Tulevaisuusvaliokunnan sihteeristö 14.3.2022

Yhteenvetoa EU:n avaruuspolitiikkaan liittyvistä kuulemisista

Valtioneuvoston selvitys: EU:n avaruuspolitiikka
Valtioneuvoston E-selvitys E 131/2021 vp

Huom: Kaikki kalvot ja kirjalliset lausunnot löytyvät tulevaisuusvaliokunnan sähköiseltä työpöydältä kohdasta käsiteltävänä olevat asiat ja sieltä asian E131 alta.

Kokous 9.3.
Kuultavina

johtava asiantuntija Jenni Tapio työ- ja elinkeinoministeriö
johtaja Markus Ranne Business Finland Oy
johtaja, Digital Economy Heidi Kuusniemi Vaasan yliopisto
senior expert Kalle. A. Piirainen 4Front Oy

Johtava asiantuntija Jenni Tapio työ- ja elinkeinoministeriö

- Suomalainen näkökulma eurooppalaiseen avaruuspolitiikkaan.
- Pienenä toimijana on tärkeää, että toimijat kuten EU, Euroopan avaruusjärjestö ja EUMetSat tekevät Yhteistyötä jäsenmaiden kanssa, vältetään päällekkäisyyttä, pidetään keskusteluyhteydet avoimina.
- Erityisesti pk-yritysten edellytykset osallistua eurooppalaisiin hankkeisiin.
- Kestävän kasvun lisäksi vihreää ja digitaalista siirtymää.
- Avaruusromu ja avaruusliikenteen hallinta.
- Komission tiedonanto avaruusliikenteen hallinnasta: miten ja milloin mennään, missä kukakin on – näin vältetään vahingot. Tiedonanto tulossa kevään kuluessa, mahdollisesti, eduskuntaan.
- Avaruuden kestävä käyttö liittyy kiinteästi edellä mainittuun. Tärkeitä suomen avaruusstrategiassa
- Avaruustilannekuva, avaruusesineiden liikkumista, taivaankappaleiden seurantaa, avaruussään vaikutus avaruustoimintaan.
- Suomessa kyvykkyyksiä: valmistelussa avaruuden tilannekuvakeskus – pyritään yhdistämään kyvykkyyksiä tutkimuspuolella ja pyritään menemään mukaan eu SST-konsortioon joka on tilannekuvan ala-yhteistyö. Avaruusinfran suojaamista, liikenteen hallintaa – annetaan ja saadaan osaamista.
- Avaruusstrategian kunnianhimoinen tavoite: ketterin ja houkuttelevin avaruusliiketoiminnan ympäristö Suomi. Tätä ohjaa avaruusasioiden neuvottelukunta. Tämä on poikkihallinnollinen toimija, koska avaruushallinto kuuluu monelle toimijalle.
- Suomen laissa tarkoitettu avaruustoiminta, satelliittien lähettäminen ja operointi vuodesta 2018 lähtien ollut todella suosittua. Suomen avaruusesineiden rekisterissä on 18 satelliittia. TEMin avaruustiimissä benchmarkattu: ollaan Ruotsiin verrattuna edellä, Ruotsissa vain 4 piensatelliittimissiota.

Johtaja Markus Ranne Business Finland Oy

- Start-up toimintaa alkoi tulla avaruuspuolelle. Strategia päivitettiin 2018 ottamaan liiketoiminnan kehittämisen näkökulmia huomioon.
- New Space Economy -ohjelma. Tavoitteena tukea uusia yrityksiä ja auttaa jo olemassa olevia institutionaalisia yrityksiä, uudistumaan ja hakemaan kasvua.

- Tunnistettu ekosysteemiaihioita: piensatelliitit, ilmastonmuutos ja metsien hoito, tilannetieto ja 5G sopii tähän ja hyödyntää maanpäällistä osaamista. Avaruustoiminta nähdään osana digitaalista maanpäällisten ongelmien ratkaisua.
- EU ja ESA näkyvät innovaatiopuolella
- Ollaan jaettu avaruusosaaminen nelikenttään
- Satelliiteissa metsäosaamista, taifuunien paikallistamista
- Turvattu tietoliikenne on selkäranka yllä mainituille
- Tutkimus, testaus, koulutus ovat ratkaisevat tärkeät yllä mainituille: erityisesti Aallon avaruustekniikan laboratorio sekä HY:n avaruustieteen huippuyksikkö avaruussäästä ja -romusta
- Vaikka kokonaisjärjestelmä on haastavan oloinen, moduleja (viittaa kalvoon) tehdään arjessa. Voidaan ottaa yksi nurkka, yhdistää satelliitti- ja dronedata ja tuottaa metsäteollisuuden palvelua. BF rahoittaa Datafuusioratkaisujen kehittämistä.
- Sovellusalueet maanviljely, metsät, älykkäät palvelut jne. Tavalliseen arkeen liittyviä asioita, kriittisessä asemassa nykyisessä yhteiskunnassa.
- Nostaisin huippuluokan avaruustutkimuksen esiin. Hyperspektrikuvantaminen, maan ja ilmakehän tutkimus, maailmankaikkeuden tutkimus…

Johtaja, Digital Economy Heidi Kuusniemi Vaasan yliopisto

- Tarkoituksellisesti vähän laajempi materiaalipaketti. Tutkijan näkökulma avaruuskyvykkyyksiin. Johdan myös Merenkurkun avaruustutkimuskeskusta. Satelliittipaikannusta.
- Avaruuden hyödyntäminen on Suomelle hyvässä vaiheessa. Kaupallistuminen tuonut hyviä mahdollisuuksia. Katson avaruusdatan eri mahdollisuuksien kannalta. En katso avaruuteen päin, vaan avaruusinfran tuottamasta datasta maahan päin. Paikanmääritys, navigointi, tarkka aika jne.
- Satelliittia ja niiden dataa käytetään valtavan laajasti. Satelliitteja eri kiertoradoilla eri tarkoitusperiin: paikannus, kaukokartoitus, tietoliikenne.
- Suomi ollut hyvin mukana ohjelmissa ja saanut uutta liiketoimintaa. Galileo ja tarkentava Egnos. Kaukokartoitukseen Kopernikus ja sentinel-satelliitit. Valtavat liiketoimintamahdollisuudet. Infran hyödyntäminen digitalisaatioon ja vihreään siirtymään mielettömän upeat.
- Suomella ollut todella tärkeä rooli globaalissa paikantamisteollisuudenalassa, lähtein mobiilipaikannuksesta. Suomalainen toimija toi satelliittipaikannuksen mobiililaitteisiin. On pitkälti suomalaisten ansiota, että on niin monessa sovelluksessa. Esim. tarkka aika pankkitoiminnassa, sähköverkkojen synkronoinnissa. Sijainti ja aika, siinä on valtavat mahdollisuudet, joka paikassa.
- Kaikkeen liittyy haavoittuvuuksia. Ovat haavoittuvia, pitää olla mahdollisuus käyttää muitakin menetelmiä rinnalla. Satelliittipaikannus on nyt joka paikassa käytössä, mutta signaalit ovat todella heikkoja, tulee kaukaa. Pitää olla varovainen vastaanotossa, että saadaan oikeat signaalit kiinni.
- Sovellukset ilmakehään, ilmastonmuutokseen, kaukokartoitukseen, turvallisuuteen, pelastustoimeen. Avoin Copernikus. infran lisäksi on yhä kasvava määrä yrityksiä tarjoamassa kuvantamispalveluita, kuten Iceye. Copernicus kertoo maapallon tilasta, valtavasti parametrejä.
- Nostaisin myös keke-tavoitteiden saavuttamisen avaruusdatan avulla. YK on tunnistanut avaruusdatan suuren merkityksen.
- Suomen kyvykkyyksistä haluaisin painottaa valtavia mahdollisuuksia sekä downstream-puolella että upstreamissa laitteistokehityspuolella.
- COSPAR koonnut elävän raportin, linkit kalvoissa. Tähän on koottu avaruuskyvykkyys tutkimuspuolella. Tästä näkee, että erittäin moni tutkimuslaitoksissa ja yliopistoissa tekevät tällaista tutkimusta. Valtavissa määrissä kv-organisaatioita ollaan mukana. Tässäkin on ne avaruuden toiminnan monet ulottuvuudet.
- Kaupalliset yritykset, joihin BF:n yritys painottui, valtava määrä toimintaa eri sovellusalueilla.
- Vaasassa ollaan uusia avaruustoimijoita. 3v meneillään EUn avaruuskeskus, panostettu avaruusliiketoiminnan kiihdyttämiseen Ruotsin kanssa. Pohjolan avaruusstrategiat ovat toisiaan

täydentäviä. Suomella piensatelliitteja enemmän kuin Ruotsilla, Ruotsi ja Norja panostavat laukaisuun. Yhteistyössä on voimaa. On tärkeää vahvistaa pm-yhteistyötä, siitä hyötyvät kaikki.
- Ollaan kiihdytetty Merenkurkun avaruustaloutta, hackathoneja, business development workshoppeja. Ollaan tehty mahdollisuuskarttaa, mietitään kaukokartoitusta, tieteen mahdollisuuksia jne – valtavat.

Senior expert Kalle. A. Piirainen 4Front Oy

- Avartava -hanke selvittää lisäarvoa avaruustoiminnasta suhteessa hallitusohjelmaan.
- Keskityn siihen mitä valiokunta voisi tehdä avaruustoiminnan edistämisessä.
- Tärkein viesti: avaruustoiminta on olennainen osa nyky-yhteiskuntaa ja sen infraa. Avaruustoiminta on loppukäyttäjälle näkymätöntä.
- Mitä hallitusohjelmaan tulee, linkit julkisen toiminnan ja viranomaistutkimuksen kautta. Syke, Luke, Maanmittaus tekee ympäristön tilan mittausta. Syöttää kansalliseen politiikkaan ja IPCC:n toimintaan.
- Näkyy yhteiskunnassa: Kattavampia ja laajempia aikasarjoja, saadaan kuvaa ympäristön tilasta, pienemmillä resursseilla parempaa. Luonnonvarojen inventointi. Pystytään seuraamaan kasvua jopa peltolohkotasolla, suunnittelemaan lannoitusta ym. Aikasignaalit syntyvät paikannusjärjestelmistä – tärkeä rooli energiaverkoissa, sähköisessä kaupankäynnissä ja sopimuksissa. Kun integroidaan paikallisia voimaloita energiaverkkoon, on hyvin tärkeää sen taloudellisessa toteuttamisessa.
- Liikenteessä meri- ja lentoliikenteen ohjaus tapahtuu satelliittipaikannuksella. Nousut ja laskut voidaan tehdä ilmankin, mutta koko muu lentoliikenne. Myös maanpäällinen navigointi, logistiikan ja kuljetuksen ohjaus, järjestelmien toiminnanohjaus.
- Miksi ei olla nykyistä enempää hyödynnetty avaruustoimintaa? Suomessa haasteena on: T&K-toiminnassa on pistemäistä kv-tason huippuosaamista, jotka tekevät omaa työtään. Tarvittaisiin laajempaa osaamispohjaa teollisuuteen ja hallintaan tunnistamaan ja hyödyntämään mahdollisuuksia.
- Hankkeessa olennaista: Avaruustoiminta vahvasti integroitunut konkreettisesti infraan, teolliseen ja liike-elämään ja maatalouteen. Keskeiset osat yhteiskuntaa riippuvaisia avaruusteknologiasta. Häiriöt voivat olla tarkoituksellisia tai avaruussäästä johtuvia. Vakavat häiriöt voivat vaikuttaa huoltovarmuuteen esim. lento- ja meriliikenteen hidastamisena. Aikasignaalin häiriöt vaikuttavat energiaan ja sähköiseen kaupankäyntiin päivien tai viikkojen kuluessa häiriön jatkuessa.
- Suosituksena toiminnan strategisuutta olisi syytä vahvistaa.
- Avaruustoiminnan haaste: avaruustoiminta on kiinteä ekosysteemi, jonka ulkopuolella sen olennaisuutta ei ehkä tunneta. Avaruustoiminnan tuominen hallinnon aloille ja laajemmin liiketoiminnan pariin olisi syytä vahvistaa. Myös sääntelyn yhteydessä ja lainsäädännössä voidaan huomioida avaruustoiminnan mahdollisuuksia ja käyttöönottoa, kirjataan sitä sääntelyyn.
- Miten Suomen pitäisi asemoitua eurooppalaisessa yhteistyössä: meillä on paljon avaruustoimintaa ja sitä hyödynnetään paljon ja painopisteillä korkeatasoista. Jos halutaan merkittäviä lisähyötyjä, edellyttäisi merkittäviä panoksia, kansallista koordinaatiota ja etupainotteista vaikuttamista eurooppalaisiin ohjelmiin.
- Konkreettisesti avaruushallinto toimii sinällään hyvin hajautetulla mallilla. Haasteena delegaateilla eurooppalaisissa ohjelmissa pitäisi olla riittävästi resursseja ja aikaa valmistautua kokouksiin, viedä suomen kantaa sinne ja pitää yhteyttä muihin. Avaruushallintoon tarvitaan lisää työtunteja.

Edustajien kysymykset

- Millä tavalla avaruusteknologiaa pystytään hyödyntämään YK:n keke-tutkimuksessa, tuli jo esille. Jos jotain kysyisin isossa kuvassa, termi vilahti – Race to Space. Missä isossa kuvassa (pm-yhteistyö tuli jo esille) – miten race to space näkyy. Onko mitään kv-sääntelyä, miten on mahdollista, miten

sotateknologian osalta, kaipaako se jatkuvaa sääntelyn päivitystä? Ettei mennä mahdottomuuksiin, omavaltaisuuksiin, minkälainen kv-koordinointi tässä asiassa on? TuV:n kannalta selväksi kävi, että toiminnan strategisuutta tulisi vahvistaa, tuoda hallinnon eri aloille ja ottaa sääntelyssä huomioon. Vaikuttaa siltä, että avaruustoiminnan hyödyntäminen on valtavassa nousussa, myös suomella mahdollisuuksia.

- Aina kun suomalaisessa strategiassa sanotaan, että olemme maailman joustavin, poistan varmistimen. Mutta strategiassa näin lukee, vuoteen 2025 mennessä maailman ketterin, joustavin ja houkuttelevin. Miten mitataan, mistä tiedämme, olemmeko tällä polulla? Jos ei olla, mitä pitää tehdä toisin?

- Avaruus on erittäin mielenkiintoinen asia ja aihe. Poliitikoille haastava. Puhuessa saa helposti hullun leiman ja sen osa tulevaisuudessa on aivan ratkaiseva. Itselläni menee turvallisuuspolitiikan puolelle. Olen ollut siinä käsityksessä, että avaruuspolitiikka ja -oikeus nojaa 1967 allekirjoitettuun sopimukseen siitä, miten sotilastarkoituksessa saa toimia. Ajassa, jossa sopimukset eivät päde, sopimus on tosi vanha. Maan matala kiertorata, jossa viestintä ja sotilassatelliitit sijaitsevat. Sen on alue, jonka jos yksi maa saa haltuunsa, olisivat muut helisemässä. Miten näette: tämä on aikamoinen kisa, ei Suomessa ja Euroopassa näytöt tue sitä, että oltaisiin sitä kisaa voittamassa. Onhan kiinnostavaa, kun puhutaan maailman rikkaimpien ihmisten halusta valloittaa avaruutta, keskitytään turismiin eikä siihen mitä koetetaan saada oikeasti aikaan. Tähän ajatuksia?

- Hienoa kuulla, että kuuluu uutta liiketoimintaa. Onko käsitystä mikä on bisneksen koko? Mitä se voi olla 10 vuoden päästä? Puhuttiin myös, että tarvitaan lisää työtunteja. Voidaanko aidosti houkutella osaajia maailmalta. Voiko suomesta ja pohjoismaista tulla aidosti keskittymä tähän? Entä eilen tapahtunut GPS:ien häirintä, ollaanko kuinka alttiita tällaiseen vaikuttamiseen?

- Viimeisessä kalvoesityksessä oli aikasignaalien heikkeneminen, voiko sitä avata tarkemmin. Edustajat nostivat myös turvallisuuteen ja häiriöihin liittyen – kuinka herkässä häiriötilanteessa ollaan? Onko millaisia valmiuksia vahvistaa, että oltaisiin vähemmän häiriöherkkiä, jos kv-tilanne pahenee? Onko mitään tehtävissä tilanteen helpottamiseksi?

Vastaukset

Jenni Tapio

- Nappasin sääntelyyn liittyvät kysymykset. Teen itse väitöskirjaa tästä aiheesta. Samoin avaruusstrategian mittaamisen kysymykset. Sekä puolustuksen ja siviilikäytön yhteenliittyminen.
- Edustaja mainitsi avaruuden yleissopimuksen vuodelta 1967, on avaruuden pääsopimukset, asettaa periaatteet avaruuden käytölle: käyttö ja tutkimus ovat vapaata, mutta ei saa estää toisten tekemistä. Pyritään lähtökohtaisesti tasapuolisiin mahdollisuuksiin käyttää avaruutta. Avaruuden luonnonvarojen osalta kukaan ei saa ottaa omaan käyttöönsä, ovat yhteistä hyvää. Mutta näistä ei ole täyttä yksimielisyyttä valtioiden välillä.
- Luonnonvaroista: planeettojen käytöstä tulevaisuudessa, kun esim. kuun tutkimuksessa päästään siihen, että voidaan hyödyntää vettä ja muuta. onko meillä villi länsi, että ensin tullut voi varata paikat itselleen. olisiko mahdollista työskennellä järjestelmä kaikille sinne pääseville, jotta myös pienemmillä valtioilla olisi mahdollisuus?
- Suomi vuodesta 2019 avaruuden rauhanomaisen käytön komitean jäsen. Meillä on ollut avaruuden luonnonvarojen ja muun kestävä käyttö, Suomen teema, suomi on tästä tunnettu. Ajoimme Saksan kanssa työryhmän kanssa perustamista. Saatiin tällainen työryhmä, jossa mahdollista keskustella näistä periaatteista. Myös matalan kiertoradan kysymykset. Käytännössä nähdään, että matala kiertorata tulee täyttymään, jos asetetaan kymmeniä tuhansia satelliitteja kiertoradalla. Faktisesti

joku varaa sen itselleen. Ja romuongelma: kiertoradat eivät ehkä ole käytettävissä, kun ovat tukossa.

- Nimenomaan rauhanomaiseen käyttöön kansallinen laki, luvitusprosessi. Lisäksi on vaatimus avaruusromun vähentämisestä, kv-standardien noudattamisvaatimus.
- Meillä on erityinen pykälä ympäristövelvoitteista. Toiminta ei saa auttaa erityistä haittaa ympäristölle, keke-arvot on pyritty ottamaan avaruustoiminnassa huomioon, voidaan kirjata sääntelyyn. Sääntely voi auttaa haittojen hallinnassa, mutta kannustaa myös tekemään teknologioita, jotka auttavat keke-tavoitteissa. Sääntely on jo toiminut siinä mielessä, että konkretisoi tavoitteita ja ohjaa toimintaa toimimaan strategian mukaisesti.
- Kysymys mitattavuudesta. toki on haasteita. Politiikkatavoitteina kunnianhimoisia. On määritelty markkinoille pääsy, kv-vaikuttaminen ja tutkimus. Näitä seurataan. NVK tarkentaa, tänä vuonna esim. eu-vaikuttaminen. Kun se yhdistetään markkinoille pääsyyn, etsitään todellisia mahdollisuuksia. Katsotaan mitkä projektit, ketkä toimijat ohjelmissa, onko pystytty parantamaan edellytyksiä. Lukuja ei vielä ole, uusi toiminto, pyritään kehittämään.
- Onko muu maailma vastaan suomi vai lähdetäänkö omista tarpeista ja kyvykkyyksistä eikä verrata suuriin toimijoihin. Yksin suomi ei USAn tai Kiinan tasolle pääse mutta yhdessä Euroopan kanssa.
- Puolustus- ja siviilitoiminta, avaruuden geopoliittisen intressin kasvu – aiemmin sopimuspuhe koski rauhanomaista käyttöä, nyt puolustusnäkökulma. Olette kuulleet kokeellisista testeistä, joilla USA, Venäjä, Kiina ovat omia satelliittejaan tuhonneet, mikä aiheuttaa lisää avaruusromua. Tähän nykysääntely ei pureudu. Ohjesääntöjä on, mutta ei ole kovin vahva työkalu ongelman poistamiseen. Mutta rauhanomaisen käytön komiteassa tehdään työtä. Puolustuspuolella YK:n aseistariisuntakonferenssi Genevessä siihen kuuluu sotilaallinen käyttö. Kansallisesti haaste, että eri hallinnonalojen täytyy ymmärtää toisiaan, puhua samaa kieltä ja viedä samaa viestiä eri areenoilla.

Ranne

- Race-to-space & kv-sääntely: sääntely on tarpeen, jotta kiertoradat pysyvät kaikilla käytössä. liiketoiminnan näkökulmasta ylisääntelykään ei ole hyvästä. Suomella hyvä maine, että kehitetään lainsäädäntöä, joka mahdollistaa ja ohjaa liiketoimintaa.
- Strategiaan liittyen tuli Jenniltä kommenttia: ollaanko oikealla polulla. Kun aloitettiin, suomi ei hirveästi näkynyt kv-tilastoissa ja ulkomaisissa sijoituksissa. Tässä on tapahtunut selkeä muutos. Eurooppalaisella tasolla, Suomi näkyy viiden kärjessä sijoitustoiminnan osalta. Se on selkeää edistystä.
- Kiertoradoista, matalan kiertoradan mahdollisesta haltuunotosta. Onko Suomi merkittävä toimija. Paha mennä yksittäisen toiminnan taakse, mutta Iceyllä on 16 satelliittia, se miten toimitaan matalalla, meillä on jalansijaa, on saanut kv-huomiotakin.
- En pidä riskinä, että joku taho ottaisi kiertoradat haltuunsa, mutta se on riski, että joku tunaroi sen kaikille eli räjäyttelee satelliitteja niin paljon että kukaan ei pysty operoimaan siellä. Sitä pitäisin merkittävimpänä.
- Bisneksen koko on haastava: 2018 kun aloitettiin, Tekesin toimesta oli tehty selvitys avaruustoiminnan liiketoiminnalliset vaikutukset: teknologia upstream ja palvelut downstream. Luvut upstreamissa kymmeniä miljoonia. palveluissa sadoissa miljoonissa. Strategiaan asetettiin kymmenkertaistaminen molempiin osa-alueisiin. Tämä oli lähtökohta. Koko markkinan koko 370 miljardia teknologia, satelliitit, palvelut, jne. Mutta on vaikea määritellä mikä on avaruustoimintaa. On epäselvää kv-tasolla. Kehitellään järjestelmää seuraamaan avaruustoiminnan kehitystä, suomen tilastokeskus ollut mukana. Rajanveto vaikeaa ja tulee myös se, että osalle yrityksistä on vain osa liiketoiminnasta. Nokialle se osa liiketoiminnasta on hyvin pieni, mutta vaikea erottaa muusta.
- Mahdollisuudet vahvistaa häiriöherkkyyden varalta jätän Heidille.

Kuusniemi

- Race to Space ja kv-koordinointi.
- Sääntelyn päivitykseen olisin nostanut taajuudet, niiden koordinointi satelliittitoiminnassa, taajuuksien loppuminen, häiriöherkkyys, siviili vs sotilastoiminta. Tämän kv-koordinointi on tosi tärkeä ja haastava. Paikannustaajuudet ovat suojattuja, YK:n UN Office for outer spacella on satelliittipaikannusyksikkö joka koordinoi ja turvaa taajuuksia – tämä on tärkeää. Liittyen myös matalan kiertoradan alueeseen, samalla lailla taajuudet ja niiden yhteensopivuudet radioliikenteessä maan ja satelliittien välillä on turvattava.
- Ketteryydestä olisin nostanut: suomen ketteryys mitataan tutkijan kannalta siinä, kuinka paljon meillä on piensatelliittitoimintaa verrattuna muihin. On oltu ketteriä ja saatu uutta avaruustoimintaa liikkeelle.
- Häiriöherkkyys: esim. radionavigointitaajuudet ja niiden turvaaminen. Suomalaiset tutkijat ovat olleet ensimmäisenä kehittämässä menetelmiä turvaamiseen ja häiriöiden poistamiseen. Meillä on tietotaitoa ja teknologiaosaamista mitä tehdä, kun radiotaajuudet eivät ole käytössä, mitä rinnakkaisjärjestelmiä on, mitä muita sensoreita voidaan hyödyntää, mitä maanpäällisiä verkkoja, miten piensatelliittien avulla voidaan toipua jos satelliittipaikannus on pois käytöstä.
- Aikasignaalin heikkenemiseen on kiinnitetty huomiota. Maanmittauslaitos on tehnyt huoltovarmuuskeskukselle raportin infran uhkista paikan ja ajanmääritykselle. Suomessa aikareferenssi VTTn mittatutkimuskeskuksen alla. Mitä vaikuttaisivat häiriöt aikasignaaliin: sähkön jakelu, pankkiliikenne, tietoliikenne, kaikki aikaleimaa tarvitseva vaarantuisi. Riskejä pienennetään käyttämällä useaa taajuutta. Galileossa on 3 siviilitaajuutta. Kaikkien häirintä yhtä aikaa on monimutkaista. Tämä monitaajuuksisuus on se turva.
- Sellaisen haluaisin vielä nostaa satelliittidatan häiriöherkkyyteen mutta myös yksityisyyteen, yksityisyyden suojaan: kun satelliittikuvantaminen tulee tarkemmaksi ja satelliittipaikantamisen avulla henkilön sijainti on osa henkilötietoja, miten yksityisyys suojataan. Tämä on hyvä ottaa huomioon, tässäkin tarvitaan koordinointia ja sääntelyä.

Piirainen

- Toistamatta muita puheenvuoroja, koska olen TKI-asiantuntija: paljon omissa käsissä on millä riskitasolla halutaan lähteä rahoittamaan avaruustoimintaa ja teknologiankehitystä.
- Kansainvälisesti laskelmat ovat 2021 luokkaa 400 mrd €/dollaria, 10 vuodessa odotetaan 2-3-kertaistuvan. Onko meillä rahoitusta muuttaa tutkimuksen kärkiä sovelluksiksi.
- On hyvä, että on kunnianhimoisia strategioita ja miten konkretisoidaan tavoitteiksi ja varmistetaan resurssit.

Kokous 11.3.
Kuultavina:

tulevaisuudentutkija Risto Linturi R. Linturi Oy
professori (emeritus) Esko Valtaoja

Tulevaisuudentutkija Risto Linturi

- Avaruuden saavuttamisen osalta SpaceX:n suvereeni tehokkuus. Tapa mennä ja saada kantoraketit uudelleenkäyttöön on uudenlainen, kustannustehokas, ensimmäisestä vehkeestä alkaen.
- Starship on uusin projekti, perustuu kantoraketin kykyyn laskeutua alustalle.Luotettavuuskin alkaa olla ylivertainen. 143 laukaisua. Uudelleenlennetty 83 kertaa, 103 laskeutumista.
- Viestintäteknologiassakin sisaryhtiö Starlink on saanut yliotteen.
- Matalalla LEO-radalla kiertävällä satelliiteilla, kun satelliitit kommunikoivat keskenään, on viive USA-Ukraina pienempi kuin maanpäällisillä kuituverkoilla. Käytetään parhaillaan Ukrainassa. Nostan

esiin, vaikka ei ylety Suomeen, täytyisi pyrkiä edistämään Starlinkin maa-asemia meille ja että SpaceX ulottaisi verkon polaariradoillekin, muuten on jo globaali. On ainutlaatuinen kyvykkyydessään.
- Kaupallinen tarkkuus avaruudesta maahan tarkastelussa 30 cm, sotilastiedustelu tarkempaa.
- Puiden lehvästöstä pystytään päättelemään mitä mineraalia saattaa olla maaperässä. Auttaa monessa asiassa.
- Avaruuden aseistamisesta: maan päältä suurteholaserilla pystytään tehokkaasti häiritsemään matalalla kiertäviä satelliitteja, ehkä jopa tuhoamaan. Avaruudessa olevan laserin tulisi olla avaruusaseman kokoinen, jotta sillä pystyttäisiin aiheuttamaan tuhoa maan päälle. Mutta avaruudesta tietysti voidaan pudottaa ydinlatauksia. Niiden siirtäminen kiertoradalle on ydinasia. Toki on kiellettyä.
- Jos laitettaisiin raidetykki kuuhun ja heitettäisiin kuusta kiviä alas – ensimmäinen kuvaus Hindlinen kirjasta. Hänen käsikirjoittamansa elokuva sai aikaan Kennedyn ”mies kuuhun” -projektin. Oli luutnantti ja mukana USAn asekeksimishankkeissa. Mutta raidetykki-ajatus – ne saa ohjattua ja osumaan pienillä ponnistuksilla tarkasti. Vasta-asetta vaikea tai mahdoton keksiä.
- Strategiset maametallit, niitä on yhä vähemmän maan päällä, tarvitaan uusiutuvassa energiassa. Löytyy asteroideista. Yritetään tähystää siten, että riittävän lähelle maata aika-ajoin tulevia pystyttäisiin uusilla havainnointiteknologioilla analysoimaan materiaalien osalta. Asteroidien spekuloidaan olevan hajonneen planeetan jäänteitä, harvinaiset metallit ovat raskaita, siksi niitä löydetä maan pinnalta (ovat syvemmällä). Jos löydetään sopivasta kohdasta planeettaa räjähtänyt osa, saatetaan yhdestä asteroidista saada enemmän kuin maan päältä on löydetty yhteensä. Saattaa olla strateginen resurssi jatkossa.
- Robottiteknologia alkaa olla siinä pisteessä että 10-20 v päästä realistisesti mahdollista (Space Mining).

Professori (emeritus) Esko Valtaoja

- Pyydettiin puhumaan avaruuden ja ihmisen suhteesta. Tämä on hieman erilainen ”asiantuntijalausunto”, kun olen eläkkeellä enkä enää aktiivinen avaruustoimija.
- Aloitan maan päältä, jossa ihmisen toimintaympäristö on. Tämä kuva on oiva lähtökohta (kalvossa käyrä, joka kertoo siitä, miten viimeisen parin sadan vuoden aikana on tapahtunut todella nopea ja suuri varallisuuden kasvu). Parisataa vuotta sitten aloimme vaurastua kiihtyvää vauhtia. Tässä mittaluokassa mokat (kuten maailmansodat), lamat, nykytapahtumat eivät tunnu. Tämä on ainoa tärkeä mitä historiasta pitäisi muistaa, kun katsotaan pitkällä aikavälillä. Kun lähestymme vuosisadan loppua, maailman keskimääräinen bkt/hlö on sama kuin Suomessa nyt. Miksi tämä on tärkeää? Koska me tavattoman usein lähdemme siitä, että tulevaisuus on sama kuin nykyisyys, emme näe hillitöntä vaurastumista, mahdollisuuksia. Ei ole kyseessä niukkuuden ja surkeuden tulevaisuus, vaan käsittämättömän vaurauden tulevaisuus. Sitä kohden on oltu menossa jo pitkään. Ei kukaan minun lapsuudessani osannut kuvitella millainen se muutos on.
- Mikä tämän sai aikaan? Ei politiikka, kova työ tai riskinotto, vaan tieto, sen sovellukset ja teknologia. Neljäsataa vuotta sitten alettiin ymmärtää fysiikkaa, kemiaa, luonnonlakeja, sääntöjä. Alettiin suunnitella teknologiaa. Teollinen vallankumous teki maailman, tekee edelleen. Jauhaa edelleen kiihtyvää tahtia vaurautta ja mahdollisuuksia parantaa ihmiselämää ja ympäristöä.
- Kun suunnitellaan avaruusstrategioita, unohdamme, että se lähtee liikkeelle tiedosta ja perustutkimuksesta.
- Aliarvioimme tulevaisuuden, yliarvioimme menneisyyden. Kaikki täällä on muuttunut, emme huomaa tätä, koska näemme evoluutiomme vuoksi maailman aina mustien lasien läpi, olemme valmiit säntäämään pakoon heti uhkan ilmetessä. Evoluutio on tehnyt meidät selviämään hetkestä, ei suunnittelemaan pitkäjänteisesti tulevaisuutta.
- Hans Rosling on osoittanut tätä surullisen herkullisella tavalla. Kun kysytään, miten maailmalla menee, olemme tietämättömämpiä kuin simpanssit. Simpanssi saa banaanilla tökkäämällä 6 oikein,

ihminen vain 3 oikein. Näemme vain toinen toistaan seuraavia katastrofeja ja valitsemme huonoimman tarjotun vaihtoehdon.

- Tämä on ehkä se suurin ongelma, joka kaikkia suunnitelmia ja strategioita vaivaa. Nähdäkseni vaivaa myös avaruusstrategioita. Jätän asiantuntijoille, mutta muistutan ajatusharhoista. Emme osaa varautua todelliseen tulevaisuuteen, koska emme todella usko sitä.
- Nykyvauhdilla noin 10 vuodessa esimerkiksi liha ja maito tehdään labroissa halvemmalla ja ekologisemmin kuin nykyisessä maataloudessa. Miten otamme sen huomioon järjestöissä ja politiikassa?
- (Kalvo: Ennustaminen ei toimi) Asiantuntijat ovat simpansseja huonompia arvioimaan oman alansa tulevaisuutta. Yliarvioivat oman osaamisensa tärkeyden.
- Kalvo: Taannustaminen/ backcasting. Ei pitäisi lähteä askel askeleelta nykyisyydestä eteenpäin. Vaan mietitään toivottua tai pelättyä tulevaisuutta. Mietitään mikä polku olisi voinut johtaa toivottavaan tulevaisuuteen. Sitten voitaisiin nähdä mikä on ensimmäinen askel sitä kohti.
- SpaceX: Sadan vuoden päästä, mitä jos avaruus on tuolloin paljon tärkeämpi osa ihmisen maailmaa kuin vaikka perinteinen maa- ja metsätalous. Mitä jos valtaosa materiaaleista ja energiasta tulee avaruudesta. Mitä jos lentomatkat korvautuvat ballistisella avaruushyppelyllä? Miten voisimme päästä taannustamalla tähän?
- Loppuun kaksi kaneettia: Suomi on useimpien muiden maiden tapaan ollut kaikkea muuta kuin kunnianhimoinen. Emme edelleenkään usko tulevaisuuteen. Emme usko, että kaiken takana on perustutkimus, uteliaisuuteen perustuva. Jos emme siihen satsaa, tipahdamme ennen pitkää pois siitä soveltamisestakin.

Kysymykset

- Olisi hyvä, että koko eduskunta olisi kuullut tätä. Viimeksi kuulemisessa saimme käsityksen, että Suomessa on jonkinlainen kunnianhimo ja piensatelliitteja. Mitkä ovat ne fokusalueet, joihin Suomen pitäisi panostaa, jotta meillä olisi globaalia merkitystä ja kykyä houkutella osaajia? Mitkä ovat ne sovellukset, joista teknologiateollisuus voisi saada kilpailukykyä? Voisiko tässä olla uutta kulmaa näille?

- Suomen avaruusstrategia lähtee siitä, että suomi on 2025 maailman joustavin ja ketterin. Emme kyllä ole olleet ketterä tai joustava. Mutta varmasti on aloja, joissa voisimme ja pitäisi olla paras, mitä ovat? Entä olemmeko koskaan maailmanhistoriassa olleet missään parhaita?

- Esityksinä olivat niin poikkeuksellisia, että on vaikea miettiä tulokulmaa, kun itse näen avaruuden sellaisena alueena, jossa tullaan ratkomaan suurvaltapolitiikkaa vuosiksi tulevaisuuteen. Kun katsotaan ihmisen kehitystä ja halua kehittyä, onko väistämätöntä, että joku päivä asutaan Marsissa?

Vastaukset

Valtaoja

- Ensinnäkin siitä, olemmeko olleet maailman parhaita. Emme ehkä, mutta olemme (hyviä) siinä, että täältä löytyy huipputeknologiaosaamista, joka ei ole vanhan jatketta vaan out-of-the-box -huipputeknologiaa. Tämän avulla päästiin mukaan projekteihin. Ilmatieteen laitos, Teknillinen korkeakoulu ja firmat rakensivat kevyitä laitteita, joilla päästiin mukaan idän ja lännen projekteihin. Jatkuu edelleen start up -yrityksistä. Avaruuden valloitus on lähtenyt privaattiyrityksinä, esim. Iceye ym. Tämä on se missä olemme todella hyviä. Mitä enemmän sitä tuettaisiin, lähtee perustutkimuksesta, sitä paremmin pysymme.

- Voisimmeko olla ketterin ja houkuttelevin – ei tietenkään mutta tällaista on pakko kirjoittaa strategioihin. Kolme estettä: 1. ei edelleenkään ole avaruushallintoa, olemme ainoita maita, joissa ei ole. Erilliset toimijat, tutkimuslaitokset eivät halua luopua päätösvallastaan. Mutta ei Suomi voi jatkaa ilman sitä. 2. Emme ole mukana miehitetyissä avaruuslennoissa ja kantorakettien kehityksessä. 3. Mars mainittu, kyllä pitkällä tähtäimellä Marsin asuttaminen on välttämätöntä. Kun katsomme pitkällä tähtäimellä asioita, niin avaruus on ainoa suunta, johon on varaa laajentua ja löytää maanpäällisten olojen parannuskeinoja.
- Kaiken pohjalla siteeraan oman lausuntoni loppua: Maapallo on ihmiskunnan kehto, muttei kukaan voi jäädä kehtoon loppuiäkseen.

Linturi

- On helppo olla samaa mieltä. Korostaisin SpaxeX:n ja Starlinkin suhteen – lyhyellä tähtäimellä meidän täytyisi integroitua niihin. Luoda hyvät kiinteät suhteet siihen toimijaan, joka on selkeästi ylivertainen, tarjota sinne kyvykkyyksiä. Lähtisi siitä, että kun ollaan pohjoisessa, tarjottaisiin pohjoinen ulottuvuus pystyttämällä tänne maa-asemia ja sijoitetaan ne kuituverkon varteen sellaisiin paikkoihin, joita on vaikea tuhota ja löytää. Ukrainan tilanne, jossa vasta nyt sijoittavat niitä, on vähän huono. Ja rakennettaisiin rinnakkainen kyvykkyys nykyiselle kuituverkolle, meidän internettiämme ei pystyttäisi enää tuhota katkaisemalla kaapelit sukellusveneellä. Tämä on yksi juttu.
- Toinen on Iceye ja erinomainen kyvykkyys fotoniikassa ja tekoälyn sovelluksissa. Maan havainnointi avaruudesta, että se olisi yksi panostuskohde sekä strategisessa että valvontamielessä että maaperän ja metsäntutkimuksessa hyötykäytön osalta. Pystymme rakentamaan mittalaitteita satelliitteihin. Ja kolmanneksi, että pyrittäisiin mukaan avaruuden mainausprojekteihin sillä tavalla, että meidän robottikyvykkyys ja kaivosteollisuuden kyvykkyys ja laitteet voisivat olla osana asteroidien louhimista. Se kantorakettiosuus – ei me suomena saada niitä rakennettua, mutta pitää liittyä mukaan.
- Marsissa asuminen: Haaveilen sellaisesta. Mutta kuu on pakko asuttaa rauhanomaisesti. Kuu on sotilaallisesti äärettömän vaarallinen paikka. Kannattaa pohtia kivien heittämistä sieltä alas – sitä ei pysty tuhoamaan sieltä millään. Jos joku sellaisen pystyttää, tuhoaminen on käytännössä mahdotonta, joten meidän pitäisi olla sillä puolella, joka sen tekee.

Lisää kysymyksiä

- Olen itsekin puhunut taannustamisen tapaan kolmesta vektorista: mihin ollaan menossa, mihin halutaan olla menossa, mistä olemme tulleet = mitä pitäisi ottaa menneisyydestä mukaan. Taannustaminen on hyvä sana. Huomasin kyseenalaistavani, että avaruus on ainoa paikka. No, miten maan sisään tai merille? Mutta halusin kysyä: tulevaa ajatellen, mikä teidän mielestänne on suurin asia, isoin ja merkittävin tässä nopeassa muutoksessa, mitä ei ole riittävästi havainnoitu tai huomioitu tänä päivänä? Tai pyritty ottamaan käyttöön? Mitä ikäviä uhkakuvia, mihin pitäisi herätä? Nettiyhteydet on varmasti yksi asia.

- Nythän on myös satelliittikuvio noussut esiin Ukrainan sodassa ja mitä saavutetaan. Olisin kysynyt, kun nostitte perustutkimuksen esiin, ja aina on se kysymys mihin sitä osoitetaan, ja politiikassa on halu ohjata. Pitäisikö ohjata avaruuskeskukseen vai jättää liikkumavaraa? Tosi tärkeä teema ja liian vähän keskitytty.

- Avaruuden ymmärrys vähäistä. Tutkimus liittyy suurvaltapolitiikkaan ja asevarusteluun, ikävää. Jos olemme ainoa maa, jolla ei ole omaa avaruushallintoa: onko resurssikysymys vai asennekysymys, vähätelläänkö omaa tutkimusta? Kommentti: muistelen että peruskoulussa tai lukiossa ei paljoa avaruudesta puhuttu. Missä nuoret ja lapset saisivat kipinän saada perehtyä avaruuteen? Onko

olemassa kv-sopimuksia avaruuden rauhan turvaamisesta? Tässä tuli kuun asuttaminen ja pelko kuun käytöstä. Ja vaikka sopimuksia olisikin, voisiko yksittäinen diktaattori siitä irtaantua, miten valvotaan?
- Itselläkin kävi tuo koulupuoli ilmi.

Vastaukset

Linturi

- Jos aloitan siitä kysymyksestä, mikä on jäänyt eniten huomaamatta: ehkä Solar Foods, josta Nasa ollut kiinnostunut. Miten tuotetaan avaruudessa ruokaa. Se sama kyvykkyys – saadaan tuotettua maan päällä aurinkoenergialla ruokaa ja voidaan palauttaa turvepellot ja sitten muut pellot luonnontilaan. Ja nykyisillä kaupunkialueilla voidaan aurinkopaneeleilla elättää sata miljardi ihmistä. Tämä yhdistävä tekijä, että avaruusteknologiasta tulee muutakin kuin teflonpannuja, jotka ovat maan päällä hyödyllisiä. Esim. aurinkopaneelit. Monet asiat on järkevää ensin kehittää avaruutta varten, kun siellä pienistä jutuista maksetaan tolkuton määrä rahaa. Mutta materiaalikysymys: onko meidän pakko pyörittää kaivoksia maan päällä löytääksemme vähäisiä määriä ainesosia ja sotkea, kun voitaisiin tehdä siististi avaruudessa ja robotit hoitaisivat ilman haittoja. Tämä on jäänyt pienen piirin havainnoksi. Osoittaa sitä mitä Valtaoja sanoi, että katsomme kengänkärkiin eikä nähdä mitä 10-20 v päästä pystyttäisiin tekemään jos yritettäisiin.
- En perustutkimukseen ota muuten kantaa kuin osoittamalla, että pääosa fotoniikan hyödyistä tulee perustutkimuksesta ja siirtyy soveltavaan, mittaustekniikka on juuri sitä.
- Sopimuksista: On niitä, mutta mitä väliä sillä on, jos joko taho on ainoa, joka asuttaa kuun. Miten sinne pääsee, jos kuussa olijalla on tykki? Jos se on itseriittoinen, saa materiaalinsa ja energiansa paikallisesti tarvitsematta täältä mitään, pystyy alistamaan tämän planeetan. Sinne pitäisi saada useiden eri tahojen jatkuvaa toimintaa, ettei kukaan voi sitä kaapata. Jos haluamme rauhaa, tämä on yksi näitä kysymyksiä.

Valtaoja

- Risto sanoi jo aika paljon sitä mitä sanoisin. Mikä olisi keskeinen ja tärkeä: Komppaan että avaruuden militarisointi, joka tapahtuu piilossa. Suomi voisi aktivoitua. Ei militarisoitua, vaan maan päällä kv-politiikan luottoneuvottelijana. Olemme perinteisesti koettaneet olla hissun kissun avaruudessa, pelänneet lännen ja Kiinaan väliin joutumista. En ole nähnyt missään pohdittavan, että voisimme profiloitua muuallakin kuin teknologiassa, myös avaruuden politiikassa: että laajeneminen avaruuteen olisi rauhanomaista.
- Perustutkimuksesta: on aika lailla osoitettu, että sitä ei voi eikä pidä suunnata. Jostain tulee ylämummona joku aivan uusi asia. Esim. Suomen SHOKit olivat aika lailla rahan haaskausta, ei katsottu tulevaisuuteen vaan nykyisyyteen tai menneisyyteen. Jos laitetaan komitea miettimään parempaa valaistusta, kehitellään parempaa pärettä.
- Avaruushallinnosta: Se miksi sitä ei ole, Suomessa ei kukaan ole ottanut avaruutta tosissaan. Mutta nykytoimijat tuskin haluavat, koska se vie heiltä vapautta. Mutta esimerkiksi Arabiemiraatit, heilläkin on jo omansa.
- Lopuksi avaruuden tietämyksestä kouluissa. Yksi suuri resurssi: meillä on maailman aktiivisimmat tähtitieteen harrastajat, avaruustutkimuksesta kiinnostuneet. URSAlla 20 000 jäsentä, naapurissa Ruotsissa jäsenet sadoissa. Meillä kansan syvien rivien kiinnostusta voitaisiin hyödyntää enemmänkin.

Edustajan kommentti kuulemisen jälkeen

- Pyytäisin puheenvuoron vielä, onko puolustusvaliokunnassa pohjoisen satelliitteja pohdittu?