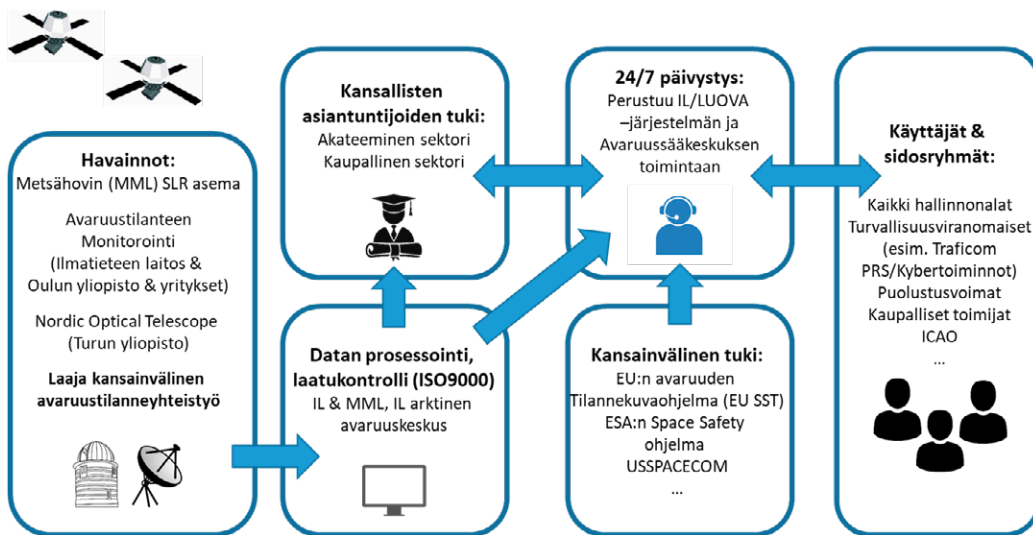
Kuvio 6. Esimerkinä Avaruustilannekeskuksen mahdollisesta operaattorin työpöydästä PECASUS-konsortion avaruussääpäivystyksen 24/7-työpiste Ilmatieteen laitoksella. Kuva: Ilmatieteen laitos / Kari Österberg.



Kun avaruustilannekuvan tuotanto tuotaisiin osaksi Ilmatieteen laitoksen jo olemassa olevia rakenteita, ratkaisu olisi erityisesti päivystystehtäviin liittyvien henkilöstövaikutusten kannalta kustannustehokas. Siviiliohtokeskus pystyisi tuottamaan Suomen kansallista avaruustilannekuvaa 24/7 -periaatteen mukaisesti myös vakavissa häiriötilanteissa tai poikkeusoloissa.

Siviilijohtokeskuksella on tarkoitus olla omaa, vahvaa osaamista avaruustilannekeskuksen ydintehtävissä. Kokonaisvaltaisen, laadukkaan ja kustannustehokkaan tilannekuvatuotannon varmistamiseksi siviilijohtokeskus tekisi läheistä yhteistyötä myös akateemisten ja kaupallisten toimijoiden kanssa. Avaruustilannekeskuksen siviilijohtokeskuksen tehtävän mukainen alustava, suunniteltu toimintamalli on kuviossa 7.

Kuvio 7. Avaruustilannekeskuksen siviilijohtokeskuksen suunniteltu toimintamalli. Kuvio: Ilmatieteen laitos.



Siviilijohtokeskuksen peruspalvelutuote olisi mahdollisimman ajantasainen ja koordinoitu tilannekuvatieto lähiavaruuden tapahtumista ja ilmiöistä sekä satelliittijärjestelmien toiminnasta. Avaruuden ja avaruustoiminnan uhka- tai häiriötilanteissa tilannekeskus lähettäisi häiriö- ja varoitusviestejä viranomaisille ja yhteiskunnan kriittisille toimijoille sekä tarvittaessa myös muille kaupallisille toimijoille, tutkimustoimijoille ja väestölle.

Valtioneuvostossa ja sen alaisessa hallinnossa siviilijohtokeskuksen tilannekuva- ja häiriötilanneviestintä integroitaisiin osaksi nykyistä valtioneuvoston ympärivuorokautista varallaolopäivystyksen (VOP)-järjestelyä. Kuten muussakin VOP-viestinnässä, viranomaispäivystäjä saisi avaruustilannekeskuksen häiriö- tai varoitusviestit aina tekstiviesteinä ja vakavissa ja kiireellisissä tapauksissa myös varmistuspuhelinsoitolla. Häiriötä tai vaaratilannetta taustoittavaa tilannekuvatietoa lähettäisiin tarvittaessa myös sähköpostilla. Siviilijohtokeskuksen viestit olisivat siten helposti ymmärrettäviä, että päivystäjät pystyisivät niiden perusteella ryhtymään välittömästi omista organisaatioissaan tilanteen ja tehtävänsä vaatimiin toimenpiteisiin.

Siviilijohtokeskus tuottaisi mahdollisesti myös, resurssiensa puitteissa, tietyille avaruustilannetiedon käyttäjille sekä viranomaisille että kaupallisille toimijoille, avaruustilannetiedon syvällisempään analysointityöhön perustuvia ja mahdollisesti käyttäjille räätälöityjä palvelutuotteita. Esimerkiksi työ- ja elinkeinoministeriö on ohjausryhmän työn aikana ilmoittanut tarpeestaan hyödyntää siviilijohtokeskukselta saamaansa avaruustilannetietoa ministeriölle kuuluvan kansallisen avaruustoiminnan lupa-, rekisteröinti- ja valvontatehtävissä.

8 Avaruustilannekeskuksen perustamisen lainsäädäntövaikutukset

Liikenne- ja viestintäministeriö on osana ohjausryhmän työtä selvittänyt yhteistyössä muiden hankkeessa mukana olevien ministeriöiden kanssa avaruustilannekeskuksen perustamisen mahdollisia lainsäädäntövaikutuksia. Ohjausryhmä katsoo, että jos kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamiseen päädytään, keskuksen perustamiseen liittyvät sääntelyn kehittämistarpeet on vielä selvitettävä tarkemmin mahdollisen hallituksen esityksen valmistelun yhteydessä. Keskeistä on, että jokaisen avaruustilannekeskustoimintaan osallistuvan viranomaisen osalta vielä varmistetaan, että avaruustilannekeskustoiminta suunnitellussa laajuudessaan kuuluu niiden lakisääteisiin tehtäviin tai niiden hoitamiseen.

Ohjausryhmä katsoo alustavasti, että lakiin Ilmatieteen laitoksesta (212/2018, 2 § 1 mom.) tulisi lisätä laitoksen uutena tehtävänä avaruustilannekuvapalvelut. Lakiin sisällytettäisiin myös tehtävä varoittaa vaaraa aiheuttavista avaruustilannekuvamuutoksista. Ilmatieteen laitoksesta annetun lain 5 §:ää täsmennettäisiin niin, että laitoksella olisi oikeus saada muilta viranomaisilta virka-apua avaruustilannekuvaan liittyvien tehtäviensä hoitamiseksi. Yhteistyötä uusien tahojen kanssa ei käynnistettäisi avaruustilannekeskuksen omalla päätöksellä, vaan tiilanteessa konsultoitaisiin turvallisuusviranomaisia. Lisäksi Maanmittauslaitoksesta annettuun valtioneuvoston asetukseen (1068/2018, hallintoasetus) lisättäisiin avaruustilannekeskustoimintaan liittyvä tehtävä. Vastaavalla tavalla olisi arvioitava puolustushallinnon lainsäädäntöä, esimerkiksi tarkastelemalla avaruustilannetiedon tuottamistehtävän mahdollista lisäämistä Puolustusvoimista annettuun lakiin (551/2007).

Avaruustilannekeskuksen perustamisen lainsäädäntövaikutuksia on kuvattu tarkemmin liitteessä 5.

9 Avaruustilannekeskuksen perustamisen valtiontaloudelliset määräraha vaikutukset

Kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamisen vaikutukset valtion talousarvioon on arvioitu selvityksessä hallinnonalakohtaisesti edellä esitetyn kaltaisen rakenteen, tehtävänkuvan ja kyvykkyyden mukaan siten, että keskus perustettaisiin Suomeen vuoteen 2026 mennessä.

Koska avaruustilannekeskustoiminta on uusi tehtävä, hallinnonalan asiantuntijat ovat arvioineet vain uuden määrärahan tarpeen parhaan nykykäsityksen mukaan. Avaruustilannekeskuksen kansallisen toteutuksen määräraha vaikutuksia on palvelun tulevilla käyttäjähallinnaloilla arvioitu muun muassa aikaisempien vastaavien järjestelmäintegraatioiden toteutumien perusteella. Avaruustilannekeskustoiminnan kansallisen toteutuksen edellyttämät hallinnonalakohtaiset määrärahatarpeet täsmentyvät tulevina vuosina ja konkretisoituvat täsmällisiksi vuosittaisessa talousarvioesityksen valmistelussa. Arvio hallinnonaloittaisista määrärahatarpeista on oheisessa taulukossa 1.

Taulukko 1. Avaruustilannekeskuksen vuotuiset kulut perustamisen ja operatiivisen toiminnan aikana vuosina 2024–30. Taulukkoon on Ilmatieteen laitoksen investointikustannuksiin sisällytetty vuodesta 2024 eteenpäin kuluina 250 000 euroa/vuosi EU SST –yhteyspisteen perustamiseen jo luvattu rahoitus.

FSSAC 2023-30, 1000 EUR	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
LVM/Ilmatieteen laitos (LVM)							
Yhteensä	586	586	619	669	544	544	544
Investointivaihe	586	586	300	200	200	150	150
Operatiivinen toiminta	0	0	319	469	344	394	394
MMM/Maanmittauslaitos (MMM)							
Yhteensä	445	445	150	215	215	215	215
Investointivaihe	400	400	75	65	65	65	65
Operatiivinen toiminta	45	45	75	150	150	150	150

FSSAC 2023-30, 1000 EUR	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PLM/Puolustusvoimat (PLM)							
Yhteensä	410	500	710	800	880	780	780
Investointivaihe	410	500	710	600	500	300	200
Operatiivinen toiminta	0	0	0	200	380	480	580
Kaikki yhteensä							
Investointivaihe	1 396	1 486	1 085	865	765	515	415
Operatiivinen toiminta	45	45	394	819	874	1 024	11 24
Kaikki yhteensä	1 441	1 531	1 479	1 684	1 639	1 539	1 539

Kansallisen avaruustilannekeskuksen kehyskauden 2024–2027 määrärahan tarve olisi yhteensä 6 135 000 euroa jakautuen investointimenoihin 4 832 000 euroa ja operatiivisen toiminnan menoihin 1 303 000 euroa. Tästä uuden määrärahan osuus olisi 5 135 000 euroa, sillä taulukon summat sisältävät Ilmatieteen laitokselle jo aikaisemmin EU SST -yhteyspisteen investointikustannuksiin myönnettyt 250 000 euroa / vuosi vuodesta 2024 eteenpäin. Kaikki Suomen EU SST -yhteyspisteen perustamismenot sisältyvät avaruustilannekeskuksen kuluihin. Yhteyspiste sulautuu toiminnallisesti ja rahoituksellisesti osaksi kansallista avaruustilannekeskusta, kun keskuksen perustaminen ja rahoitus alkaa. Sekä investointi- että tuotantovaiheen kulut katettaisiin hallinnonaloittain.

Avaruustilannekeskuksen investointivaiheen vuosien 2024–2026 uuden määrärahan tarve liittyisi keskuksen toiminnan yleisen käynnistämisen edellyttämien tietoliikenne- ja tiedonhallintajärjestelmien hankintoihin, henkilöstökuluihin sekä erityisesti Maanmittauslaitoksen hallinnoiman Metsähovin uuden laserin hankintaan ja sen ylläpitoon. Liikenne- ja viestintäministeriön, puolustusministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalat kattaisivat vastuidensa mukaisesti nämä kuluerät. Luvun 1.3 (Suositukset) kohdassa 4 todetaan avaruustilannekeskuksen perustamisen olevan ehdollinen sille, että hallinnonalat voisivat kattaa keskuksen perustamisen ja toiminnan edellyttämät kulut menokehyksistään tai että keskuksen perustamiseen osoitettaisiin lisämäärärahaa. Maa- ja metsätalousministeriö on erikseen todennut, että sen hallinnonalan avaruustilannekeskuksen toimintaan liittyvät vastuut tulisi kattaa nykyisen kehyksen ylittävänä lisämäärärahana.

Avaruustilannekeskuksen tietotekniset ratkaisut ja palvelurakenteet rakennettaisiin siten, että keskuksen palvelutuotteiden vastaanottaminen ei edellyttäisi käyttäjähallinnonaloilta investointeja uuden infrastruktuurin hankintaan.

Avaruustilannekeskuksen tuotantovaiheessa keskeisin menoerä olisi keskuksen toiminnasta aiheutuvat käyttömenot. Tältä osin on lisäksi erityisesti huomattava, että avaruustilannekeskuksen sotilasjohtokeskuksen henkilöstö olisi tarkoitus kasvattaa täyteen operaatiovahvuuteensa vaiheittain vuosien 2024–2028 aikana. Avaruustilannekeskuksen tuotantovaiheessa kuluja tulisi katettavaksi liikenne- ja viestintäministeriön, puolustusministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön hallinnonaloille. Avaruustilannekeskuksen siviilijohtokeskuksen tuottamat palvelut rakennettaisiin siten, ettei niiden hyödyntämisestä aiheutuisi palvelun tuotantovaiheessa käyttäjähallinnonaloille menoeriä. Mahdollisia menoeriä on kuitenkin mahdollista lopullisesti arvioida vasta, kun keskuksen palvelutaso- ja palvelutuoteratkaisut ovat lopullisesti tiedossa.

Avaruustilannekeskuksen siviilijohtokeskus tuottaisi peruspalvelunaan viranomaisille, muille yhteiskunnan kriittisille toimijoille, kaupallisille toimijoille ja väestölle tarkoitettuja tilannekuva- sekä häiriö- tai varoituspalveluita. Nämä palvelut olisivat kaikille käyttäjille maksuttomia. Siviilijohtokeskus tuottaisi mahdollisesti myös, resurssiensa puitteissa, tietyille avaruustilannetiedon käyttäjille sekä viranomaisille että kaupallisille toimijoille avaruustilannetiedon syvällisempään analysointityöhön perustuvia ja mahdollisesti käyttäjille vielä räätälöityjä, palvelutuotteita. Nämä palvelutuotteet voisivat olla maksullisia siten, kun valtion suoritteiden maksullisuuden ja maksujen suuruuden yleisistä perusteista säädetään valtion maksuperustelaisissa (150/1992) ja sitä koskevassa maksuperusteasetuksessa sekä Ilmatieteen laitoksesta annetun lain 7§:ssä.

Puolustusvoimille laskettu määrärahatarve perustuu investointivaiheessa siviili-sotilas-yhteistoiminnan edellyttämän teknisen ja toiminnallisen yhteensopivuuden rakentamiseen sekä kansainvälisen yhteistyön edellyttämien järjestelyjen toteutukseen. Operointivaiheen määrärahatarpeet perustuvat arvioituihin operatiivisen toiminnan resurssitarpeisiin, teknisten järjestelmien ylläpitoon sekä järjestelmien ja toiminnan kehittämiseen. Näillä varmistetaan esimerkiksi sotilasjohtokeskuksen kytkeytyminen mahdollisimman tehokkaasti siviilijohtokeskuksen toimintaan ja kansallisen avaruustilannekuvan tuottamiseen. Merkittävä osa Puolustusvoimien kustannuksista, erityisesti investointivaiheessa, muodostuu siviili- ja sotilasjohtokeskuksen sekä kansainvälisten kumppanien kanssa tiedonvaihtoon tarvittavien tietoliikennetarkaisuiden ja näiden salausrakentamisen rakentamisesta.

Suomi pyrkii saamaan kansallisen avaruustilannekeskuksen käyttöön myös valtion talousarvion ulkopuolista rahoitusta. Erityisesti Metsähovin uuden laserin hankintaan on EU SST-kumppanuuden rahoitussuunnitelmassa varattu 300 000 euron investointituki EU:lta. Myös avaruustilannekeskuksen siviilijohtokeskus pyrkii saamaan EU:lta tukea johtokeskuksen operatiiviseen toimintaan vuosina 2023–2026 yhteensä noin 200 000 euroa. Rahoituksen saaminen on kuitenkin vielä epävarmaa ja liittyy siihen, miten Suomi onnistuu menestymään EU:n sisäisissä tarjouskilpailuissa. EU:sta mahdollisesti saatavaa ehdollista rahoitustukea ei ole tästä syystä huomioitu taulukon 1 kululaskelmassa.

Lyhenteet

ANK	Avaruusasiain neuvottelukunta
ASAT	Anti-satellite weapon (suom. Satelliitintorjunta-ase)
C-FSSAC	Avaruustilannekeskuksen siviilijohtokeskus
COPUOS	YK:n avaruuden rauhanomaisen käytön komitea
ESA	Euroopan avaruusjärjestö
EU	Euroopan Unioni
EU SST	European Union Space Surveillance and Tracking
FSSAC	Suomen kansallinen avaruustilannekeskus
GNSS	Global Navigation Satellite System, satelliittipaikannusjärjestelmä
GPS	Global Positioning System, Yhdysvaltojen ylläpitämä GNSS-järjestelmä
htv	henkilötyövuosi
HY	Helsingin yliopisto
IAU	International Astronomical Union
ICAO	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
IL	Ilmatieteen laitos
ILRS	International Laser Ranging System
ISO	International Organization for Standardization
LUOVA	Luonnononnettomuuksien varoitusjärjestelmä, viranomaispalvelu, joka tuottaa varoituksia ja tilannetietoa erilaisista luonnon vaaratilanteista
LUT	Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto
LVM	liikenne- ja viestintäministeriö
M-FSSAC	Avaruustilannekeskuksen sotilasjohtokeskus
MFF	Multiannual Financial Framework
MML	Maanmittauslaitos
MMM	maa- ja metsätalousministeriö
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NEO	Near-Earth Object, lähiavaruuden (luonnollinen) kappale
NOT	Nordic Optical Telescope
OKM	opetus- ja kulttuuriministeriö

OY	Oulun yliopisto
PECASUS	Partneship in Excellence for Civil Aviation Space weather User Services, IL:n johtama konsortio, joka tuottaa maailmanlaajuisesti varoituksia häiritsevistä avaruussäästä lentoliikenteen tarpeisiin
PLM	puolustusministeriö
PRS	Galileon viranomaispalvelu, Public Regulated Service
PV	Puolustusvoimat
RSP	Recognized Space Picture
R2O	Research-to-Operations
SGO	Sodankylän geofysiikan observatorio
SLR	Satellite Laser Ranging
SM	sisäministeriö
SSA	Space Situational Awareness, avaruustilannetietoisuus
SST	Space Surveillance and Tracking, avaruusvalvonta
STM	Space Traffic Management
SWE	Space Weather, avaruussää (lyhenteen käyttäjiä EU, ESA)
SWX	Space Weather, avaruussää (lyhenteen käyttäjiä WMO, NATO, ICAO)
S2P	Space Safety Programme (ESA)
TEM	työ- ja elinkeinoministeriö
UM	ulkoministeriö
USSPACECOM	United States Space Command
VN	valtioneuvosto
VNK	valtioneuvoston kanslia
YK	Yhdistyneet kansakunnat

Liite 1. Suomen kansallisen avaruustilannekeskuksen perustamista valmistelevan ohjausryhmän jäsenet

Puheenjohtaja Kaisa Laitinen, yksikön johtaja, liikenne- ja viestintäministeriö
Varapuheenjohtaja Miikka Rainiala, yksikön johtaja, liikenne- ja viestintäministeriö

Jäsenet

Ulla Kaleva, Suomen EU-SST delegaatti, viestintäneuvos, liikenne- ja viestintäministeriö
Vesa Häyrinen, liikenneneuvos, liikenne- ja viestintäministeriö
Katariina Kilpeläinen, neuvotteleva virkamies, liikenne- ja viestintäministeriö
Mari Laakso, johtava paikkatietoasiantuntija, maa- ja metsätalousministeriö
Pentti Lähteenoja, varajäsen, ylijohdaja, maa- ja metsätalousministeriö
Kai Knape, turvallisuusjohtaja, puolustusministeriö
Antti Korpi, varajäsen, apulaisturvallisuusjohtaja, puolustusministeriö
Minna Bloigu, johtava asiantuntija, sisäministeriö
Mikko Jääskeläinen, varajäsen, erityisasiantuntija, sisäministeriö
Paavo-Petri Ahonen, opetusneuvos, opetus- ja kulttuuriministeriö
Heidi Pennanen, erityisasiantuntija, työ- ja elinkeinoministeriö
Tarja Fernández, ulkoasiainneuvos, ulkoministeriö
Emilia Mustajärvi, varajäsen, ulkoasiain sihteerin avustaja, ulkoministeriö
Kati Jussila, budjettineuvos, valtiovarainministeriö
Taina Eckstein, varajäsen, budjettineuvos, valtiovarainministeriö
Jouni Pulliainen, Suomen EU -SST delegaatti, toimialajohtaja, Ilmatieteen laitos

Pysyvät asiantuntijajäsenet

Ari-Matti Harri, professori, Ilmatieteen laitos
Hannu Koivula, professori, Maanmittauslaitos
Mikko Sarantola, everstiluutnantti, Puolustusvoimat
Juuso Liekkilä, varajäsen, kapteeniluutnantti, Puolustusvoimat

Sihteerit

Jaana Palmunoksa, hallintopäällikkö, Ilmatieteen laitos

Liite 2. Avaruustilannetietoisuus

- **Avaruustilannetietoisuudella** tarkoitetaan pyrkimystä muodostaa mahdollisimman ajantasainen kokonaiskuva avaruuden käytön tilanteesta. Kehittämällä kyvykkyyksiä avaruudessa sijaitsevien esineiden tarkkailuun ja ennustamalla avaruussään ilmiöitä voidaan pienentää avaruuden käytöstä sekä ihmisille että omaisuudelle aiheutuvia vahinkoriskejä.
- **Avaruustilannekuva** on tiettyä operatiivista käyttötarkoitusta varten muodostettu tilannekuva, joka sisältää tarvittavat elementit tilannetietoisuudesta lisättyinä mahdollisilla muilla tietolähteillä. Avaruustilannetietoisuustermille ei ole olemassa yhtä määritelmää, sillä se koostuu useista erilaisista osa-alueista. Näitä osa-alueita ovat seuraavat.
- **Avaruusvalvonnalla** (*'Space Surveillance and Tracking'* - SST) tarkoitetaan avaruusesineiden teknistä tarkkailua ja seurantaa, joka toteutetaan erilaisilla maanpäällisillä sekä mahdollisesti avaruudessa sijaitsevilla havainto- ja tilannekuvajärjestelmillä. Tarkkailu ja seuranta kohdistuvat pääsääntöisesti Maan kiertoradalla oleviin avaruusesineisiin (satelliitit ja avaruusromu), mutta on mahdollista seurata myös muita esineitä. Avaruusvalvonnan perustuote on tietokanta, joka sisältää tietoja avaruusesineistä. Näitä voivat olla esimerkiksi tunnistet ja rataparametrit (paikkatieto) sekä näiden avulla tuotetut kohtaamis-, sirpaloitumis- ja putoamisennusteet.
- **Avaruussäällä** (*'Space Weather'* - SWE tai SWX) tarkoitetaan avaruuden olosuhteita, jotka voivat vaikuttaa teknisten järjestelmien suorituskykyyn ja luotettavuuteen tai uhata ihmisten hyvinvointia joko avaruudessa, ilmakehässä tai maan pinnalla. Avaruussäätä aiheuttavat Auringon purkaukset, jotka synnyttävät nopeita muutoksia Maan lähiavaruudessa ja yläilmakehässä. Näiden alueiden (korkeudet 100–40 000 km) olosuhteita hallitsevat sähkömagneettisten kenttien ja varattujen hiukkasten vuorovaikutukset.
- **Maata lähestyvillä kappaleilla** (*'Near-Earth Objects'* - NEO) tarkoitetaan Aurinkoa kiertäviä Maan lähiavaruuden luonnollisia kappaleita (meteoroidit, asteroidit, komeetat), joihin liittyy turvallisuusriski. Tavoitteena on määritellä kappaleiden radat ja fysikaaliset ominaisuudet mahdollisia varotoimenpiteitä varten. Harmittomimmillaan NEO-kappaleet näkyvät tähdenlentoina, mutta ääritapauksissa ne ovat aiheuttaneet merkittävää alueellista tai jopa maailmanlaajuista tuhoa.
- **Sotilaallisen avaruustilannetietoisuuden** perustan muodostaa tunnistettu avaruustilannekuva (*'Recognized Space Picture'* - RSP), joka rakentuu pääosin avaruusvalvonta- ja tiedustelukyvykkyyksille. Siihen sisältyy avaruusesineiden ratatietojen (avaruusvalvonta) lisäksi myös tietoisuus niiden käyttäjistä ja satelliittien teknisistä suorituskyvyistä (avaruustiedustelu). Vaikka kiertoratatiedot ovat oleellinen osa tunnistettua avaruustilannekuvaa, lopullinen päämäärä on satelliittien

suorituskykyjen mallintaminen oman toiminnan tueksi sekä uhka-arvioiksi vastustajan toiminnasta. Myös avaruussään vaikutukset satelliittipalveluihin ovat osa tunnistettua avaruustilannekuvaavaa, vaikka tämän merkitys onkin avaruusvalvontaa pienempi. RSP ei keskity pelkästään avaruuteen, vaan siihen kuuluu myös maanpäällisiä avaruuteen liittyviä kokonaisuuksia, kuten maa-asemien ja vasta-avaruusjärjestelmien sijainteja sekä suorituskykyjä.

- Avaruustilannetietoisuus liittyy kiinteästi myös **avaruusliikenteen ohjaukseen ja koordinointiin** (*'Space Traffic Management'*- STM). STM-kyvykkyys rakentuu pitkälti SST- ja SWE-kyvykkyyksien varaan. STM-kyvykkyys ei ole kuitenkaan ainoastaan teknistä kyvykkyyttä, vaan sisältää myös esimerkiksi taloudellisia, kaupallisia ja sääntelyllisiä näkökohtia. STM on vahvasti eurooppalaisella agendalla, koska erityisesti USA on ollut asiassa aloitteellinen (mm. US Space Policy Directive-3). Erilaisia teemaan liittyviä kokonaisvaltaisia hankkeita on pyritty edistämään myös kansainvälisten standardointijärjestöjen kautta (mm. ISO). Suomen näkemyksenä on, että kansainvälinen kokonaisnäkemys tulisi kuitenkin pyrkiä muodostamaan YK:ssa, kuten avaruuden rauhanomaisen käytön komiteassa (COPUOS) ja turvallisuusulottuvuuden osalta aseidenriisuntakonferenssissa (CD). Euroopan tulisi kuitenkin olla tässä kokonaisnäkemys ja kyvykkyyksien luomisessa vahvasti mukana ml. poliittiset ja taloudelliset intressit. Avaruusliikenteen ohjaus ja koordinointi ei kuitenkaan voi olla ainoastaan alueellista, vaan toimiakseen sen tulee olla kansainvälistä ja globaalia.

Liite 3. Avaruustilannetietoisuuteen liittyvien uhkakuvien toteutumisen todennäköisyydet, esiintymiset ja vaikutukset

Uhkakuva	Esiintyminen	Vaikutus	Lisätietoa
Avaruusvalvonta			
Törmäyksen (satelliitti) väistötilanne matalalla kiertoradalla	Usein	Satelliittipalvelujen häiriöt, satelliittien käyttöiän pieneneminen.	EU SST; Ei sisällä avaruusromua ja/tai luonnollisia kappaleita; Satelliiteille ei vaurioita tapahtumassa.
Törmäys (satelliitti) matalalla kiertoradalla	Harvoin	Satelliittien menetys, sirpaloitumisen aiheuttamat uudet törmäykset ja avaruusromun lisääntyminen	EU SST; Ei sisällä avaruusromua ja/tai luonnollisia kappaleita; Satelliitit vaurioituvat täysin tai osittain
Avaruusromun saapuminen Suomen ilmatilaan	Harvoin	Pienemmät kappaleet palavat ilmakehässä, isommat kappaleet suurimaksi osaksi. Vaikutukset samaa luokkaa kuin meteoreilla (pienet)	EU SST; Merkittävän kokoisia avaruusromun kappaleita saapuu harvoin Suomen ilmatilaan ja lentoradasta riippuen, ne iskeytyvät harvoin Suomen maaperälle.
Avaruusromun maahan-tulo Suomen alueelle	Harvoin	Pienemmät maahan tulleet kappaleet eivät aiheuta vaaraa ympäristölleen, isot kappaleet mahdollisesti erittäin paikallista vaaraa (kortteli / kaupunginosa)	EU SST; Maahan asti saapuva avaruusromu on vaikutuksiltaan verrattavissa meteoriitteihin ja todennäköisyys laskeutumisesta asutuskeskukseen harvaan asutussa Suomessa erittäin pieni.
Keinotekoisista (ihmisen tekemien) avaruuskappaleiden (kaikki) törmäykset	Noin 12 krt/v 246 krt/20 v (tilasto 2022)	Avaruusromun määrä kasvaa maailmanlaajuisesti voimakkaasti, ja törmäysuhka operatiivisille satelliiteille kasvaa vastaavasti	Törmäyksien lukumäärän odotetaan kasvavan monikertaiseksi seuraavan vuosikymmenen aikana.
Avaruussää			
Harvinaisen iso Auringon roihupurkaus	8 kertaa 10 vuodessa	Yhden tai kahden tunnin mittainen HF-radioliikennekatkos lähes koko auringonpuoleisella osalla maapalloa. Satelliittipaikannuksessa voi esiintyä ajoittaisia häiriöitä.	Auringon pinnalla tapahtuu äkillinen röntgen- ja UV-säteilyä sisältävä purkaus. Sen seurauksena Maan päiväpuolen yläilmakehän elektronipitoisuus kohoaa merkittävästi. Elektronipitoisuuden muutokset vaikuttavat radioaaltojen kulkuun ja heijastumiseen yläilmakehässä.
Poikkeuksellisen iso Auringon roihupurkaus	Harvemmin kuin kerran 10 vuodessa	Tunteja kestävä HF-radioliikennekatkos koko auringonpuoleisella osalla maapalloa. Satelliittipaikannuksessa voi esiintyä huomattavia ongelmia.	

Uhkakuva	Esiintyminen	Vaikutus	Lisätietoa
Harvinaisen iso hiukkasmyrsky	13 kertaa 10 vuodessa	Lievästi kohonneet säteilytasot matkalentokorkeuksissa korkeilla leveysasteilla mahdollisia. Ei merkittävää terveyshaittaa. Satelliittipaikannuksessa voi esiintyä ajoittaisia häiriöitä. HF-radioliikenteessä häiriöitä napa-alueilla.	Auringon pinnalla tapahtuu purkaus, joka koostuu korkeaenergaisista protonista. Maan magneettikenttä suoja meitä osittain protonipurkauksen vaikutuksilta, mutta suojaus heikkenee napa-alueilla, missä protonit törmäilevät ilmakehän hiukkasten kanssa. Törmäysten seurauksena ionisoivan säteilyn määrä kasvaa lentokorkeuksilla.
Poikkeuksellisen iso hiukkasmyrsky	Harvemmin kuin kerran 10 vuodessa	Kohonneet säteilytasot matkalentokorkeuksissa mahdollisia. Ei kuitenkaan välitöntä terveysvaaraa. HF-radioliikenne saattaa mennä täysin poikki napa-alueilla. Satelliittipaikannuksessa voi esiintyä huomattavia ongelmia. Paikannussatelliittien vaurioituminen voi heikentää järjestelmän toimintaa pitkäaikaisesti.	
Voimakas geomagneettinen myrsky	300 kertaa 10 vuodessa	Satelliittipaikannuksessa voi esiintyä ajoittaisia häiriöitä. HF-radioliikenteessä häiriöitä napa-alueilla.	
Äärimmäisen voimakas geomagneettinen myrsky	4 kertaa 10 vuodessa	Laajoja jännitteenhallintaongelmia, jotka voivat johtaa sähkökatkoihin. Muuntajat ovat alttiita vaurioille. Satelliittipaikannuksessa voi esiintyä huomattavia ongelmia. HF-radioliikenteessä merkittäviä häiriöitä napa-alueilla.	Yllä kuvattuihin Auringon purkauksiin liittyy usein myös nk. Koronan massapurkaus, joka on harvan sähköisesti varattu kaasun ja magneettikentän muodostama, valtava kuplamainen rakenne. Massapurkaus etenee avaruudessa ja osuessaan Maan sektoriin, se käynnistää geomagneettisen myrskyn. Geomagneettisen myrskyn aikana Maan lähiavaruudessa olevat säteilyvyöhykkeet voimistuvat ja yläilmakehään syntyy voimakkaita sähkövirtoja. Myrskyjen aikaan revontulet ovat komeita ja niitä näkyy myös keskileveysasteilla. Revontulhiukkaset kohottavat yläilmakehän elektronipitoisuutta, mikä vaikuttaa radioaaltojen kulkuun ilmakehässä.
Carrington-luokan geomagneettinen myrsky	Noin kerran 100 vuodessa	Carrington-luokan myrskyn vaikutusten arviointi nykYTEknologialle on kiinnostava, mutta haastava tutkimuskohde avaruussäättutkijoiden keskuudessa. Ilmatieteen laitoksen tutkijoiden arvion mukaan sähköverkkojen näkökulmasta Carrington-myrskyn haittavaikutukset olisivat noin kolminkertaiset vuonna 2003 tapahtuneeseen Halloween myrskyyn verrattuna. Halloween myrskyn seurauksena kantaverkko- ja muuntajaongelmia esiintyi ainakin Ruotsissa ja Etelä-Afrikassa.	

Uhkakuva	Esiintyminen	Vaikutus	Lisätietoa
Maata lähestyvät kappaleet (NEO)			
Lähiohittajat	Harvoin	Maanpinnalle ei vaikutuksia. Mahdolliset vaikutukset satelliitti-infrastruktuuriin, jos ohitus tapahtuu GEO-radan sisäpuolella.	Isoimmat lähiohittajat tunnistetaan ja löydetään ajoissa. Pienemmät monesti havaitaan vasta ohituksen jälkeen.
Meteorit	Päivittäin	Ei vaikutuksia maanpäälle	Meteorit palavat ilmakehässä. Ei maahan asti saapuvaa materiaalia. Erittäin vähäisiä vaikutuksia radioliikenteeseen.
5 m halkaisijaltaan	Vuosittain	Keskimääräinen vapautuva energia noin 0.01 MT	Harvemmin Suomen ilmatilassa sattuva tapahtuma. Pienempiä kyseisessä luokassa olevia kappaleita jokunen kymmenen kerran vuodessa (ns. tulipallot).
25 m halkaisijaltaan	Kerran 100 vuodessa	Keskimääräinen vapautuva energia noin 1 MT	25 m ja alle kokoiset kappaleet räjähtävät/hajoavat ilmakehässä, koostuksesta riippuen. Äärimmäisen harvoin Suomen ilmatilassa (ei yhtään raportoitua tapausta)
50 m halkaisijaltaan	Kerran 1 000 vuodessa	Keskimääräinen vapautuva energia noin 10 MT	Äärimmäisen harvinaisia. Kokoluokka sen verran suuri, että etukäteen havaitseminen mahdollista. Toteutuessaan paikallisia vahinkoja.
300 m halkaisijaltaan	Kerran 70 000 vuodessa	Keskimääräinen vapautuva energia noin 2 000 MT	Havaittavissa hyvin paljon ennen potentiaalista ilmakehään saapumista. Vastatoimet mahdollisia.
1 000 m halkaisijaltaan	Kerran 700 000 vuodessa	Keskimääräinen vapautuva energia noin 100 000 MT	Havaittavissa hyvin paljon ennen potentiaalista ilmakehään saapumista. Vastatoimet mahdollisia.
5 000 m – 10 000 m halkaisijaltaan	Kerran 30–100 miljoonassa vuodessa	Keskimääräinen vapautuva energia noin 10 000 000 MT – 100 000 000 MT	Havaittavissa hyvin paljon ennen potentiaalista ilmakehään saapumista. Vastatoimet ehditään valmistella ja toteuttaa kansainvälisellä tasolla ajoissa.
Vihamielinen toiminta			
Satelliitin lähestyminen toisella satelliitilla	Usein	Satelliittien lähioperaatiot voivat johtaa törmäyksiin vahingossa tai se voi olla jopa tarkoituksellista toisen satelliitin vahingoittamista.	Etenkin suuremmat avaruusvaltiot (Yhdysvallat, Kiina, Venäjä) ovat säännöllisesti lähestyneet avaruudessa omille satelliiteillansa toisten satelliitteja. Tämä on todennäköisesti tiedonkeruuta ja toisen osapuolen reaktioiden testausta, mutta poikkeusoloissa myöskään vahingoittamistarkoitusta ei voi poissulkea

Uhkakuva	Esiintyminen	Vaikutus	Lisätietoa
Satelliitin tuhoaminen ohjuksella	Harvoin	Avaruusromun määrä kasvaa maailmanlaajuisesti voimakkaasti, ja törmäysuhka operatiivisille satelliiteille kasvaa vastaavasti.	Esiintymistiheyteen vaikuttaa moni asia, eikä tätä voida arvioida ainoastaan tilastollisesti. 2000-luvulla neljä valtiota (Kiina, Yhdysvallat, Intia, Venäjä) on tuhonnut ohjuksella oman satelliittinsa avaruudessa.
Satelliittijärjestelmiin kohdistuva kybervaikut-taminen	Usein	Vaikutusten skaala on laaja ja kattaa mm. pääsyn estämisen järjestelmiin, tiedon kaappaamiseen, tiedon tuhoamisen tai pyrkimyksen järjestelmien pysyvään vaurioittamiseen.	Satelliittijärjestelmän osiin maassa ja avaruudessa kohdistuu kyberhyökkäyksiä osana rikollista ja valtiollista toimintaa. Rikollinen toiminta kohdistuu pääosin avaruusalan yrityksiin, valtiollinen vaikuttaminen myös viran-omaisten järjestelmiin.
Satelliittijärjestelmiin kohdistuva elektroninen vaikuttaminen	Usein	Elektroninen vaikuttaminen (häirintä) kohdistuu pääosin järjestelmien maanpäällisiin vastaanottimiin ja sillä pyritään estämään satelliittisignaalin vastaanotto. Etenkin aika- ja paikkasignaalin häirinnällä voi olla laajamittaisia vaikutuksia verkottuneessa yhteiskunnassa, mm. tieto- ja maksuliikenteeseen, sähkönsiirtoon jne.	Pienitehoisia GNSS-häirintälähettimeitä on jopa yksityiskäytössä, siihen voi liittyä myös rikollista toimintaa ja sitä tapahtuu kaikkialla. Laajamittainen GNSS-häirintä liittyy taas pääosin sodankäyntiin, ja sitä tapahtuu lähinnä käynnissä olevilla konfliktialueilla, mutta myös esimerkiksi Suomen alueelle ulottuu jatkuvasti toistuvia GNSS-häiriöitä Venäjältä. GNSS-häirinnan lisäksi satelliittitietoliikenteen häirintä on osa kaikkea modernia sodankäyntiä.

Liite 4. Ministeriöiden hallinnonalojen avaruustilannetietoisuuden käyttötarpeet ja -tavat

Liikenne ja viestintäministeriö (LVM)

Säätilan ja ympäristöolosuhteiden monitorointi, satelliittipohjaisen paikka- ja aikatiedon laadunvalvonta sekä tulevaisuuden älyliikenne- ja avaruustilannekeskuksella tulisi olla rooli myös ennakkoinnissa ja varautumisessa. Keskukseen tärkein tehtävä on ennakkovaroitusten ja tilannekuvan jakaminen. Se pitää sisällään kaksisuuntaisen viestinnän palvelun käyttäjien kanssa sekä normaali- että poikkeusolosuhteissa. Siksi olisi hyvä tunnistaa yhteistyön mallit, viestintäkanavat ja toimintaprosessit muiden toimijoiden kanssa jo etukäteen. Koska avaruustoiminta, varautuminen, kyberturvallisuus sekä viestintäverkko- ja liikennesektorit ovat vahvasti sidoksissa toisiinsa, Traficom ja sen alla toimivat kyberturvallisuuskeskus ja PRS-viranomainen tulevat olemaan keskukselle keskeisiä yhteistyötahoja. Avaruustilannekeskuksen perustamisen varhaisessa vaiheessa tulisi huomioida riittävän laaja-alainen riskiperusteinen toiminnan suunnittelu.

Maa- ja metsätalousministeriö (MMM)

Tärkein liittymä perustettavaan Avaruustilannekeskukseen on Maanmittauslaitoksen Metsähovin geodeettisen tutkimusaseman perusinfrastruktuuri sekä sen havainto- ja tutkimustoiminta. Näillä tuetaan ja mahdollistetaan tilannekeskuksen toimintaa. Avaruustilannekeskus ja liittyminen EU:n SST-yhteisöön avaa hallinnonalan toimijoille merkittäviä mahdollisuuksia EU-tason tutkimusyhteistyöhön sekä mahdollisia rahoituskanavia. Näiden koordinoinnissa Avaruustilannekeskuksella tulee olemaan merkittävä rooli. Ministeriöllä ei ole tällä hetkellä varsinaista tarvetta esittää konkreettisia tavoitteita tai vaatimuksia tilannekeskuksen suorituskyvylle, mutta ministeriöstä todetaan, että erilaista satelliittihin perustuvaa toimintaa (navigointi, kaukokartoitus, monitorointi yms.) käytetään laajasti yhteiskunnan toiminnoissa sekä aktiivisesti myös maa- ja metsätaloudessa, joten satelliittijärjestelmien toimivuus ja niiden häiriöttömyys ovat luonnollisesti tärkeitä.

Puolustusministeriö (PLM)

Avaruustoimintaympäristön turvallisuuspoliittinen merkitys kasvaa maailmanlaajuisesti, kun sotilaalliset toimijat hyödyntävät enenevässä määrin sekä kaupallisia että valtiollisia satelliittipalveluja ja varautuvat estämään vastustajilta näiden käyttöä poikkeusoloissa. Puolustusvoimien tavoitteena on yhdessä muiden viranomaisten ja kansainvälisten kumppanien kanssa kehittää ympärivuorokautinen kyky valvoa kaikkia niin maa-, meri-, ilma-, kyber-, informaatio- kuin avaruustoimintaympäristöjä. Puolustusvoimat tarvitsee tietoa

avaruusesineiden radoista, niiden käyttötarkoituksista ja suorituskyvystä sekä avaruussäästä yleisesti. Ministeriö pitää siviilipuolen ja sotilaspuolen tilannekeskusten läheistä yhteistyötä (kaksoiskäyttö) järkevänä ratkaisuna. Sotilaspuolen toiminta tulee keskittymään RSP-toimintoihin ('Recognized Space Picture') ja kansainväliseen yhteistyöhön. Puolustusvoimien suunnittelun lähtökohtana on se, ettei erillisiä avaruuskeskuksia tai johtamispaikkoja perusteta Puolustusvoimien sisällä, vaan avaruustilannetietoisuuteen liittyvä toiminta on tarkoitus integroida osaksi nykyisiä Puolustusvoimien keskusratkaisuja. Puolustusvoimien tarpeet tiedonvaihtoon kansainvälisten kumppanien kanssa tulisi huomioida – mukaan lukien erilaiset salausratkaisut ja niiden auditoinnit. Lisäksi kansallisten havaintojärjestelmien mittausdatan (avaruusesineet, avaruussää, jne.) tulisi olla jaettavissa myös osana sotilaallista yhteistyötä, mutta tälle toiminnalle ei ole nykyisin selkeitä reunaehdoja.

Sisäministeriö (SM)

Hallinnonalalla avaruustilannekeskukselta saadun tilannekuvatiedon käyttäjiä olisivat Rajavartiolaitos, poliisi, Pelastustoimi ja Hätäkeskuslaitos. Toimijoilla on tarve saada Avaruustilannekeskukselta varoitus, mikäli toimijoiden käyttämissä avaruustoimintaan liittyvissä järjestelmissä tai avaruuden kautta tuotettavissa palveluissa havaitaan häiriö tai ennakoitua häiriön mahdollisuus. Sisäministeriön hallinnonalan toimijat käyttävät muun yhteiskunnan tapaan laajasti avaruuden kautta tuotettavia palveluita omassa toiminnassaan, mutta vastaavat myös laajasti yhteiskunnan turvallisuuden ylläpidosta. Häiriöt avaruustoiminnassa voivat siten hankaloittaa viranomaisten omaa työtä ja samalla vaatia lisätoimia muun yhteiskunnan kokemien häiriöiden aiheuttamien tilanteiden hallinnassa. Häiriötietojen saaminen ennakkoon sekä ajantasaisesti edesauttaa oman toiminnan suunnittelua ja varautumista yhteiskunnan häiriötilanteisiin.

Sisäministeriön hallinnonala on vastuussa Maahan iskeytyvien avaruusesineiden aiheuttamien vahinkojen pelastustoimista ja ennakoinnista. Tähän tehtävään Avaruustilannekeskus tarjoaa välttämättömän viranomaistuen arvioimalla iskeytymisen paikkaa, ajankohtaa ja mahdollista tuhovaikutusta.

Avaruustilannekeskuksen asiantuntijoille voisi ajatella tilannekuvan ylläpidon lisäksi roolia, jossa he asiantuntemuksellaan tukisivat sekä viranomaistahojen että kriittisen infrastruktuurin toimijoiden valmius- ja varautumissuunnittelua liittyen vakaviin viestintä-, paikannus- ja aikasignaali- ja palveluiden häiriötilanteisiin. Myös Avaruustilannekeskuksen oma laserlaitteisto ja muu tekninen omaisuus tulee muodostumaan osaksi kriittistä infrastruktuuria, joka vaatii erityissuojelua. Avaruusjärjestelmiin kohdistuvan vihamielisen hybridi- tai kineettisen vaikuttamisen mahdollisuus tulee ottaa huomioon keskuksen toiminnassa. Näissä erikoistapauksissa avaruustilannekuva tulisi kyetä yhdistämään osaksi

hybridivaikuttamisen tilannekuvaa, jolloin keskuksella on etukäteen varmistetut yhteydet ja toimintatapamalli yhteistyöhön sekä tilannekuvaa kokoavien tahojen (esimerkiksi VNK) ja sitä analysoivien tahojen (Suojelupoliisi, sotilastiedustelu) kanssa.

Ulkoministeriö (UM)

Ei lähtökohtaisesti ole tarvetta 24/7 tilannekatsaukselle, mutta keskuksen hallinnoimaa tietoa tarvitaan ulko- ja turvallisuuspoliittisen päätöksenteon tueksi ja kansainvälisen yhteistyön mahdollistamiseksi. Avaruuden turvallisuuspoliittinen ulottuvuus on tunnustettu ja teknologinen kehitys lisää avaruuteen liittyvien turvallisuuspoliittisten kysymysten määrää. Toimintaympäristön muutos ja geopolitiikka lisäävät tiedon tarvetta. Ulkoministeriö koordinoi lausuntojen antamista avaruustoiminta- ja radiolupien osalta, missä yhteydessä turvallisuusnäkökulmat ovat hyödyllistä tietoa, erityisesti satelliitteihin ja niiden laukaisuun liittyvät turvallisuuskysymykset.

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM)

Avaruustoimiala liittyy myös EU:n resilienssidirektiivin ja kyberturvallisuusedirektiivin toimialoihin (esim. energia, liikenne, pankkitoiminta, digitaaliset infrastruktuurit, huoltovarmuus), joista osa kuuluu TEM:n hallinnonalaan. Näiden häiriötön toiminta on koko yhteiskunnalle tärkeää.

Ministeriö hoitaa kansallisen avaruustoiminnan lupa- ja valvontatehtävät Suomen avaruustoimintalain mukaisesti. Laki edellyttää myös kansallisen avaruusesineiden rekisterin ylläpitoa ja kommunikointia YK:n kanssa kansainvälisten säännösten mukaisesti. Ministeriölle olennaista tilannekuvapalvelua ovat tiedot avaruuden tapahtumista, joilla on mahdollisesti vaikutusta suomalaisiin satelliitteihin ja/tai siihen avaruusympäristöön, jossa suomalaisia satelliitteja on tai jonne niitä on tarkoitus lähettää. Erityisen tärkeää on tunnistaa tapahtumat, joilla voi olla vaikutusta Suomen kansainvälisoikeudelliseen vastuuseen sen lainkäyttöpiirissä harjoitettavasta avaruustoiminnasta. Tähän liittyy myös tieto siitä, kuinka mahdolliset yllätykselliset tapahtumat vaikuttavat kansallisten satelliittihankkeiden riskilaskelmien paikkansapitävyyteen sekä kyky tunnistaa omat avaruusesineet erityisesti niissä tilanteissa, kun tunnistaminen on muutoin estynyt tai viivästynyt. Keskukselta toivotaan myös virka-apua avaruustoiminnan lupa-, rekisteröinti- ja valvontatehtävissä. Optimitilanteessa keskus voisi tarjota maksuttomia palveluita, joilla voitaisiin pienentää avaruustoiminnan riskejä ja osoittaa, että valtio on tehnyt kaikkensa sen lainkäyttöpiirissä harjoitettavan avaruustoiminnan vahinkojen välttämiseksi.

Opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM)

Ministeriö tiedostaa avaruuden tilannetietoisuuden merkityksen yhteiskunnan sujuvalle toiminnalle, vaikka opetushallinnon alalla ja sen viranomaisille avaruuden tilannetietoisuus ei ole operatiivinen asia. Luotettavan avaruustilannekuvan varmistamiseksi tarvitaan osaamista ja osaavia ihmisiä, joiden saatavuus perustuu koulutukseen, tässä tapauksessa tutkimukseen perustuvaan, oikein suunnattuun ja riittävän volyymin korkeakoulukoulutukseen. Lisäksi opetushallinnon alaisuudessa toimivilla yliopistoilla on asiaan liittyviä kyvykkyksiä, joiden kansallinen hyödyntäminen on otettava huomioon keskusta rakennettaessa. Muun muassa Aalto-yliopistolla sekä Helsingin, Oulun ja Turun yliopistoilla on merkittävää osaamista, infrastruktuuria ja kyvykkyksiä avaruuden tilannetietoisuudessa.

Liite 5. Avaruustilannekeskuksen perustamisen lainsäädäntövaikutukset

Perustamisen edellyttämät lainsäädäntötoimet

Jokaisen Avaruustilannekeskustoimintaan osallistuvan viranomaisen osalta pitää varmistaa, että Avaruustilannekeskustoiminta kuuluu niiden tehtäviin suunnitellussa laajuudessa.

Avaruustilannekeskuksen perustamiseksi avaruustilannekeskustoiminta tulisi lisätä Ilmatieteen laitoksen tehtäviin. Lakia Ilmatieteen laitoksesta (212/2018) voitaisiin muuttaa esimerkiksi siten, että lain 2 §:n 1 momentin 1 kohtaan lisätään sana avaruustilannekuva(-palveluita). Lakiin voitaisiin myös sisällyttää laitoksen tehtävä varoittaa vaaraa aiheuttavista avaruustilannekuvamuutoksista.

Maanmittauslaitoksesta annettuun lakiin (1025/2018) tai sen nojalla annettuun valtioneuvoston asetukseen Maanmittauslaitoksesta (1068/2018) olisi mahdollisesti lisättävä avaruustilannekuvaan liittyvä tehtävä, sillä avaruustoimintaa tukeva havaintotoiminta ei suoranaisesti sisälly laitoksen päätehtävään eli geodeettiseen toimintaan.

Vastaavalla tavalla olisi arvioitava puolustushallinnon lainsäädäntöä, esimerkiksi tarkastelemalla avaruustilannetiedon tuottamistehtävän mahdollista lisäämistä Puolustusvoimista annettuun lakiin (551/2007).

Muut lainsäädäntövaikutukset

Virka-apu. Viranomaisten yhteistyöstä säädetään hallintolaissa (434/2003). Viranomaisen on avustettava toista viranomaista tämän pyynnöstä hallintotehtävän hoitamisessa. Virka-avusta säädetään erikseen. Avaruustilannekeskuksen toimintaan tai keskuksen palveluiden käyttöön saattaa liittyä tilanteita, joissa Ilmatieteen laitoksella on tarve saada tai antaa virka-apua toiselle viranomaiselle kuten työ- ja elinkeinoministeriölle, Puolustusvoimille tai Suojelupoliisille.

Ilmatieteen laitoksesta annetun lain 5 §:ssä säädetään virka-avusta. Sen 1 momentin mukaan Ilmatieteen laitoksen velvollisuudesta antaa muille viranomaisille virka-apua säädetään erikseen. Pitäisi siis selvittää muiden viranomaisten kuten työ- ja elinkeinoministeriön, Puolustusvoimien tai Suojelupoliisin tarve saada Ilmatieteen laitokselta Avaruustilannekeskuksen tehtäviin liittyvää virka-apua ja varmistaa, että virka-avusta on säädetty asianmukaisesti.

Ilmatieteen laitoksesta annetun lain mukaan laitoksella on tietyissä tilanteissa oikeus saada virka-apua. Pitäisi selvittää myös, voiko laitos tarvita virka-apua avaruustilannekuvaan liittyviin tehtäviin. Virka-apu saattaisi olla tarpeen esimerkiksi Maanmittauslaitokselta ja Puolustusvoimilta. Mahdollisesti lakiin tulisi siis sisällyttää oikeus virka-apuun myös avaruustilannekuvaan koskevien tehtävien osalta. Työ- ja elinkeinoministeriön ylläpitämä kansallinen avaruusesinerekisteri on julkinen, joten tältä osin virka-avulle ei ehkä ole tarvetta.

Salassa pidettävän tiedon antaminen. Julkisuuslain (621/1999) 29 §:ssä säädetään viranomaisten välisestä tiedonluovutuksesta. Viranomaisella voi antaa toiselle viranomaiselle tiedon salassa pidettävästä asiakirjasta tietyin edellytyksin. Lisäksi monissa substanssialeissa on säädetty viranomaisten oikeudesta luovuttaa toiselle viranomaiselle salassa pidettäviä tietoja tai oikeudesta saada toiselta viranomaiselta tietoja salassapitosäädösten estämättä.

Työ- ja elinkeinoministeriö ylläpitää avaruusesineiden rekisteriä avaruustoimintalain (63/2018) 6 §:n nojalla. Avaruustilannekeskus voi hyötyä rekisterissä olevista tiedoista. Rekisteri on kuitenkin julkinen, joten salassapitosäädökset eivät estä tietojen luovuttamista. Pitäisi selvittää, voiko työ- ja elinkeinoministeriöllä olla tarvetta saada Avaruustilannekeskukselta salassa pidettäviä tietoja. Ilmatieteen laitokseen perustettava Avaruustilannekeskuksen siviiliohjekeskus ei lähtökohtaisesti kuitenkaan käsittele esimerkiksi sotilaallisia tietoja.

Asiassa pitäisi vielä varmistaa, että Puolustusvoimista annettu laki mahdollistaa sen, että Puolustusvoimat voi vastaanottaa salassa pidettäviä tietoja muilta viranomaisilta sekä luovuttaa niitä. Tiedustelutoiminnassa saadaan hyötyä siviili- ja sotilastoiminnan yhteistyöstä.

Tiedotus ja yhteistyö uusien tahojen kanssa. Keskuksen tiedotuskäytänteiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon vaaratiedottamiseen ja väestön informointiin liittyvä lainsäädäntö.

Ulko- ja turvallisuuspoliittisten riskien hallitsemiseksi sekä kansallisen turvallisuuden suojaamiseksi tulisi varmistaa, ettei avaruustilannekeskus voisi omalla päätöksellään käynnistää tietojen luovuttamista tai yhteistyötä uusien tahojen kanssa. Päätös tilannekuvatietojen luovutuksesta ja tilannekuvayhteistyön käynnistämisestä uusien tahojen kanssa tulisi nostaa riittävän korkealle päätöksentekotasolle ja keskeisiä turvallisuusviranomaisia tulisi konsultoida asiassa.

Suoritteiden maksullisuus

Valtion suoritteiden maksullisuuden ja maksujen suuruuden yleisistä perusteista säädetään valtion maksuperustelaissa (150/1992), johon sisältyy säännökset tietyistä suoritteista, jotka ovat joko maksullisia tai maksuttomia (4 ja 5 §). Maksun euromääristä voidaan säätää asetuksella. Valtion maksuperustelakiin sisältyvä valtuutussäännös (8 §) on riittävä maksuperusteasetuksen antamiselle eikä erillistä valtuutussäännöstä tarvita asiaa koskevassa erillislainsäädännössä.

Ilmatieteen laitoksesta annetun lain 7 §:ssä säädetään suoritteiden maksullisuudesta. Sen mukaan Ilmatieteen laitoksella on oikeus periä suoritteistaan liikenne- ja viestintäministeriön asetuksella tarkemmin säädettäviä valtion maksuperustelain mukaisia maksuja. Mikäli mahdolliset Avaruustilannekeskuksen toimintaan liittyvät maksulliset suoritteet ovat maksuperustelain mukaisia, ei niiden osalta ole tarvetta lakimuutoksiin.

Twitter: @lvm.fi
Instagram: lvmfi
Facebook.com/lvmfi
Youtube.com/lvm.fi
LinkedIn: Liikenne- ja viestintäministeriö

lvm.fi