

/ NORDIC WEST OFFICE

ASiantuntijahaastatteluihin perustuva raportti

Murrokselliset teknologiat ja kansallinen turvallisuus: Onko Suomi valmis haasteeseen?

Nordic West Office Oy
Sörnäisten Rantatie 15, 00530 Helsinki
Tel: +358 9 6818 700
www.nordicwestoffice.com

Tämä on puolustusministeriön Nordic West Office:lta tilaaman selvityshankkeen loppuraportti. Siitä on vastannut Nordic West Office:n työryhmä, johon kuuluivat Risto E. J. Penttilä, Sonja Tamminen, Anton Engelberg ja Katri Rynty. Kyseessä on Nordic West Office:n itsenäisesti laatima raportti. Selvityksessä esitetyt näkemykset edustavat selvityshankkeen yhteydessä haastateltujen henkilökohtaisia näkemyksiä, eivätkä välttämättä edusta puolustusministeriön virallista kantaa.

Tiivistelmä



Tämä selvitys käsittelee murroksellisten teknologioiden vaikutusta kansalliseen turvallisuuteen. Murrokselliset teknologiat (englanniksi Emerging Disruptive Technologies, eli EDT) ovat yleensä kaksikäyttöteknologioita. Niitä voidaan soveltaa sekä sotilas- että siviilikäyttöön. Suuri osa niiden kehitystyöstä tehdään yksityisellä sektorilla. Nämä teknologiat ovat disruptiivisia: ne voivat yllättäen muuttaa kokonaisten toimialojen logiikan ja dynamiikan. Sovelluskäytöstä riippuen niillä voi olla käänteentekevä vaikutus kansalliseen turvallisuuteen.

Tämä selvitys vastaa seuraaviin kysymyksiin: Miten teknologisen murroksen tuomiin haasteisiin on vastattu Suomelle keskeisissä verrokkimaissa? Miten tähän haasteeseen on vastattu Suomessa? Miten Suomen kykyä varautua murroksellisten teknologioiden tuomaan haasteeseen voidaan parantaa? Miten niiden avulla voidaan edistää Suomen kansallista turvallisuutta?

Selvitys toteutettiin kahdessa osassa. Ensin haastateltiin viiden verrokkimaan asiantuntijoita siitä, miten murroksellisia teknologioita käsitellään verrokkimaissa. Verrokkimaiksi valittiin viisi erilaista maata. (1) Yhdysvallat, joka on johtava valtio sekä sotilas- että siviiliteknologioiden kehittämisessä ja käytössä. (2) Singapore, jonka menestys perustuu vahvaan talouteen ja vahvaan teknologiseen osaamiseen. (3) Tanska, joka on pitkään maksimaalisesti hyödyntänyt kansainvälistä yhteistyötä sekä kahdenvälisesti että Naton puitteissa. (4) Alankomaat, jolla on neljänkymmenen vuoden perinteet ”Triple Helix” -nimellä kulkevasta yhteistyöstä puolustushallinnon, tutkimuslaitosten ja puolustusteollisuuden välillä. (5) Ranska, joka on tunnettu valtiojohtoisesta lähestymistavasta puolustusteollisuuden kehittämiseen. Toisessa vaiheessa haastateltiin suomalaisia asiantuntijoita samoista teemoista. Samalla haastateltavilta pyydettiin toimenpidesuosituksia.

Raporttia varten haastateltiin runsaat 40 henkilöä kesäkuun 2022 ja helmikuun 2023 välisenä aikana. Haastatellut henkilöt edustivat kotimaan ja verrokkimaiden puolustushallintoa, puolustusvoimia, valtionhallintoa, yliopistoja, tutkimuslaitoksia, elinkeinoelämää ja yrityksiä. Henkilöiden virkanimikkeet vaihtelivat tutkijoista professoreihin ja osastopäälliköistä toimitusjohtajiin. Haastatteluihin sovellettiin Chatham House-periaatetta, joten haastateltujen nimiä tai heidän edustamiaan organisaatioita ei raportin tilaajan ja työryhmän yhteisellä päätöksellä julkaista. Haastattelut toteutettiin vakioidun kysymysrungon pohjalta, vaikka eri näkökulmat korostuvatkin haastateltujen asiaosaamisen perusteella.

Verrokkimaiden haastatteluista kävi ilmi, että murroksellisten teknologioiden haaste on havaittu ja siihen pyritään vastaamaan lisäämällä yhteistyötä puolustushallinnon, tutkimuslaitosten ja yksityisen sektorin välillä.

Kaikissa verrokkimaissa seurataan tarkasti Kiinan ja Yhdysvaltain teknologista kilpailua. Sen uskotaan vaikuttavan laaja-alaisesti siihen, millaisia teknologisia valintoja näissä maissa tehdään jatkossa. Erityistä huomiota kiinnitettiin siihen, että teknologia-, teollisuus- ja TKI-politiikka on valjastettu osaksi laajempaa autoritääristen ja demokraattisten valtioiden välistä kamppailua, jossa päärooleissa ovat Yhdysvallat ja Kiina. Eurooppalaisissa verrokkimaissa ja Suomessa ollaan huolissaan siitä, että Euroopan unioni uhkaa jäädä jälkeen USA:n ja Kiinan välisessä teknologisesa kilpavarustelussa.

Ukrainan sodan opetuksia pohditaan kaikissa verrokkimaissa. Haastateltujen asiantuntijoiden mukaan merkillepantavaa on ollut siviiliteknologian innovatiivinen käyttö Ukrainan puolustustaistelussa. Samoin merkittävässä asemassa ovat olleet Yhdysvaltain ja Britannian toimittamat korkean teknologian asejärjestelmät, talouspakotteet sekä Ukrainan saama laaja-alainen sotilaallinen ja taloudellinen tuki. Perinteiset sotataidon osa-alueet: sodanjohto, strateginen kyvykkyys, taktinen ketteryys, kotirintaman kestävyys ja joukkojen motivaatio ovat olleet ratkaisevassa asemassa. Teknologia ei yksin selitä Ukrainan puolustustaistelun onnistumista.

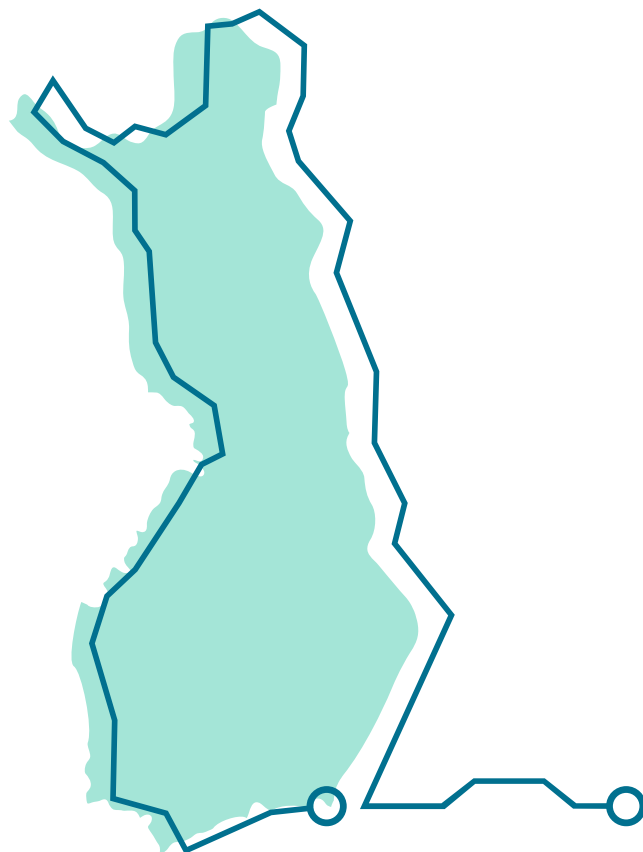
Kaikissa verrokkimaissa haetaan tapoja, joilla voidaan kehittää yhteistyötä kiinnostavien teknologiayritysten (mukaan lukien startup-yritysten) ja puolustushallinnon välillä. Kaikissa verrokkimaissa kansallinen turvallisuus on otettu huomioon TKI- ja teollisuuspolitiikassa. Kaikissa verrokkimaissa tuodaan yhteen yksityisen sektorin, tutkimuslaitosten, puolustushallinnon ja ajatushautomoiden edustajia systemaattisesti (kuvaus eri maiden käyttämistä metodeista löytyy tekstistä). Verrokkimaiden uusimmissa puolustusstrategioissa murroksellisten teknologioiden ja innovaatioiden merkitys korostuu.

Suomalaiset haastateltavat olivat sitä mieltä, että Suomella on hyvät lähtökohdat vastata murroksellisten teknologioiden tuomaan haasteeseen. Suomi on tunnettu tiiviistä yhteistyöstä yksityisen sektorin ja puolustushallinnon välillä. Maanpuolustuskursit ja huoltovarmuuspoolit ovat kansainvälisesti tunnettuja esimerkkejä siitä, miten yksityinen sektori ja puolustushallinto osallistuvat yhdessä kansalliseen turvallisuuteen, kuten huoltovarmuuteen liittyvien kysymysten ratkomiseen. Yhteistyöllä tutkijayhteisön ja puolustushallinnon välillä on pitkät perinteet. Suhteita Yhdysvaltain puolustushallintoon on kehitetty pitkäjänteisesti. Myös pohjoismaisella yhteistyöllä on pitkät perinteet.

Laakereille ei kuitenkaan voida jäädä lepäämään. Kaikkien haastateltujen mielestä toimenpiteitä tarvitaan. Korjattavien asioiden listalle nousi samoja asioita, mihin verrokkimaissa on kiinnitetty huomiota. Haastatellut asiantuntijat totesivat, että teknologiapolitiikan suunnittelu, toteutus ja rahoitus on jakautunut monille eri ministeriöille ja niiden yhteisvaikutuksia ei ymmärretä. Teknologiaennakointia tekevät useat organisaatiot omista näkökulmistaan. Kyky ennakoida ja hallinnoida murroksellisiin teknologioihin liittyvää osaamista on heikkoa. Kansallista turvallisuutta ei juurikaan ole huomioitu TKI-politiikassa.

Haastateltujen asiantuntijoiden mukaan keskeistä on teknologisen osaamisen vahvistaminen, kriittisten teknologioiden ja osaamisen määrittely, parempi yhteistyö yksityisen sektorin, puolustushallinnon ja tutkimuslaitosten välillä sekä selkeämpi vastuunjako eri ministeriöiden välillä. Lisäksi tarvitaan foorumi, jossa ylin valtiojohto ja virkamiesjohto voivat keskustella ja linjata murroksellisten teknologioiden vaikutuksista kansalliseen turvallisuuteen.

Merkillepantavaa on, että haastatellut kotimaiset asiantuntijat eivät kannattaneet uusien hallinnollisten organisaatioiden perustamista, koska he kokivat nykyisten olevan riittäviä. Pikemminkin haluttiin vastuunjaon selkeyttämistä ja murroksellisten teknologioiden selkeämpää sisällyttämistä olemassa olevien organisaatioiden tehtäviin. Lisäksi haastateltavat olivat sitä mieltä, että kansallinen turvallisuus on integroitava entistä paremmin TKI-, teollisuus- ja teknologiapolitiikkaan. Sen on ulotuttava suunnittelupöydältä vieniin. Siihen on sisällytettävä ennakoiva vaikuttaminen kansainvälisillä foorumeilla. Haastatteluissa esille nousi ehdotus tiede- ja teknologiaministeriön perustamisesta.



Alla on listattu kymmenen huomiota ja suositusta, jotka nousivat keskeiseen asemaan haastatteluissa.

1. Vahva talous on kaiken perusta. Vastaaminen murroksellisten teknologioiden haasteeseen edellyttää taloudellisia resursseja, jotka ovat mahdollisia vain vahvan talouden Suomessa.
2. TKI-menot tulee nostaa neljään prosenttiin, jotta Suomi voi säilyä teknologisen kehityksen eturintamassa, kuten parlamentaarinen TKI-työryhmä on ehdottanut.
3. Kansallinen turvallisuus tulee integroida vahvemmin TKI-politiikkaan, teollisuuspolitiikkaan ja elinkeinopolitiikkaan. Keskittyminen teknologiapolitiikkaan ei riitä.
4. Suomen on selkeästi tunnistettava ja määriteltävä ne kilpailukyvyn ja kansallisen turvallisuuden kannalta kriittiset teknologiat, joissa meillä on oltava osaamista.
5. Suomessa on kansallisen turvallisuuden osalta omaksuttava ja rakenteistettava ns. kolmikierrremalli (Triple Helix). Se mahdollistaa jatkuvan yhteistyön ja tiedonjaon julkishallinnon, tutkimuslaitosten ja yksityisen sektorin välillä. Tämä parantaisi yhteisymmärrystä ja mahdollistaisi yhteiset linjaukset. Uusia rakenteita ei tarvita, ainoastaan parempaa koordinaatiota niiden välillä.
6. Suomen kaltaisen pienen maan, jolle täydellinen omavaraisuus ei ole mahdollista, on hyödynnettävä EU:n tarjoamia innovaatio- ja rahoituslustoja. Tulevaisuudessa tätä on myös jatkettava Naton puitteissa.
7. Suomen on määriteltävä ne teknologiat, joiden osaamisella haluamme profiloitua Natossa ja muussa kansainvälisessä yhteistyössä. Erityisosaamisella voimme edistää yhteistyömahdollisuuksiamme.
8. Yhteistyötä pohjoismaiden ja muiden samanmielisten maiden kanssa tulee vahvistaa sekä EU:n että Naton puitteissa.
9. Nato-jäsenyys ja F-35-hankinta antavat mahdollisuuden tiivistää kahdenvälistä yhteistyötä murroksellisissa teknologioissa Yhdysvaltojen kanssa.
10. Tarvitaan foorumi, jossa poliittinen johto ja ylin virkamiesjohto keskustelevat murroksellisista teknologioista ja tekevät tarvittavia linjauksia kriittiseen teknologiaan ja sen omistukseen liittyvissä kysymyksissä.

Näiden toimenpiteiden avulla Suomi voi varmistaa, että se on valmis vastaamaan murroksellisten teknologioiden kansalliselle turvallisuudelle tuomaan haasteeseen. Murrokselliset teknologiat voivat tarjota Suomelle mahdollisuuksia, mikäli niitä kyetään riittävän tehokkaasti hyödyntämään.





Sisällysluettelo

Johdanto	1
Selvityksen tausta, metodi ja aineisto.....	2
Murrokselliset teknologiat	4
Verrokkimaat ja murrokselliset teknologiat	5
Teknologian globalisaatiosta teknologian politisoitumiseen.....	5
Teknologiakehityksen systeemiset vaikutukset	7
Teknologiaennakointi ja tilannekuva valtionhallinnossa	9
Kansallisen teknologiaennakoinnin ja tilannekuvan parantaminen.....	11
Julkishallinnon, yksityisen sektorin ja tutkimuslaitosten vuorovaikutus	12
 TKI-politiikka ja kansallinen turvallisuus.....	 15
Murroksellisten teknologioiden merkityksen tunnistaminen.....	17
Verrokkimaat ovat tunnistaneet haasteen.....	18
TKI-rahoituksen ohjaamisen periaatteet	19
Verrokkimaissa panostetaan voimakkaasti TKI-toimintaan	20
Kansallisen turvallisuuden huomiointi TKI-politiikassa.....	22
Valtionhallinnon ja yksityisen sektorin välisen yhteistyön kehittäminen	24
Kansainvälinen yhteistyö TKI-politiikassa	25
 Murrokselliset teknologiat ja kansallinen turvallisuus verrokkimaissa:	
Lyhyt yhteenveto.....	27
Suosituksset	32
Lähteet	33



Murrokselliset teknologiat haastavat kansallisen turvallisuuden. Onko Suomi valmis niiden tuomaan haasteeseen? Laajan haastattelututkimuksen perusteella Suomen lähtökohdat ovat hyvät, mutta tehtävää on vielä paljon. Seuraavien vuosien aikana tulemme todennäköisesti näkemään merkittäviä läpimurtoja teknologiassa, jotka vaikuttavat kansainväliseen toimintaympäristöön ja Suomen kansalliseen turvallisuuteen.

Murrokselliset teknologiat syrjäyttävät markkinoilla vallitsevan teknologian tai muovaavat toimialan dynamiikkaa, mahdollistaen täysin uudenlaisen toimintamekanismin tai -logiikan. Ne voivat aiheuttaa äkillisiä muutoksia yhden tai useamman toimialan sisällä. Myös sotilaallisiin käyttötarkoituksiin soveltuvia kaksikäyttötuotteita ja -teknologioita kehitetään usein yrityslähtöisesti kaupallisista lähtökohdista tai tutkimuslaitoksissa siviilitutkimukseen perustuen.

Ilmiö ei ole uusi. Menestys uusimpien innovaatioiden kehittämisessä ja käytössä on läpi historian ollut merkittävä osa valtioiden välistä taloudellista ja sotilaallista kilpailua. Tällä hetkellä keskiössä on Kiinan ja Yhdysvaltain välinen kamppailu kansainvälisestä johtajuudesta tai ”globaalista hegemoniasta”, kuten useassa haastattelussa asia ilmaistiin.

Kiinan tavoite on olla johtava maa vuoteen 2049 mennessä. Yhdysvallat pyrkii hidastamaan Kiinan teknologista, taloudellista ja sotilaallista kehitystä. Euroopan unioni hakee paikkaansa näiden kahden jättiläisen välissä. Haastattelujen mukaan se on jäämässä jälkeen teknologisessa kilpailussa sekä Yhdysvalloista että Kiinasta. Kansallisia intressejä korostavan teollisuuspolitiikan nousu Yhdysvalloissa aiheuttaa paineita Yhdysvaltain ja Euroopan välille. Perinteisesti Eurooppa on ollut teollisuuspolitikassa Yhdysvaltoja aktiivisempi. Kiinassa valtion strategiset intressit huomioivaa teollisuuspolitiikkaa on harjoitettu pitkään.

Murroksellisten teknologioiden nousu sekä Yhdysvaltain ja Kiinan kiihtyvä teknologiakilpailu vaikuttavat yhteiskuntiin sekä suoraan että epäsuorasti. Enemmistö haastatelluista asiantuntijoista oli sitä mieltä, että pienet valtiot joutuvat tekemään valinnan, ollako Kiinan johtaman autoritääristen maiden vai Yhdysvaltojen johtaman demokraattisten maiden rintamassa.

Murrokselliset teknologiat syrjäyttävät markkinoilla vallitsevan teknologian tai muovaavat toimialan dynamiikkaa, mahdollistaen täysin uudenlaisen toimintamekanismin tai -logiikan.

Länsimaalaiset yritykset joutuvat myös yhä useammin valitsemaan, käyttävätkö ne tuotteissaan ja toiminnassaan kiinalaista vai länsimaista teknologiaa. Sodankäynti mullistuu murroksellisten teknologioiden mahdollistaessa yhä edistysellisempiä asejärjestelmiä ja sovelluksia niin maalla, merellä, ilmassa, avaruudessa kuin verkossakin, sekä uudenlaisen sotilaiden ja koneiden yhteisvaikutuksen taistelukentillä. Yhteiskunnan palvelut digitalisoituvat ennennäkemättömällä tahdilla. Globaalilla kehityksellä on laaja-alaisia vaikutuksia kansalliseen turvallisuuteen, mikä asettaa kasvavia vaatimuksia turvallisuusviranomaisien sekä teknologiatoimijoiden väliselle yhteistyölle.

Teknologian merkitys on politisoitunut: siru ei ole enää vain siru, vaan esimerkiksi Huaweiin teknologiat ovat joutuneet Yhdysvaltain mustalle listalle. Puolijohteiden pulan synnyttämän kriisin vuoksi Yhdysvallat tavoittelee toimitusketjujen tuomista paremmin kansalliseen hallintaan. Muut maat joutuvat tasapainoilemaan amerikkalaisen ja kiinalaisen teknologian välissä.

Euroopalla, Yhdysvalloilla ja Kiinalla on erilainen lähestymistapa murroksellisiin teknologioihin ja niiden keskinäisvaikutuksiin. Eurooppa nousee esiin regulaatiokeskeisenä ja kaikkea, jopa innovaatioita pyritään lähestymään säätelyn kautta. Yhdysvaltojen teknologiakehitystä ohjaa Kiina-uhka, mutta sen perinteistä lähestymistapaa kuvaa desentralisaatio, keskitetyn ohjauksen puuttuminen. Tämä kuuluu sen laajempaan strategiakehitykseen. Kiinan lähestymistapa on vuorostaan autoritäärinen ja valtiokeskeinen. Kiina kilpailee Yhdysvaltojen kanssa ja sen lähestymistapa on hyvin erilainen Yhdysvaltoihin verrattuna. Muut maat asemoituvat eri tavoin suhteessa näihin kolmeen keskeiseen toimijaan.

Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan on yhdistänyt lännen. Suhteessa Kiinaan painotukset Euroopan ja Yhdysvaltojen välillä eroavat. Yhdysvallat pyrkii hidastamaan Kiinan teknologista kehitystä erilaisilla rajoituksilla. Euroopan unionin sisällä on erilaisia painotuksia suhteessa Kiinaan. Saksa jatkaa kaupallista ja teknologista yhteistyötä Kiinan kanssa. Tästä esimerkkinä on Saksan liittokansleri Olaf Scholzin vierailu Pekingissä marraskuussa 2022, jota Yhdysvallat kritisoi. Baltian maat puolestaan ovat ottaneet erittäin kriittisen kannan yhteistyöhön Kiinan kanssa.

Suurvaltakilpailu tulee jatkossa heijastumaan lisääntyvässä määrin myös yritysten toimintaan vienti- ja tuontirajoituksien muodossa. Erilaisten ”muurien” pystyttämistä on jo nyt havaittavissa merkkejä. Tällä tulee olemaan vaikutuksia ihmisiin ja yhteiskuntaan, sen toimintamalleihin ja siihen, miten eri asioihin suhtaudutaan ja miten niitä tulkitaan.

Suomi haluaa olla jatkossakin teknologisen kehityksen eturintamassa. Risto Siilasmaan johtama teknologianeuvottelukunta esitteli vuonna 2021 vision, jonka mukaan Suomi tulee olla vuonna 2030 maailman kärki teknologian kehittämisessä ja hyödyntämisessä. Samassa raportissa korostettiin, että teknologiakehitys tulee ottaa ulko- ja turvallisuuspolitiikassa esiin. Tämä raportti kertoo, miten se tulee ottaa huomioon kansalliseen turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä.

Selvityksen tausta, metodi ja aineisto

Puolustusministeriö (PLM) on tilannut tämän selvityksen Nordic West Office:lta. Selvitys on toteutettu vuosina 2022–23. Sen tavoitteena on selvittää teknologiakehityksen strategisia vaikutuksia kansallisen turvallisuuden kannalta ja tuottaa työvälineitä puolustushallinnolle uusien teknologioiden riskien ja mahdollisuuksien ymmärtämiseksi ja hallinnoimiseksi sekä suosituksia TKI-politiikan kehittämiseksi kansallisen turvallisuuden näkökulmasta. Selvityksessä käytetty kansallisen turvallisuuden käsite on laaja-alaisempi ja modernimpi kuin vanha kokonaisuutena puolustus, joka nimensä mukaisesti vie ajatukset maanpuolustukseen. Kansallisella turvallisuudella tarkoitetaan koko suomalaisen yhteiskunnan kokonaisturvallisuutta. Käsitteenä se on ”dynaaminen ja määritty sekä ajassa että suhteessa Suomen muuttuvaan uhka- ja toimintaympäristöön”.¹

Globalisoitunut, kiihtyvä teknologiakehitys ei ole lähtökohtaisesti yksittäisten valtioiden käsissä, vaan teknologioita kehitetään usein yrityslähtöisesti kaupallisista lähtökohdista tai tutkimuslaitoksissa siviilitutkimukseen perustuen tai jopa kulttuurisilla tai aktivistisilla motiiveilla. Alkuperäisistä sovellustarkoituksista huolimatta teknologian kehitys saattaa vaikuttaa laaja-alaisesti kansalliseen turvallisuuteen. Teknologisen kehityksen moninaisuus asettaa kasvavia vaatimuksia turvallisuusviranomaisten sekä teknologiatoimijoiden väliselle yhteistyölle. Teknologioiden haltuunottoon ja hallintaan, sekä mahdollisuuksien kehittämiseen, hyödyntämiseen ja ukiin varautumiseen tähtäävät TKI-toimet (tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoimet) ovat nousseet viime vuosina merkittäviksi puolustuspolitiikan ja kansainvälisen puolustusyhteistyön sisältökysymyksiksi. Suomen on tarkasteltava teknologisen kehityksen tuomia uhkia ja mahdollisuuksia omista lähtökohdistaan sekä kansallisen turvallisuuden että kansainvälisen asemoitumisen kannalta. Kehitys heijastuu valtionhallinnon lisäksi suomalaisiin yrityksiin ja tutkimuslaitoksiin.

¹ ”Kansallisessa turvallisuudessa on kyse koko suomalaisen yhteiskunnan yhteisestä turvallisuudesta ja Suomen suvereniteetista. Käsitteenä kansallinen turvallisuus on dynaaminen ja määritty sekä ajassa että suhteessa Suomen muuttuvaan uhka- ja toimintaympäristöön. Aiemmin kansallisen turvallisuuden sijaan on puhuttu valtion turvallisuudesta.”

Sisäministeriö (2023): ”Mitä on kansallinen turvallisuus?": <https://intermin.fi/kansallinen-turvallisuus/mita-on-kansallinen-turvallisuus>

Selvityksen verrokkimaiksi valittiin Yhdysvallat, Ranska, Singapore, Tanska ja Alankomaat. Tavoitteena oli luoda tietoa erilaisista ja erikokoisista maista ja löytää erilaisia lähestymistapoja. Yhdysvallat on keskeinen toimija teknologiakehitykseen liittyvässä geopolittisessä kilpailussa, johon haluttiin peilata Euroopan unionin toimintaa. Lisäksi selvitykseen valittiin eurooppalaisia maita ja varsinkin pienemmistä maista voi löytyä vertailukohtia ja ideoita Suomen toimintatapoihin. Singapore valittiin Euroopan ulkopuolisena, mutta korkean teknologian ja geopolittisen asemansa puolesta kiinnostavana maana.

Selvitys koostui kahdesta vaiheesta, joissa toteutettiin kaksi asiantuntijahaastattelukierrosta sekä asiantuntijoille järjestetty työpaja:

1. Ensimmäisessä vaiheessa taustatyönä selvitettiin, miten teknologiakehityksen strategisia vaikutuksia arvioidaan kansainvälisesti ja Suomelle keskeisissä verrokkimaissa. Verrokkimaiden haastattelukierroksella selvitettiin näkemyksiä teknologian ja kansallisen turvallisuuden liittymäpinnoista sekä käytänteitä niiden hallinnoimiseksi.
2. Toisessa vaiheessa kotimaisen haastattelukierroksen sekä työpajan avulla tarkennettiin tilannekuvaa teknologiakehityksen geopolittisistä vaikutuksista Suomen näkökulmasta, näkemyksiä yksityisen sektorin, tutkimuslaitosten ja julkishallinnon vuorovaikutuksesta ja yhteistyöstä sekä kansalliset turvallisuusnäkökohdat huomioon ottaen TKI-politiikan tavoitetilasta Suomessa vertaillen kansainvälisen haastattelukierroksen havaintoihin.

Selvitys pohjautuu kansainvälisten asiantuntijoiden haastatteluihin, kotimaisista asiantuntijoista koostuvan referenssipaneelin haastatteluihin sekä Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan (MATINE) järjestämään työpajaan alan asiantuntijoille. Nordic West Office toteutti haastattelut vuosien 2022–23 aikana etäyhteyksin. Haastatteluaineisto julkaistaan selvityksessä sovitusti Chatham House -säännön mukaisesti. Haastateltavat ovat puolustushallinnon asiantuntijoita, virkamiehiä eri valtionhallinnon organisaatioista, asiaan perehtyneitä tutkijoita, tutkimuslaitosten sekä alan yritysten edustajia kotimaasta sekä viidestä viitemaasta. Haastateltujen nimiä tai heidän edustamiaan organisaatioita ei julkaista. Kirjalliset lähteet on merkitty lähdeviittein.

Haastatteluaineistolla ja haastatelluille esitetyillä kysymyksillä pyrittiin ensinnäkin rakentamaan tilannekuvaa teknologiakehityksen geopolittisistä vaikutuksista, eli miten suurvaltablokkien keskinäisen kilpailuasetelman kehitys nähdään, näkemyksiä teknologiakehityksen vaikutuksista suurvaltablokkien asemaan, kansalliseen turvallisuuteen kohdistuvien vaikutusten arviointiin, sekä siihen, minkälaisia systemaattisia vaikutuksia kehityksellä on eri hallinnonaloihin tai organisaatioihin. Toiseksi selvitettiin yksityisen sektorin, julkishallinnon ja tutkimuslaitosten välisiä suhteita ja yhteistyön toimivuutta turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä sekä yritysten ja tutkimuslaitosten omia näkemyksiä näiden yhteiskunnallisesta roolista kansallisessa turvallisuudessa. Kolmantena selvitettiin näkemyksiä murroksellisten teknologioiden ja kansallisen turvallisuuden huomioon ottamisesta kansallisessa TKI-politiikassa. Viitemailta selvitettiin myös puolustushallinnon roolia teknologiaseurannassa ja kansallisen TKI-politiikan määrittelyssä sekä haastattelun ja kanavia kansainväliseen yhteistyöhön.

Murrokselliset teknologiat

Murrokselliset teknologiat (engl. Emerging Disruptive Technologies, lyhenne EDT) tarkoittavat sellaisia teknologisia innovaatioita, jotka syrjäyttävät markkinoilla vallitsevan teknologian tai murtavat toimialan vallitsevan dynamiikan, mahdollistaen täysin uudenlaisia toimintamekanismeja tai -logiikoita. Tällä tasolla merkittävät teknologiat ja innovaatiot vaikuttavat myös sodankäyntiin ja voivat mullistaa sotilaallisen suorituskäytön, strategian ja operaation. Juuri nyt erilaisten murroksellisiksi määriteltyjen teknologioiden kypsyys ja hyödynnettävyys vaihtelee, eikä kehitysvaiheen teknologioiden käyttöpotentiaali ole vielä välttämättä kokonaisuudessaan selkiintynyt. Murroksellisella teknologialla voi olla merkittäviä tai mullistavia vaikutuksia sodankäyntiin ja kansalliseen turvallisuuteen.²

Historiallisia esimerkkejä murroksellisista sodankäynnin innovaatioista ovat esimerkiksi tuliaseet, ilmasodankäynti ja täsmäaseet; kaikki ovat mullistaneet omana aikanaan sodankäynnin. Esimerkkejä tämän päivän ja lähitulevaisuuden mullistavista innovaatioista ovat esimerkiksi:

- Tekoäly, robotiikka, koneautonomia
- Virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus, metaversumi
- 5G/6G -kommunikaatio, esineiden internet (IoT)
- Kyberuhka / kyberturva
- Uusi avaruusteknologia, saavutettavuus & nanosatelliitit
- Kvanttitekniikka; -tietokone, -sensorit ja -laskenta
- Nanotekniikka & uudet materiaalit
- 3D-tulostus; mallinnus ja optimointi
- Synteettinen biologia; geenimanipulaatio
- Ihmisen suorituskäytön lisääminen; kognitiivinen & fysiologinen
- Uudet energialähteet, energian siirto ja varastointi
- Hypersooninen propulsio

Monia puolustuksen ja turvallisuuden tarpeisiin soveltuvia teknologioita ei ole kehitetty suoraan näihin tarkoituksiin, vaan ne ovat niin sanottuja kaksikäyttöteknologioita, jotka on ensisijaisesti kehitetty siviili-markkinoille. Tällaiset tuotteet voivat kuitenkin soveltaa myös sotilaallisiin tarkoituksiin. Edellä listattujen teknologioiden kehityksen kypsyystasoissa on paljon vaihtelua ja lukuisia, toisiaan mahdollistavia sovelluksia.

Teknologioiden kehittyessä valtionhallinnossa tulee huomioida muutoksen vaatimukset teknologian sääntelyn sekä yksityisen sektorin ja tutkimuslaitosten yhteistyön kannalta. Lisäksi hallinnon tulee selvittää uudet kriittiset infrastruktuurit ja toimitusketjujen haavoittuvuudet sekä mahdollisesti muokata organisaatorakenteita aivan uudennuolisiin toimintatapoihin. Pelkkä teknologian hallinta ei itsessään tuo menestystä, vaan hyödyntämiseen vaaditaan myös doktriinisia, organisaation ja koulutuksen muutoksia. Uudet teknologiat ja toimintatavat voivat myös tuoda mukanaan uusia haavoittuvuuksia ja vastatoimintamahdollisuuksia. Keskeistä tilannekuvan analysoinnissa onkin sekä oman että vastapuolen toiminnan arviointi.

Moni asia ei kuitenkaan strategisella tasolla muutu – ainakaan välittömästi. Ukrainan sota on osoittanut, ettei perinteinen sodankäynti, joka pitkittyessään muuttuu kulutussodankäynniksi, ole hävinnyt mihinkään. On kuitenkin syytä huomata, että Ukrainan sodassa hyödynnetyllä modernilla teknologialla on ratkaiseva merkitys menestyksekkään sodankäynnin kannalta. Esimerkkeinä mainittakoon lennokkien innovatiivinen käyttö, kaukovaikutteiset täsmäaseet, sekä uusien toimintaympäristöjen, kuten uusien viestinnällisten taktiikoiden ja alustojen, kyberulottuvuuden ja avaruuden hyödyntäminen sodankäynnissä.

² NATO Science and Technology Organisation (2022): "Science and Technology Trends 2020-2040". Haettu 28.2.2023 osoitteesta <https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf>.

Verrokkimaat ja murrokselliset teknologiat

Selvitykseen valittiin viisi verrokkimaata, jotta voidaan tarkastella näkemyksiä teknologioiden ja kansallisen turvallisuuden liittymäpinnoista Suomen ulkopuolella sekä erilaisia käytänteitä niiden hallitsemiseksi. Käytänteistä voi löytyä oppitunteja myös Suomelle. Verrokkimaat ovat Yhdysvallat, Ranska, Singapore, Tanska ja Alankomaat. Näiden kaikkien uusimmissa puolustusstrategioissa murroksellisten teknologioiden ja innovaatioiden merkitys korostuu.

Teknologian globalisaatio vai maailman kahtiajakautuminen

Teknologia ja innovaatiot ovat hyvin merkittäviä kansallisen vallan jakautumisen kannalta niin taloudellisesti, sotilaallisesti kuin globaalin arvovallan suhteen. Kilpailu innovaatioista on läpi historian ollut merkittävä tekijä valtioiden taloudellisessa ja sotilaallisessa menestyksessä. Teknologioiden ja innovaatioiden ympärillä tehdään kuitenkin myös laajasti kansainvälistä yhteistyötä, mikä osaltaan muuttaa voimasuhteita. Merkkejä maailman jakautumisesta eri blokkeihin teknologiakehityksen seurauksena on jo näkyvissä. Myös alan merkittävät yritykset sekä tutkimuslaitokset toimivat monin tavoin globaalisti eikä niidenkään toiminta ole immuunina valtiosuhteiden kehitykselle kansainvälisesti.

Teknologialla ja kyvyllä omaksua niitä on historiallisesti ollut merkittäviä vaikutuksia valtioiden keskinäisille valtasuhteille. Teknologiat ja innovaatiot tuovat alueille vaurautta, mutta ne voivat myös mullistaa sodankäynnin. Vapaamman kaupankäynnin ja taloudellisen integraation maailmassa näkyy taas merkkejä siirtymisestä kohti uutta kilpavarustelun aikaa, jossa teknologia ja innovaatiot ovat strategisessa avainasemassa. Yhdysvallat ja Kiina ovat asemoituneet teknologiavaltakamppailuun ja kilpavarustelu näyttää vain kiristyvän. Teknologiavaltakamppailussa kilpailua käydään osaajista, investoinneista ja kyvystä synnyttää innovaatioita sekä mahdollisuuksista muokata kansainvälistä teknologiasääntelyä. Keskeistä on myös kyky puolustautua uudentlaisia teknologian tuomia uhkia vastaan ja ennakoida niitä.

Muutokset valtasuhteissa vaikuttavat merkittävästi maailman vakauteen sekä vallitsevaan politiikkaan. Nopea, arvaamaton teknologioiden murros tarkoittaa myös, että muutosta on entistä vaikeampaa hallita ja ennakoida. Uusien teknologioiden kehittäminen, mutta myös niiden seuranta ja omaksuminen käyttöön ovat tärkeitä tekijöitä, kun valtaa jaetaan uudelleen. Valtasuhteet eivät muutu vain valtioiden ja alueiden välillä, vaan teknologia muuttaa myös yritysten ja kansalaisten asemaa. Toisaalta teknologia ja innovaatiot voivat myös luoda mahdollisuuksia uudentlaiselle yhteistyölle ja parantaa suhteita. Ne eivät luo vain mahdollisia konflikteja.³ Tässä myös pienemmille valtioille voi avautua uudentlaisia mahdollisuuksia.

Globaali teknologiakehitys näkyy voimakkaasti suurvaltapolitiikassa ja on noussut keskeiseksi politiikan asiakysymykseksi kaikkialla. Keskeisinä kysymyksinä tässä selvityksessä ovat miten uudet, murrokselliset teknologiat voivat vaikuttaa suurvaltakilpailuun ja mitkä ovat keskeisten toimijoiden, erityisesti Euroopan, Yhdysvaltain ja Kiinan, mahdollisuudet menestyä, sekä niiden vahvuudet ja heikkoudet. Suomen kannalta tulee tarkastella, miten tilanne vaikuttaa meihin: olemme eurooppalaisena valtiona ja Euroopan unionin jäsenenä vahvasti kytköksissä Euroopan teknologiapolitiikan kehitykseen, mutta toisaalta meidän on myös itse määriteltävä suhteemme teknologian osalta muihin suurvaltoihin. Suomen täytyy tarkastella missä ja miten suomalaisten viranomaisen tulisi arvioida teknologiakehityksen vaikutuksia kansalliseen turvallisuuteen. Myös tuleva Nato-jäsenyytemme tulee vaikuttamaan asetelmaan ja maamme omien tavoitteiden määrittely on entistä ajankohtaisempaa. Nato-jäsenyydellä voidaan katsoa olevan positiivista vaikutusta myös kotimaisen puolustusteollisuuden

Meidän on myös itse määriteltävä suhteemme teknologian osalta muihin suurvaltoihin.

³ Henrik Breitenbauch & Tobias Liebetrau (2021) : "Technology Competition: Strategic Implications for the West and Denmark". Haettu 26.2.2023 osoitteesta https://cms.polsci.ku.dk/english/publications/technology-competition-strategic-implications-for-the-west-and-denmark/download-cms-report/CMS_Report_2021__6_-_Technology_Competition__Strategic_Implications_for_the_West_and_DK.pdf

vientimahdollisuuksiin. Kaksikäyttötuotteiden myötä aiempi jako siviili- ja sotilasteknologiaan on menettänyt osin merkityksensä. Samaa teknologiaa voidaan soveltaa sekä siviili- että sotilaskäyttöön.⁴

Suurvaltojen välinen kilpailu ja geopolittiset konfliktit ovat johtaneet strategisiin intresseihin perustuvan teollisuuspolitiikan vahvistumiseen sekä Yhdysvalloissa että Euroopassa. Kiinassa sitä on harjoitettu pitkään. Tarkastellessa Yhdysvaltain, Kiinan ja Euroopan mahdollisuuksia menestyä teknologiakampailussa, niiden vahvuuksia ja heikkouksia sekä keskinäisiä suhteita, kaikilla on omat haasteensa sekä mahdollisuutensa menestyä. Jokaisen kolmen toimijan lähestymistavassa innovaatio- ja teknologiapolitiikkaan ja turvallisuuteen voi nähdä sekä vahvuuksia että heikkouksia riippuen näkökulmasta. Karkeasti arvioituna Kiinassa innovaatio- ja teknologiapolitiikkaa lähestytään ”top-down”-mallisesti, vahvalla valtion ohjauksella. Yhdysvalloissa innovaatioita syntyy ”bottom-up”-tyylisesti, jossa yritykset ja startup-kenttä synnyttävät innovaatioita kokeilukulttuurin kautta. Eurooppa jää osittain näiden kahden suurvallan väliin ja teknologiaa lähestytään sääntelyn ja arvojen kautta. Yhdysvallat pyrkii liittolaisten kautta luomaan länsimaista teknologiapolitiikkaa ja Kiina samoin oman vaikutuspiirinsä kautta. Venäjä ei ole merkittävä toimija teknologiainnovaatioissa. Se on kuitenkin länsimaisten pakotteiden myötä pyritty sulkemaan länsimaisten teknologioiden ulkopuolelle Ukrainaan kohdistamansa hyökkäyssodan seurauksena.

Kiina aikoo seuraavien vuosien aikana tehdä huomattavia investointeja TKI-politiikkaan, jonka tavoitteena on saavuttaa merkittäviä teknologisia läpimurtoja. Kiinan TKI-politiikassa painavat vahvasti taloudelliset intressit, mutta myös turvallisuuspolittiset kysymykset ovat keskeisessä osassa. Vastauksena Yhdysvaltain asettamiin pakotteisiin ja tuontikieltoihin Kiina on tehnyt merkittäviä investointeja teknologiakehitykseen, jonka tavoitteena on omavaraisuus keskeisissä teknologioissa. Vaikka Kiina on tehnyt merkittäviä harppauksia teknologiakehityksessä, on se myös edelleen riippuvainen ulkomaalaisista tuotantoketjuista.⁵ Keskusjohtoinen ja autoritäärinen valtiokeskeinen innovaatiotoiminta voi olla toisaalta tehokas ja nopea allukoimaan resursseja tiettyjen päämäärien mukaan,

mutta innovaatiotoiminta ei välttämättä kukoista parhaalla mahdollisella tavalla ylhäältä johdettuna.

Yhdysvalloissa vallitsee vahva näkemys, että murrokseelliset teknologiat ovat keskeisessä roolissa maan suurvalta-aseman kannalta niin taloudellisesti kuin sotilaallisesti. Yhdysvallat tavoittelee avoimesti teknologian ja innovaatioiden maailmanherruutta ja suhtautuu lähtökohtaisesti positiivisesti yhteistyöhön samanmielisten maiden kanssa. Yhdysvallat aikoo tehdä jatkossakin merkittäviä investointeja TKI-politiikkaan. Yhdysvallat on edelleen edelläkävijä monissa eri teknologioissa ja merkittävänä veturina ovat paitsi valtion suuret panostukset viimeisimpänä merkittävät tuet sähköistysteknologiaan myös yksityisen sektorin globaalit teknologiajätit. Linjausten ja käytännön toimien välissä on kuitenkin myös ristiriitoja ja Yhdysvaltain kansallinen TKI-politiikka on paljolti hajanaista ja huonosti koordinoitua. Vaikka suhtautuminen kansainväliseen yhteistyöhön on puheiden tasolla positiivista, käytännön teknologiapolitiikka voi olla hyvinkin protektionistista. Yhdysvalloissa on hyvin innovaatio- ja yritysmyönteinen kulttuuri sekä suuret investointivarat niin valtion kuin yksityisen sektorin kautta.

Kiina on Yhdysvalloille sen suurin kilpailija, mikä ilmenee lähes jokaisessa puolustukseen ja teknologiaan liittyvässä strategiassa. Kovista puheista ja toimista huolimatta käytännössä irtautuminen kiinalaisesta teknologiasta on erittäin haasteellista ja riippuvuus maiden välillä on edelleen vahvaa.

Yhdysvaltain hallinnon vuonna 2022 ratifioima CHIPS and Science Act tarjoaa siviilipuolen T&K-investoinneille 280 miljardia dollaria. Nämä varat suunnataan erityisesti hallinnon kriittisiksi määrittelemille sektoreille: puolijohteisiin, seuraavan sukupolven viestintäteknologiaan, puhtaan energian teknologioihin sekä bioteknologiaan. Kansallisen bioteknologia- ja biotuotantohankkeen (National Biotechnology and Biomanufacturing Initiative) yli 2 miljardin dollarin investoinnit on suunnattu luomaan alalle työpaikkoja, vahvistamaan toimitusketjuja ja vähentämään hiilidioksidipäästöjä.⁶

Teollisuuspolitiikan nousu aiheuttaa paineita Yhdysvaltain ja Euroopan välille. Euroopan unioni katsoo,

⁴ Tuija Karanko (2022): ”Nato-jäsenyyden mahdollisuudet suomalaiselle puolustusteollisuudelle”. Maanpuolustus-lehti. Haettu 20.2.2023 osoitteesta <<https://www.maanpuolustus-lehti.fi/nato-jasenyyden-mahdollisuudet-suomalaiselle-puolustusteollisuudelle/>>.

⁵ Mathew Burrows, Julian Mueller-Kaler, Kaisa Oksanen, Ossi Piironen (2022): ”Unpacking the Geopolitics of Technology”. Atlantic Council Geotech Center. Haettu 28.2.2023 osoitteesta: <https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2021/12/GTC_Unpacking-the-Geopolitics-of-Technology.pdf>.

⁶ The White House (2022): ”National Security Strategy October 2022”. Haettu 13.2.2023 osoitteesta <<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>>.

että Yhdysvaltain massiivinen 400 miljardin dollarin tuki (IRA) vihreälle siirtymälle on protektionistista ja vastoin Maailman kauppajärjestö WTO:n periaatteita. Kysymys suurten teknologiayhtiöiden sääntelystä jakaa myös Euroopan ja Yhdysvallat. Myös Euroopassa on näköpiirissä tahtotila vahvistaa omaa eurooppalaista teollista pohjaa, tästä esimerkkejä ovat EU:n elpymisrahasto (Resilience and Recovery Facility) ja puolijohteiden kehittämistä ja tuotantoa koskeva lainsäädäntöesitys European Chips Act. Näiden tavoitteena on paitsi säännöstellä digitaalisia tuotteita myös tukea yritystoimintaa ja innovaatioita sekä suojella kriittistä infrastruktuuria.

Euroopan lähtökohta teknologiapolitiikkaan on ollut arvopohjainen lähestymistapa, jossa sen tehtävänä on toimia säännöstelijänä sekä puolustaa esimerkiksi demokratiaa. Kilpailu- ja innovaatiotoimintaa tukevat Euroopan Innovaationeuvosto EIC (European Innovation Council), komission NextGeneration EU-elvytyspaketin tuki digitalisaatiolle ja komission ”Digitaalinen kompassi” -ohjelma.⁷ Puolustukseen liittyviä tutkimus- ja kehittämiskokonaisuuksia on esimerkiksi vuonna 2021 käynnistynyt Euroopan puolustusrahasto (EDF). EDF rahoittaa alan tutkimusta ja kehitystä yhteensä 8 miljardilla eurolla vuosien 2021–27 aikana.

Euroopalla ja Euroopan unionilla on ollut haasteita pysyä mukana teknologisessa kilpajuoksussa ja manner uhkaa jäädä kahden muun suurvallan väliin pelikentäksi ja muiden luoman teknologian kuluttajaksi. Eurooppaa ei kuitenkaan suoraan tarkastella Yhdysvaltain kaltaisena kokonaisuutena, vaikka sitä usein siihen verrataan. Euroopan haastavaan asemaan vaikuttavat sen asema Yhdysvaltain ja Kiinan keskinäisen kilvoittelun välissä, ja vaikeudet yhtenäisen ja tehokkaan teknologia- ja teollisuusstrategian luomisessa, jossa valtiot yhdistävät taloudelliset, teolliset, sotilaalliset ja sääntelytoimet. Käytännössä jokaisella jäsenmaalla on teknologia- ja innovaatiopolitiikkaan omat lähestymistapansa sekä strategiansa, joita määrittävät kansalliset intressit. Euroopasta puuttuvat myös suuret teknologiayrityskeskittymät, joita löytyy Kiinasta ja Yhdysvalloista. Euroopassa teknologiapolitiikka painottuu vahvasti sen sääntelyyn, mikä ei aina tue innovaatio- ja kehitystoimintaa. Euroopan Unioni on määritellyt Kiinan järjestelmäkilpailijakseen (Systemic Rival). Eurooppa kuitenkin haluaa jatkaa kaupankäyntiä ja taloudellista yhteistyötä Kiinan kanssa. Tämä on aiheuttanut kitkaa Euroopan ja Yhdysvaltojen välillä.

Teknologiakehityksen systeemiset vaikutukset

Suomen arvioidessa teknologiakehityksen vaikutuksia, keskeisessä osassa ovat Euroopan unionin toimet sekä sen muut kahden- ja monenvälisen yhteistyön kautta luodut suhteet. Suomelle pienenä maana kansainvälinen yhteistyö asiaan liittyvissä kysymyksissä on erityisen tärkeää. Kansainvälinen vaikuttaminen on kuitenkin tehotonta ilman omien tavoitteiden kirkastamista sekä määrätietoista resurssien ohjaamista ja allokointia. Mitä tulee blokkiutumiskehitykseen ja suurvaltapolitiikkaan, Suomi on selkeästi valinnut puolensa. EU:n eettiset periaatteet ja arvopohja ovat myös Suomelle lähtökohta teknologiapolitiikkaan. Suomen tulisi kuitenkin pohtia, miten se voi löytää oman asemansa strategisesti globaalissa teknologioiden arvoketjussa. Suomella on monia vahvuuksia, joita se voi hyödyntää: kansallinen yhtenäisyys, varallisuus ja osaaminen ovat kaikki pieneksi maaksi korkealla tasolla. Pieni maa ei voi itse kehittää kaikkea teknologiaa, mutta sillä voi olla paljon annettavaa kumppanuuksien kautta suuremmisakin kehityshankkeissa. Suomen tulisi pohtia miten se löytää oman paikkansa strategisesti ja panostaa omiin vahvuusalueisiinsa.

Haastatteluaineiston perusteella globaalin teknologiakehityksen systeemiset vaikutukset näkyvät Suomessa kaikkialla ja monella eri tasolla: niin valtionhallinnossa, yrityksissä, tutkimuslaitoksissa kuin arjessakin. Valtionhallinnon kannalta tulee ottaa huomioon, että vaikutukset ovat luonteeltaan sekä teknisiä että strategisia ja niitä pitää tarkastella sekä nykytilanteen että tulevaisuuspohdinnan kautta. Kokonaisuus on haastava: vaikutukset liittyvät niin teknologia-, teollisuus-, kuin innovaatiopolitiikkaan. Edellä mainitussa kokonaisuudessa on sekä kansallisia että kansainvälisiä yksityisiä ja julkisia toimijoita. Yksittäisen teknologian vaikutus voi olla rajallinen, mutta erilaisten teknologioiden yhteisvaikutus puolestaan merkittävä, joten tilannetta tulisi tarkastella laajana kokonaisuutena. Myös yhteiskunnan kriittisten järjestelmien elinkaaren hallinta on vaikeutunut esimerkiksi kansainvälisten arvoketjujen haavoittuvuuksien lisääntyessä ja komponenttipulan myötä. Osaamisen huoltovarmuuskysymys on myös kriittinen ja Suomea voi uhata tulevaisuudessa merkittävä osaamisvaje.

⁷ Alice Pannier (2021): ”Europe in the Geopolitics of Technology”. Briefings de l’Ifri. Haettu 26.2.2023 osoitteesta: <<https://www.ifri.org/en/publications/briefings-de-lifri/europe-geopolitics-technology-connecting-internal-and-external>>.

Valtionhallinnon osalta vaikutukset näkyvät kaikilla hallinnonaloilla, joskin tarkastelukulma luonnollisesti vaihtelee. Keskeisimmät ministeriöt, joiden hallinnonalaan tämän selvityksen kysymykset kuuluvat ovat puolustusministeriö, ulkoministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö, opetus- ja kulttuuriministeriö sekä valtioneuvoston kanslia.

Liikenne- ja viestintäministeriölle teknologiakysymys on koko ajan läsnä ja uudet teknologiat näkyvät ministeriön vastuualueella usein ensimmäisten joukossa. Ministeriöllä on suuri vastuu teknologioiden käyttöönottoon, luotettavuuteen ja turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä. Keskeisiä kysymyksiä ovat lisäksi standardointi, tuotantoketjut sekä teknologia-yhteistyö. Työ- ja elinkeinoministeriössä kehitys heijastuu esimerkiksi teollisuuspolitiikkaan ja valtioiden väliseen kilpailuun sekä kilpailu- ja TKI-politiikkaan, talouspolitiikkaan ja huoltovarmuuteen. Opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnonalan osalta keskeisiä kysymyksiä ovat TKI-politiikan kannalta riittävän osaamisen varmistaminen sekä tutkimukseen ja tutkimusyhteistyöhön liittyvät kysymykset.

Yritysten näkökulmasta systeemiset vaikutukset ovat niin ikään moniulotteisia. Teknologiakehityksen tuoman muutoksen myötä yrityksiä ei enää voi selkeästi rajata puolustus- ja siviilipuolen yrityksiksi, vaan roolit sekoittuvat ja limittyvät. Globaali teknologiakehitys ja tähän liittyvät valtioiden väliset liittoumat näkyvät varsinkin kansainvälisesti toimivien yritysten arjessa. Tämä vaikuttaa niiden hankintaketjuihin, yhteistyömahdollisuuksiin ja asiakassuhteisiin, joita valtioiden väliset suhteet rajoittavat esimerkiksi erilaisilla kaupan esteillä ja jopa vientikielloilla sekä rajoituksilla. Myös yritykset tekevät valintoja sen suhteen, kenen joukossa he seisovat globaalissa kontekstissa. Komponentin hankinta yhdestä maasta voi johtaa vientikieltoon toisaalla. Yritykset voivat myös pyrkiä välttämään yhteistyötä puolustushallinnon kanssa välttääkseen erilaisia rajoitteita.

Yliopistoilla ja tutkimuslaitoksilla on keskeinen rooli niin varsinaisessa tutkimuksessa kuin tulevaisuuden osaajien kouluttamisessa. Globaali teknologiakehitys tuo suomalaisille tutkimuslaitoksille uusia haasteita. Teknologiakehitys näkyy myös yliopistojen arjessa kansainvälisen yhteistyön osalta. Suomalaiset yliopistot tekevät paljon kansainvälistä yhteistyötä ja tutkijavaihtoja. Venäläisten yliopistojen kanssa tehty yhteistyö on lopetettu, mutta Kiinan osalta virallisia

linjauksia ei ole yliopistoissa tehty, vaikka osa toimijoista yhteistyöstä kieltäytyykin. Opetus- ja kulttuuriministeriö on laatinut suosituksia kiinalaisesta tutkijayhteistyöstä vuonna 2021.⁸ Yhteistyö voi vaikuttaa mahdollisuuksiin tehdä yhteistyötä muiden kumppanien kuten Yhdysvaltojen kanssa. Lähtökohtaisesti länsimaisissa tutkimuslaitoksissa tuotettu tutkimus perustuu avoimeen tietojenjakoon. Lähtökohtana on olla rajoittamatta tai sensuroimatta tutkijoiden työtä, joten rajanveto yhteistyölle voi olla haastavaa.

Globaaliin teknologiakehitykseen Suomen kannalta liittyy kehityksen ja turvallisuusnäköymän arviointi ja ennakointi kansallisella tasolla. Systeemisten vaikutusten kokonaisuuden hahmottamiseen ja ennakointiin tulisikin kutsua mukaan mahdollisimman laaja ja monimuotoinen joukko toimijoita ja toimialueita. Haasteena on edellä esitetty kuva kehityksen hyvin erilaisista systeemistä vaikutuksista eri puolille valtionhallintoa sekä yksityiselle sektorille. Kehityksen ennakkoinnin ja arvioinnin tulisikin olla osa kokonaisturvallisuusajattelua ja toimijoiden välistä vuoropuhelua tulisi edistää. Tavoitteena tulisi olla koko valtionhallinnon kattavat yhteiset toimintatavat sekä tavoitteet. Koska kehitys on moniulotteista, tulee pohdinnoissa olla mukana laajasti sidosryhmiä, joiden osallistamiseen tarvitaan sopiva foorumi.

Teknisellä tasolla teknologioiden vaikutukset liittyvät jo pelkästään maanpuolustuksen kykyyn vastata tuleviin uhkiin: ne luovat mahdollisuuksia ja haavoittuvuuksia. Strategisella tasolla kehitykseen liittyy myös kysymys siitä, kenen kanssa voidaan harjoittaa yhteistyötä ja mistä hankintoja voidaan tehdä. Teknologialla ei ole vaikutuksia pelkästään turvallisuuskysymyksiin, vaan myös laajasti eri yhteiskunnan osa-alueisiin. Turvallisuuskysymys tulisi kuitenkin huomioida laajemmin kuitenkin antamatta sen tukahduttaa teknologista kehitys- ja innovaatiotoimintaa. Keskeistä on myös muistaa uhkien lisäksi arvioida kehityksen tuomia mahdollisuuksia. Uhat määritetään puolustusvoimien ja -hallinnon arvioinnin ja analyysin kautta ja mahdollisuuksia voi löytyä tutkimus- ja innovaatioyhteistyöstä sekä teollisuudesta.

⁸ Opetus- ja kulttuuriministeriö (2021): ”Toimintatapasuosituksien tukemaan akateemista yhteistyötä Kiinan kanssa”. Haettu 26.2.2023 osoitteesta: <<https://okm.fi/-/toimintatapasuosituksien-tukemaan-akateemista-yhteistyota-kiinan-kanssa>>.

Teknologiaennakointi ja tilannekuva valtionhallinnossa

Globaalin teknologiakehityksen tilannekuvan tarkastelu ja ennakointi on keskeistä kansallisen turvallisuuden kannalta. Haastatteluaineistossa näkemykset siitä, missä ja miten teknologiakehityksen vaikutuksia kansalliseen turvallisuuteen tulisi arvioida vaihtelivat. Vaikutusarviointia sekä erilaisia ennusteita tehdään jo nyt eri organisaatioissa ja foorumeilla, mutta kaikenkattavaa tilannekuvaa nimenomaan murroksellisten teknologioiden, globaalin teknologiakehityksen ja TKI-politiikan suunnan osalta ei tällä hetkellä ole siten, että tilannekuva olisi myös koko valtionhallinnon käytettävissä.

Kysymys siitä, kuinka kattavaa tilannekuvaa tai ennustetta on mahdollista tai realistista luoda, nousi myös esiin. Tilannekuvan luomiseen liittyy monenlaisia haasteita. Näkymää tulevaisuuden kaksikäyttöteknologioille voi olla vaikeaa muodostaa, sillä kehitys ja tuleva käyttöpotentiaali voi olla epävarmaa. Suomen valtion tukemissa TKI-projekteissa esimerkiksi Business Finlandin kautta ei juuri tarkastella turvallisuuskäsitteitä, mutta sielläkin mahdollisuudet kaksikäyttöteknologioihin on nykyään paremmin tiedostettu. Kaksikäyttötutustuotteiden vientivalvontaa ja juridista tarkastelua tehdään ulkoministeriössä ja sotilastuotteissa puolustusministeriössä ja esimerkiksi ydinvoimateknologiassa työ- ja elinkeinoministeriössä, mutta kehitysvaiheessa arviointia ei juuri tehdä. Puolustusvoimien ja -hallinnon omien tutkimushankkeiden osalta turvallisuusarviointia luonnollisesti tehdään, mutta niiden omat hankkeet ovat vain pieni osa tutkimuskenttää.

Mikäli vaikutusarviointi keskitetään esimerkiksi yhden valtionhallinnon organisaation alle, vaarana pidettiin ”siiloutumista”. Murroksellisten teknologioiden kaikenkattavaa tarkastelua kehitysvaiheessa pidettiin myös lähes mahdottomana, koska kehitys on niin nopeaa ja arvaamatonta sekä kehitystoimintaa tekevät niin monet eri tahot. Kehityksen ennustaminen pidemmällä aikavälillä nähtiin myös vaikeana, joten tilannekuvaa ja ennusteita tulisi olla mahdollista päivittää säännöllisesti, mikä voi olla haasteellista valtionhallinnon selvitysprosessien puitteissa. Jotta kokonaisvaltainen tarkastelu olisi mahdollista, tulisi kaikki asiaan liittyviä ajankohtaisia kysymyksiä, ennakointia ja tilannekuvan päivitystä käsitellä yhteisen pöydän ääressä.

Teknologian seuranta ja ennakointia ei ole valtionhallinnossa järjestetty systemaattisesti. Kukin organisaatio ennakoii ja seuraa teknologiakehitystä omista lähtökohdista. Tämä nähtiin haastatteluissa kehitys-

alueena. Asiasta on laadittu erilaisia selvityksiä eri tahojen toimesta, mutta systemaattinen ja järjestelmällinen seuranta ja erilaisten suositusten toimeenpano on puutteellista. Koko valtionhallinnon laajuinen toimeenpanoelin puuttuu, vaikka asioista keskustellaankin erilaisilla foorumeilla. Eri organisaatioilla on hyvin erilaiset kyvyt ja lähtökohdat seurata teknologiakehitystä.

Pääasiassa näkemys haastatteluissa oli, että kokonaisvaltaista tarkastelua asiaan tällä hetkellä ei ole. Turvallisuus läpileikkaavana teemana on keskeinen lähes kaikille toimijoille, mutta tällä hetkellä laajempaa seurantaa ei tehdä. Turvallisuuslähtökohdista teknologiaseurantaa tehdään esimerkiksi VTT:llä, puolustusvoimilla ja -ministeriössä, muissa eri ministeriöissä ja huoltovarmuuskeskuksesta huoltovarmuuden näkökulmasta.

Yhdeksi haasteeksi tunnistettiin valtionhallinnossa se, että murrokselliset teknologiat osuvat laajojen yhteiskunnallisten, taloudellisten, sosiaalisten ja turvallisuuden liittyvien vaikutustensa myötä eri ministeriöiden vastuualueiden väliselle harmaalle alueelle. Konkreettisia parannusehdotuksia tuli myös, esimerkiksi tiede- ja teknologiaministeriön perustaminen. Tällä hallinnollisella uudistuksella poliittinen vastuunjako selkeytyisi. Tästä nähtäisiin olevan hyötyä toiminnan koordinoinnissa ja resurssien allokoinnissa. Myös läpileikkaavat teemat kuten turvallisuus voitaisiin tällä hallinnollisella uudistuksella helpommin saada agendalle. Yleisesti ei kannatettu uusien organisaatioiden perustamista vaan korostettiin työnjaon ja ohjauksen selkeyttämistä ja vuoropuhelun lisäämistä.

Jonkinlaista kansallista strategiaa toivottiin esimerkiksi tiedepolitiikkaan, jossa huomioitaisiin myös turvallisuuteen ja huoltovarmuuteen liittyviä kysymyksiä. Puolustusvoimilla on myös omat tutkimus- ja teknologiastrategiansa. Yksittäisten teknologisten kysymysten ympärille ryhtymisen tarvittaessa nähtiin kuitenkin mahdollisena, mutta systemaattinen, järjestelmällinen ja jatkuva vaikutusarviointi puuttuu. Tarve keskeisten ministeriöiden sekä muiden sidosryhmien muodostamalle foorumille teknologiaan ja turvallisuuden liittyvissä kysymyksissä on kuitenkin ilmeinen.

Lisäksi puute, joka haastatteluaineistossa nousi esiin, on foorumi, joka voisi tarkastella kysymyksiä paitsi laajalla perspektiivillä myös pidemmällä tähtäimellä. Resurssipulan tai vaalikauden pituuden takia harvemmalla toimijalla on teknologiaennakoinnin saralla

pitkäjänteistä toimintaa, joka tarkastelisi omien ydin-toimintojensa ulkopuolisia asioita.

Eri toimijat ja organisaatiot tekevät kyllä teknologia-ennakointia, mutta valtionhallinnon ja yhteisiä ja teemoittain läpileikkaavaa ennakointifoorumeita ei ole. VTT myy ennakointia palveluna yrityksille. Se on laatinut Lupaavimmat teknologiat -selvityksen.⁹ Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta on laatinut vuonna 2018 raportin radikaaleista teknologioista ja niiden tuomista sosioteknisistä muutoksista, mutta sillä ei kuitenkaan ole varsinaisia resursseja toimeenpanna tarvittavia toimia.¹⁰ Puolustusvoimat myös seuraa murroksellisia teknologioita tutkimuksen painopisteiden määrittämiseksi.¹¹ Keskeistä onkin ratkaista, mikä taho voisi tehdä jatkuvaa, systemaattista seurantaa, sekä myös antaa toimeenpantavia suosituksia. VTT:n roolin kasvattamista asiassa ehdotettiin muutamissa vastauksissa. Business Finlandilla on omaa ennakointi-toimintaa, jossa on identifioitu yhdeksän osa-aluetta, joissa Suomella on keskeistä osaamista ja mahdollista luoda kasvua. Myös eräillä etujärjestöillä on omaa ennakointia, esim. metsäteollisuudella, jossa teknologiaennakointia lähestytään oman alan näkökulmasta. Yrityksillä on myös omaa ennakointiaan, mutta toimet ovat kytkettyjä ydinliiketoimintaan. Erilliset ennakointitoiminnot ovat seurausta ajattelusta, jossa toimijoiden tulee perustella ja mitata ilmiöitä eri tavoin.

Teknologiaennakoinnin onnistumisen suhteen mielteet valtionhallinnossa jakautuivat. Joidenkin vastaajien mielestä käytössä olleet menetelmät olivat huonosti onnistuneet ennakoimaan teknologiamuroksen kehitystä. Puolustushallinnossa toteutetun teknologiaennakoinnin katsottiin olevan sinänsä hyvälaatuista ja pääosin pystyneen arvioimaan tulevaa teknologista kehitystä oikeasuuntaisesti. Haastavinta ennakointi on aikaulottuvuuden suhteen: erityisesti rauhallisena aikana kriisien puuttuessa teknologinen kehitys saattaa olla arvioitua hitaampaa ja päinvastoin.

Yrityksissä kaivattiin teknologiaennakoinnin suhteen enemmän vuoropuhelua valtionhallinnon kanssa, jossa on niiden mukaan aiheen tiimoilta havaittavissa tiettyä siiloutumista ja jopa salailua. Yrityksissä ym-

märretään, että taustalla on huoli kansallisesta turvallisuudesta: valtionhallinto ei halua kertoa, mistä ennakoinnin alueista ovat kiinnostuneita tai mihin julkisia TKI-varoja suunnataan, koska se saattaisi paljastaa jotain tulevaisuuden suorituskyvystä. Vaarana on kuitenkin, ettei ennakoinnin kokonaisuudesta saada irti maksimaalista hyötyä.

Käytännössä kaikilla organisaatioilla on omat teknologiaennakointiprosessinsa. Rakenteiden ja foorumien nähtiin sinänsä olevan kasassa, mutta ennakoinnista saataisiin yritysten mukaan enemmän irti, jos prosessia avattaisiin ja tunnistettaisiin se yleinen tieto, jota ei ole tarpeen salailla.

Teknologiaennakoinnin merkitys noteerataan kasvavassa määrin niin Suomen valtionhallinnossa kuin kansainvälisesti. Asian merkitys on noteerattu EU:ssa ja Natossa sekä muiden Suomen kumppanien toimesta. Vaikka kansallisten tavoitteiden määrittely ja oman ennakoinnin tekeminen on tärkeää omien resurssien priorisoimiseksi ja allokoinniksi, voi tässäkin hakea tukea liittolaisilta ja kumppaneilta. Nato on nostanut murrokselliset teknologiat keskeiseksi osaksi Nato 2030 -agenda. Puolustusliitto on hyväksynyt murroksellisten teknologioiden hallintaa koskevan uusimman strategian vuonna 2021, jossa on nimetty yhdeksän keskeistä teknologiaa, joihin TKI-toimia tullaan priorisoimaan. Natolla on lisäksi esimerkiksi tekoälyä koskeva strategia.

Myös verrokkimaiden asiantuntijat mainitsivat teknologiaennakoinnin olevan vielä satunnaista ja lapsenkengissä, vaikka teknologioiden kehityksen arviointikyky nähtiin ehdottomasti kehittämisen arvoiseksi valmiudeksi. Esimerkiksi Yhdysvalloissa teknologiaennakoinnin satunnaisuuden nähtiin liittyvän siihen, ettei liittovaltiolla ole poikkihallinnollista teknologiaennakointijärjestelmää tai kansallista teknologista kilpailustrategiaa.

Alankomaiden sovelletun tieteellisen tutkimuksen järjestöllä TNO:lla (Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek) on puolestaan oma teknologiaseurantansa, minkä lisäksi puolustusministeriöllä on mahdollisesti oma turvaluo-

⁹ VTT (2022): "Lupaavimmat teknologiat. Näkökulma Suomen kestävään kasvuun ja vaikuttavaan innovaatiopolitiikkaan". Haettu 28.2.2023 osoitteesta: <<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/2022-05/VTT-lupaavimmat-teknologiat-visiopaperi2022.pdf>>.

¹⁰ Toni Ahlqvist (2018): "Tulevaisuuden sosioteknisiä vastakkainasetteluja : radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus". Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 4/2018. Haettu 27.2.2023 osoitteesta <<https://www.eduskunta.fi/FI/valiokunnat/tulevaisuusvaliokunta/julkaisut/Sivut/tulevaisuuden-sosioteknisia-vastakkainasetteluja.aspx>>.

¹¹ Puolustusvoimat (2023): "Tutkimuksen painopisteet". Haettu 26.2.2023 osoitteesta <<https://puolustusvoimat.fi/web/tutkimus/tutkimuksen-painopisteet>>.

kiteltu ennakointikoneistonsa. Alankomaiden ja kumppanimaiden tiedustelupalveluiden välillä on tiivistä tiedonvaihtoa ja yhteistyötä mahdollisten vastustajien teknologisen kehityksen seurannassa.

Tanskan puolustushallinto nojaa teknologiaennakoinnin osalta toistaiseksi Nato- ja EU-yhteistyöhön, vaikka siihen ennakointiin erikoistuneen yksikön perustaminen olikin haastateltavien mukaan suunnitteilla.

Singaporessa DSTA (Defence Science and Technology Agency) seuraa sotilaspuolen tutkimus- ja kehitystoimia ja hankintoja seuraavan sukupolven teknologisten tarpeiden osalta. Pienenä maana Singapore seuraa aktiivisesti sekä amerikkalaista, että kiinalaista teknologiakehitystä ja valikoi tarpeidensa mukaan.

Ranskassa puolustusministeriö nojaa teknologiaennakoinnin osalta yhteistyöhön yksityisen sektorin mukaan lukien startup-yritysten, suurempien yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa. Yhteistyöllä pyritään optimoimaan teknologioiden kehitystä kansallisen tai yhteiseurooppalaisen edun saavuttamiseksi. Hallituksella on päätöksenteossa tukenaan teknologiaan erikoistuneita virastoja, jotka arvioivat, mitkä teknologiat voivat nousta keskeisiksi ja millaiset niiden vaikutukset ovat.

Kansallisen teknologiaennakoinnin ja -tilannekuvan parantaminen

Haastattelujen mukaan on keskeistä löytää yhteinen kanava tai foorumi, jolla teknologiakehityksen vaikutuksia voisi yhteisesti arvioida turvallisuusnäkökulmasta sekä luoda yhteistyöfoorumi turvallisuusnäkökulman nostamiseksi osaksi TKI-politiikkaa. Tähän ei haastateltavien mukaan tarvita uutta organisaatiota, työnjaon selkeyttäminen riittää. Puolustushallinnon on tärkeää löytää kanava tiivistää yhteistyötä yksityisen sektorin ja tutkimuslaitosten kanssa TKI-politiikkaan liittyvissä kysymyksissä, joilla on vaikutuksia kansalliseen turvallisuuteen. Tilannekuvan seuraaminen sekä omien tavoitteiden kirkastaminen on oleellinen osa myös kansainvälistä vaikuttamista.

Suomen kannalta keskeisiä globaalia teknologiakehitystä koskevia kysymyksiä ovat, kenen kanssa voidaan tulevaisuudessa tehdä yhteistyötä, ja mitkä ovat valintojen seurannaisvaikutukset eri kysymyksiin sekä eri sidosryhmiin niin valtionhallinnossa kuin yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa. Euroopan haasteet teknologiakilpailussa voivat heijastua myös Suomeen, mutta Suomen tulisi tehdä aktiivisesti toimia, jotta se voi myös hyötyä parhaalla mahdollisella tavalla Euroopan unionin uusista ohjelmista ja aloitteista. Tilannekuvaa tulisi myös luoda eri globaalien toimijoiden kyvykkyyksistä.

Lähtökohdat puolustushallinnolle luoda uusia yhteistyömalleja yksityisen sektorin kanssa ovat Suomessa hyvät. Erityisesti suuret ja keskisuuret yritykset ovat tietoisia kansallisen turvallisuuden tarpeista ja teknologiayritykset ovat myös hyvin perillä globaalista kehityksestä, koska se vaikuttaa myös niiden omaan toimintaympäristöön.

Teknologiaan liittyvien kysymysten käsittely vaatii sekä poikkihallinnollisen että laajasti eri sidosryhmiä tavoittavan keskustelufoorumin. Keskeinen kysymys onkin, tarvitaanko nykyisiin organisaatioihin muutoksia vai muutoksia toimintatapoihin, mikäli yhteistyötä halutaan näiden kysymysten osalta kehittää.

Julkishallinnon, yksityisen sektorin ja tutkimuslaitosten vuorovaikutus

Murroksellisten teknologioiden ja innovaatioiden muodostama kokonaisuus on laaja-alainen ja monitieteinen. Teknologioita kehitetään pääosin yksityisellä sektorilla kaupallisiin tarkoituksiin tai siviilitutkimukseen perustuen tutkimuslaitoksissa ja yliopistoissa. Yksityisellä sektorilla tutkimus painottuu usein soveltavaan tutkimukseen, kun tutkimuslaitokset vastaavat perustutkimuksesta, jolloin myös aikahorisontti on pidempi. Valtiot voivat myös osallistua tutkimus-, kehitys- ja innovaatiohankkeisiin esimerkiksi rahoittajan roolissa.

Turvallisuusviranomaisten ja puolustushallinnon näkökulmasta haasteena on kehityksen nopeus ja arvaamattomuus. Koska tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta on pirstaloitunut eri toimijoille ja sitä tehdään moninaisista lähtökohdista, on kehityksen ennakointi ja seuranta haastavaa. Näkymä ja pääsy valtion ulkopuoliseen teknologiaosaamiseen ovat koko ajan kriittisempiä. Tähänkin kokonaisuuteen liittyvät huoltovarmuuskysymykset, kuten osaamisen huoltovarmuus, jota on tarkasteltu esimerkiksi Huoltovarmuuskeskukseen teettämässä ”Kriittisen osaamisen hallinta”-selvityksessä.¹² Valtioilla on harvoin yksinoikeutta uuden teknologian käyttöönotossa, vaan teknologiaa voivat hyödyntää myös vihamieliset tahot.

Tässä selvityksessä tarkastellaan, miten yksityinen sektori ja tutkimuslaitokset Suomessa ja verrokki-maissa näkevät roolinsa kansallisen turvallisuuden näkökulmasta sekä mitä yhteistyön foorumeita yhteistyöllä julkisen ja yksityisen sektorin välille on rakennettu ja vastaavatko nykyiset foorumit tarkoitustaan. Keskeinen kysymys on myös, miten valtionhallinnon eri sektorit saavat tietoa toisiltaan. Teknologiakehityksen myötä myös puolustusteollisuuden määritelmä laajenee, mikä laajentaa myös sitä yrityskenttää, jonka kyvykkyysiin puolustushallinnolla tulisi olla näkymä. Tarkoituksena on selvittää yhteistyön tiivistämisen ja laajentamisen edellytyksiä ja yhteistyön toimivuuden nykytilaa sekä julkisen ja yksityisen sektorin välillä, että valtionhallinnon sisällä.

Haastatteluaineiston perusteella pääosin yrityksissä ja julkisella sektorilla katsotaan, että suomalaiset yritykset tiedostavat hyvin yksityisen sektorin roolin kansalliseen turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä. Suomalaisia yrityksiä kuvataan ”isänmaallisiksi” ja niiden nähdään ajavan oman liiketoiminnan ohella Suomen

etua. Erityisesti kriisivarautumiseen ja huoltovarmuuteen liittyvät kysymykset ovat hyvin tiedostettuja, joita on edistänyt esimerkiksi pitkään kehitetty Huoltovarmuuskeskukseen huoltovarmuuspoolijärjestelmä sekä esimerkiksi puolustusvoimien järjestämä maanpuolustuskurssitoiminta. Myös yleinen asevelvollisuus ylläpitää niin sanottua kokonaisturvallisuuden kulttuuria. Ukrainan sodan myötä turvallisuuskysymykset ovat ajankohtaisia lähes kaikille, joten keskinäisriippuvuus nähdään olevan ymmärretty laajasti läpi kentän.

Toisaalta yrityksen päätehtävä on kuitenkin tuottaa voittoa ja varmistaa oman toiminnan jatkuminen. Mikäli valtionhallinto haluaa tiivistää yhteistyötä turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä, tulisi myös tämä näkökulma ottaa huomioon ja pohtia mahdollisia kompensatioita tai muita lainsäädännöllisiä keinoja, kuten esimerkiksi varautumisvelvoitteita, jotta kysymykset näkyvät yritysten päätöksenteossa. Turvallisuus osana innovaatiotoimintaa voi olla hyvin rajoittavaa, eikä se aina tue siinä keskeisessä asemassa olevaa avoimeen tiedonvaihtoon perustuvaa kokeilukulttuuria. Tämä voi näkyä esimerkiksi pienten, aloittavien yritysten mahdollisuuksissa kieltäytyä tietyn tahon tarjoamasta rahoituksesta.

Joskus yritykset ovat jopa paremmin perillä globaalin teknologiakehityksenkin kysymyksistä kuin julkisen hallinnon tai tutkimuslaitosten toimijat, sillä esimerkiksi globaalit arvoketjut ja mahdolliset vienti- ja tuontirajoitteet sekä erilaiset pakotteet ovat keskeinen osa niiden toimintaympäristöä, jos ne toimivat Suomen rajojen ulkopuolella. Samalla osa yrityksestä on erikoistunut nimenomaan valtionhallinnon turvallisuuteen liittyviin palveluihin. Lähtökohtaisesti haastatellut yritykset suhtautuivat positiivisesti yhteistyöhön myös puolustushallinnon kanssa ja osa yrityksistä toivoi sitä jopa enemmän. Erilaiset kriisit viime vuosien aikana ovat myös nostaneet varautumiskysymykset lähelle yritysten arkea. Suhtautuminen puolustushallinnon kanssa tehtävään yhteistyöhön voi olla myös kiinni ajoituksesta. Ukrainan sota on toistaiseksi osittain vaimentanut alaan kohdistuvaa eettistä varauksellisuutta, mutta suhtautuminen suomalaiseen puolustusalan tukemiseen ja vientiin voi ajan myötä muuttua.

Myös yliopistot ja tutkimuslaitokset tiedostavat roolinsa turvallisuuskysymyksissä, varsinkin kriittisen osaamisen ja osaajien kouluttamisen näkökulmasta sekä tutkimuksen tuottamisen näkökulmasta. Toisaalta esimerkiksi venäläisten ja kiinalaisten kanssa tehtävän tutkimusyhteistyön tulevaisuutta ja seurauksia

¹² Huoltovarmuusorganisaatio MIL-pooli (2021): ”Kriittisen osaamisen hallinta. Selvitystyön loppuraportti”. Haettu 28.2.2023 osoitteesta: <<https://www.huoltovarmuuskampus.fi/files/6dfe2c58429c27fd66f27d7ba428520e0e1b0342/kriittisen-osaamisen-hallinta-raportti.pdf>>.

sen mahdollisesta lopettamisesta ei ole juuri arvioitu. Vaikutukset voivat ulottua niin tutkimukseen kuin laajemmin kriittiseen osaamiseen liittyviin kysymyksiin. Opetus- ja kulttuuriministeriö on laatinut vuonna 2021 korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja muiden sidosryhmien kanssa suosituksia ”riskitietoisesta” akateemisesta yhteistyöstä kiinalaisten kumppaneiden kanssa.¹³ Suomalaiset yliopistot toimivat hyvin autonomisesti ja turvallisuuskysymykset eivät aina sovi vapaan, avoimen tutkimuksen kanssa yhteen. Tutkimuksella voi kuitenkin olla vaikutuksia myös kansalliseen turvallisuuteen. Ukrainan sodan tuomat rajoitukset ovat tuoneet turvallisuuskysymykset myös yliopistoille, kun tutkimusyhteistyötä Venäjän kanssa on rajoitettu. Haastatteluissa selvisi myös, että yliopistoillakin on nähtävissä asennemuutos puolustuksen kanssa tehtävään yhteistyöhön ja Ukrainan sodan jälkeen suhtautuminen on aiempaa positiivisempaa.

Keskeinen haaste puolustusteollisuuden määritelmän laajentuessa on lisätä myös yhteistyöverkostoa uusiin toimijoihin. Nykyiset foorumit tavoittavat lähinnä suurempia jo asemansa vakiinnuttaneita suomalaisia yrityksiä. Näkymää suomalaisiin startup-yrityksiin ja niiden kyvykkyyksiin ei puolustushallinnossa juuri ole, vaikka osaa valtio tukee esimerkiksi Business Finlandin rahoituksen kautta. Aloittavilla yrityksillä ei välttämättä ole mahdollisuuksia kieltäytyä rahoituksesta tai tarkastella turvallisuuskysymyksiä ilman tukea ja kompensatiota. Tällä hetkellä puolustushallinnolla ei ole systemaattista näkymää yksityisten yritysten hallitsemaan teknologiaosaamiseen, vaikka tiettyjen monien yritysten ja varsinkin perinteisten puolustusalan yritysten kanssa yhteistyötä tehdäänkin.

Erilaisia foorumeita Suomen valtionhallinnon, yksityisen sektorin ja tutkimuslaitosten yhteistyöhön niin turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä kuin turvallisuuteen liittyvän ennakointi-, innovaatio- ja teknologiapolitiikkaan liittyvissä on useita. Aiheiden käsittely on kuitenkin sirpaloitunut eri foorumeille, eikä varsinaista kokonaiskuvaa teknologiakehityksen turvallisuuskysymyksistä ole yksittäisellä taholla. Tästä huolimatta kysymyksiä kyllä käsitellään useilla eri tasoilla ja näkökulmista ja pääsääntöisesti yhteistyö eri tahojen välillä koetaan toimivaksi, mutta kritiikkiäkin löytyi.

Keskeisiä toimijoita valtion oman TKI-toiminnan sekä ennakkoinnin kannalta ja sen kehittämiseen yhdessä yksityisen sektorin ja tutkimuslaitosten kanssa ovat Business Finland, Teknologian tutkimuskeskus (VTT), Suomen akatemia ja tietyissä kysymyksissä Sitra.

Lisäksi Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta MATINE ja Puolustusvoimien oma tutkimus- ja kehittämistoiminta ovat keskeisiä, vaikka niiden budjetti on suhteellisen pieni edellisiin verrattuna. Huoltovarmuuskeskuksen poolit ja puolustusvoimien maanpuolustuskurssi ovat myös keskeisiä foorumeita yhteistyölle julkisen ja yksityisen sektorin kanssa erityisesti varautumiseen liittyvissä kysymyksissä. Puolustusvoimat koordinoi omaa Teknologianeuvostoaan, jossa jäsenenä on ministeriöitä, tutkimustoimijoita sekä elinkeinoelämän edustajia.

Myös eri ministeriöillä on teknologia- ja turvallisuuskysymyksiä käsitteleviä foorumeita, johon osallistuu sekä valtionhallinnon että yksityisen sektorin edustajia. Myös julkiset hankinnat sitovat yrityksiä julkishallintoon. Foorumeita ovat esimerkiksi valtioneuvoston kanslian Tutkimus- ja innovaationeuvosto, valtiovarainministeriön Teknologianeuvottelukunta, työ- ja elinkeinoministeriön Avaruusneuvottelukunta ja liikenne- ja viestintäministeriön Verkkoturvallisuuden neuvottelukunta. Lisäksi eri etujärjestöt kuten Puolustus- ja ilmailuteollisuus ry (PIA), Teknologia-teollisuus ja Elinkeinoelämän keskusliitto voivat tuoda yksityisen sektorin näkökulmia hallinnon tietoon ja käydä dialogia. Digital Defence Ecosystem (DDE) on myös tuonut yhteen puolustusalan yrityksiä sekä tutkimuslaitoksia, jossa tavoitteena on edistää alan vientiä ulkomaille. Puolustushallinto ei ainakaan toistaiseksi ole mukana DDE:ssä.

Valtionhallinnon sisäinen, mutta eri organisaatioista toimijoita kokoava foorumi on esimerkiksi puolustusministeriön koordinoima Turvallisuuskomitea. Ennakointia tekevistä toimijoista on myös koostettu Kansallinen ennakoitiverkosto, joka toimii keskustelu- ja yhteistyöfoorumina poliittisen päätöksenteon tueksi.¹⁴ Haastatteluissa mainittiin myös ministeriöiden kansliapäällikkökokoukset mahdollisuutena nostaa esiin kootusti myös uusia turvallisuuteen liittyviä kysymyksiä, jotka saadaan koko valtionhallinnon tietoon. Digitalisaation, datatalouden ja julkisen hallinnon kehittämisen ministeriyöryhmä koordinoi näihin liittyviä toimenpiteitä ja tilannekuvaa. Valtion kyberturvallisuusjohtaja koordinoi kyberturvallisuuteen liittyviä asioita.

Haastatteluissa kysyttiin näkemyksiä siihen, vastaavatko nykyiset foorumit tarkoitustaan vai puuttuuko tarkoituksenmukainen foorumi. Valtionhallinnon sisäinen tiedonvaihto ja viranomaiskeskustelu koettiin pääasiassa toimivaksi – tietoa saa silloin, kun tarve on.

¹³ Opetus- ja kulttuuriministeriö (2021): ”Toimintatapasuosituksia akateemiseen yhteistyöhön Kiinan kanssa”. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2021:51. Haettu 26.2.2023 osoitteesta: <<https://okm.fi/-/toimintatapasuositukset-tukemaan-akateemista-yhteistyota-kiinan-kanssa>>.

¹⁴ Kansallinen ennakoitiverkosto (2023): <https://www.foresight.fi/kev>

Pääsääntöisesti nykyiset foorumit koettiin toimiviksi eikä toiveita uusista hallintorakenteista juuri noussut esiin muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Vahva näkemys oli, että yhteistyötä ja dialogia voisi lisätä ja nykyisiä rakenteita parantaa, ei niinkään luoda uusia. Hallinnon välisessä yhteistyössä hierarkia nähtiin matalana ja ryhmittäytyminen eri aiheiden ympärille koettiin vaivattomaksi. Kokemus oli myös, että viime vuosien aikana tiedonkulkuun on tehty parannuksia ja pyritty laajemmin luomaan kokonaiskuvia valtionhallinnon eri organisaatioiden välille.

Turvallisuuskomiteaa on pidetty hyvänä turvallisuuskysymysten herättäjänä, joka tavoittaa useita eri sidosryhmiä. Hyviä kokemuksia on ollut myös esimerkiksi 5G-teknologiaan liittyvien kysymysten käsittelyssä monien eri toimijoiden kanssa, jossa päästiin hyvään lopputulokseen sekä sääntelyn että tasapainon kansallisen turvallisuuden ja innovaatiotoiminnan sääntelyn ja tasapainon välillä.

Tiedonvaihdossa koettiin myös olevan sekä kulttuurillisia että juridisia haasteita. Osista kysymyksistä puutuivat vastinparit eri organisaatioiden väliltä. Eri ministeriöissä käytetään eriäviä tietojärjestelmiä, mikä osaltaan vaikeuttaa tiedonhakua ja -kulkua. Yhteistyön toimivuudessa oli myös eroja ministeriöiden välillä ja joidenkin välinen yhteistyö koettiin toimivammaksi kuin toisten. Joidenkin ministeriöiden hallinnonalat ovat lähempänä toisiaan, jolloin myös yhteistyötä ja erilaisia kanavia tälle on kehitetty pidempään. Haasteena voi olla tuoda uusia läpileikkaavia teemoja uusien hallinnonalojen välille.

Tiedonsaanti ja tilannetiedon jakaminen ei ole kaikkien kysymysten osalta systemaattista, vaan saattaa perustua yksittäisiin tapauskohtaisiin yhteydenottoihin ja tietopyyntöihin. Huomioitavaa on kuitenkin, että ryhmittäytyminen tarvittaessa koettiin olevan helppoa ja tarvittaessa vastauksia sai myös muista organisaatioista. Varsinaista koko hallinnon kattavaa turvallisuus- ja teknologiakoordinointia ei tällä hetkellä ole ja myös vastinpareja eri organisaatioiden välillä katsottiin puuttuvan. Tarve keskustelulle uusista uhista ja vaikutuksista koettiin kuitenkin tärkeäksi ja tiedonvaihtoa haluttiin myös parantaa. Siiloutumista teknologiakysymysten välillä oli havaittu, koska eri ministeriöt tarkastelevat asiaa erilaisista näkökulmista, jolloin vaarana on, että oikea-aikaista tietoa ei tule jaettavaksi.

Valtionhallinnon näkymä ja pääsy yksityisten toimijoiden hallitsemaan teknologiaosaamiseen ja kyvykkyyksiin ei ole erityisen systemaattinen. Valtio voi toimia monien kehitysprojektien rahoittajana. Lähtökohtaisesti yritysten osaaminen ja kyvykkyyden kuuluvat liikesa-

laisuuden piiriin. Haastatteluiden perusteella kuitenkin näkymä osaamiseen oli hyvä ja esimerkiksi kriisitilanteissa yritykset voivat jakaa tietojaan mielellään, pois lukien selvästi liikesalaisuuden piiriin menevät asiat. Yhteistyön yritysten kanssa nähtiin sujuvan hyvin ja myös yrityksillä on omat intressinsä ylläpitää suhteita valtionhallintoon esimerkiksi niitä koskevaan sääntelyyn liittyen. Joidenkin yritysten näkökulmasta nähtiin, että toimivaa foorumia yhteistyölle ei ole ja yhteydenpito on enemmän tarpeen mukaan tilanteen vaatiessa. Osa nykyisistä foorumeista ei myöskään tavoittanut kaikkia kiinnostuneita yrityksiä, kun edustajia foorumiin nimettiin. Yleisesti kuitenkin yrityksissä oli näkemys, että valtionhallinto kuuntelee niiden näkemyksiä.

Huomioitavaa on myös, että aiemmin käyty jatkuva vuoropuhelu korkeakoulujen ja tilastokeskuksen kanssa tulevien osaajien tarpeesta on lopetettu. Osaamisen ennakkoinnissa ja jatkuvan tilannekuvan tarkastelussa on siis myös puutteita valtionhallinnossa. Suomi ei haastattelututkimuksen perusteella myöskään ole korkeatasoista osaamista koskevan ongelman kanssa yksin. Verrokkimaista Tanskassa haastateltavat painottivat lahjakkaiden henkilöiden hyödyntämisen ja kouluttamisen olevan maan murroksellisten teknologioiden tutkimuksen suurin ongelma. Heidän mukaansa Tanskassa ei olla pitkini aikoihin tietoisesti panostettu tietynlaisen osaamispohjan saavuttamiseen koulutuksen avulla. Katsantotavassa olisi kiireellisesti tapahduttava muutos, sillä murroksellisiin teknologioihin liittyvän tutkimuskompetenssin saavuttaminen kestää pitkään.

Selvityksen viitemaissa yhteistyötä julkisen ja yksityisen sektorin välillä puolustukseen ja turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä on pyritty vahvistamaan eri tavoin ja erilaisista lähtökohdista. Kaikissa viitemaissa tunnistettiin se, että merkittäviä innovaatioita voi syntyä yksityisellä sektorilla ja sotilaallisesti keskeiset innovaatiot voivat olla alun perin tehty siviili- ja kaupalliseen tarkoitukseen. Yhteistyötä yksityiseen sektoriin on siis pyritty tiivistämään eri keinoin, ja puolustushallinnot pyrkivät hyödyntämään myös yksityisellä sektorilla syntyviä innovaatioita. Suuremmilla mailla, kuten Yhdysvalloilla ja Ranskalla, on huomattavasti paremmat edellytykset pyrkiä myös osittaiseen omavaraisuuteen tiettyjen teknologioiden osalta. Pienemät maat kuten Alankomaat ja Tanska ovat lähinnä keskittyneet pohtimaan hankintaketjuja valmiin teknologian hankkimiseksi ulkomailta sekä pyrkineet tuomaan omaa erityisosaamista kansainväliseen yhteistyöhön esimerkiksi EU:n tai Naton rakenteiden puitteissa. Haastatteluissa nousi kuitenkin myös esiin, että pienemmät maat ovat aiempaa enemmän alkaneet panostamaan omaan TKI-toimintaansa.

TKI-politiikka ja kansallinen turvallisuus



Tutkimus, kehittämis- ja innovaatiotoiminta on keskeisessä roolissa uusien, murroksellisten teknologioiden synnyssä sekä kansainvälisten tutkimusten mukaan ratkaisevan tärkeässä asemassa vauhdittamassa kansallista talouskehitystä.¹⁵ Tässä selvityksessä tutkitaan murroksellisten teknologioiden vaikutuksia kansalliseen turvallisuuteen. Selvityksessä esitetään haastattelututkimuksesta esiin nousevien keskeisten havaintojen perusteella suosituksia kansallisen TKI-politiikan kehittämiseksi.

Puolustushallinnon näkökulmasta globaalin tilannekuvan ohella keskeistä on pohtia laajemmin suomalaisen TKI-politiikan ja investointien suuntaa ja merkitystä kansallisen turvallisuuden näkökulmasta. Lisäksi hankkeessa selvitettiin, miten teknologista kehitystä seurataan tai ennustetaan sekä miten huolehditaan riittävästä osaamisesta. Merkittävä osa innovaatioista sekä tutkimus- ja kehittämistoimintaa tehdään yksityisellä sektorilla. Jos puolustushallinto haluaa käyttöönsä uusimmat teknologiat, on niitä voitava hankkia myös yrityksiltä tai kehitettävä yhteistyössä niin yritysten kuin tutkimuslaitosten kanssa. Teknologisen ymmärryksen ja osaamisen kehittämiseen liittyy niin ennakointikyky, riittävän osaamisen varmistaminen ja osaamisen huoltovarmuuskysymys sekä kansainvälinen yhteistyö. Kaikki linkittyvät osaksi laajempaa TKI-politiikan kokonaisuutta. Keskeistä tässä on teknologioiden merkityksen ymmärtäminen, innovaatioiden seuranta, hallinta sekä suhteiden luominen eri toimijoihin.

Selvityksessä keskeisiä kysymyksiä ovat, miten murroksellisten teknologioiden merkitys on tunnistettu eri toimialojen TKI-politiikassa ja -rahoituksessa. Lisäksi tarkasteltiin, miten murroksellisten teknologioiden merkitys tunnistetaan kansallisen turvallisuuden näkökulmasta. Tarkoitus on pohtia, millaista TKI-politiikkaa Suomessa tulisi tavoitella, jotta turvallisuusnäkökulma huomioitaisiin paremmin. Lisäksi selvitettiin, miten teknologiakehitystä tällä hetkellä seurataan ja

ennustetaan. Keskeistä on myös kysymysten osalta tehtävä kansainvälinen vaikuttaminen ja yhteistyö.

Valtioneuvoston ajankohtaiselonteko turvallisuusympäristön muutoksesta vuonna 2022 linjaa, että Suomelle on tärkeää kehittää eurooppalaista puolustusteollista ja -teknologista pohjaa Euroopan unionin kautta.¹⁶ Selonteon mukaan Suomen tulisi myös hyödyntää Euroopan puolustusrahaston (European Defence Fund, EDF) tuomia mahdollisuuksia jäsenmaiden yhteiselle puolustusteollisuuden TKI-yhteistyölle kehittääkseen omaa teollista ja teknologista pohjaa. Myös Yhdysvaltojen kanssa halutaan tehdä taloudellista ja teknologista yhteistyötä uusien teknologioiden osaamisen kehittämiseksi. Tavoitteiden saavuttaminen vaatii kuitenkin Suomelta ensin kansallisen TKI-politiikan kirkastamista kansallisen turvallisuuden näkökulmasta. TKI-toiminnan ja -politiikan ja turvallisuuspolitiikan yhtymäkohdista on keskusteltu myös esimerkiksi valtioneuvoston kanslian tutkimus- ja innovaationeuvostossa syyskuussa 2022.

TKI-politiikan suunnan määrittelyssä keskeistä on myös poliittinen ohjaus. Vuonna 2021 perustetun Valtioneuvoston parlamentaarisen TKI-työryhmän loppuraportti linjasi, että Suomen tavoitteena tulee olla nostaa T&K-menot neljään prosenttiin maan BK-T:sta kuluvan vuosikymmenen loppuun mennessä. Työryhmä esitti kehitysehdotuksinaan, että Suomeen säädetään T&K-rahoituslaki, laaditaan kehyskautta pidempi rahoitus suunnitelma, sekä otetaan käyttöön pysyvä ja nykyistä laaja-alaisempi tutkimus- ja kehystoiminnan verokannustin.¹⁷ Uudistukset ovat linjassa myös tämän selvityksen haastatteluissa esitettyjen ehdotusten kanssa. Esimerkiksi korkeakoulu- maailmasta esitettiin, että T&K-menot nostettaisiin neljään prosenttiin. Lisäksi TKI-politiikkaan kaivattiin systemaattisuutta ja pitkäjänteisyyttä. TKI-työryhmän loppuraportissa ei kuitenkaan tarkasteltu turvallisuusnäkökulmaa lainkaan.

¹⁵ Erkki Ormala (2019): "Suomen kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaaminen 2020-luvulla". Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 1/2019. Haettu 12.2.2023 osoitteesta <https://tem.fi/documents/1410877/2132296/Selvitysmies+Erkki+Ormalan+raportti+1_2019/8e799682-a794-cd37-df13-bbaa27e6cf44>.

¹⁶ Valtioneuvosto (2022): "Ajankohtaiselonteko turvallisuusympäristön muutoksesta" Valtioneuvoston julkaisu 2022:18. Haettu 12.2.2023 osoitteesta: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163999/VN_2022_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

¹⁷ Valtioneuvoston parlamentaarinen TKI-työryhmä (2021): "Parlamentaarisen TKI-työryhmän loppuraportti". Valtioneuvoston julkaisu 2021:95. Haettu 10.2.2023 osoitteesta: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163709/VN_2021_95.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Muitakin selvityksiä Suomen TKI-politiikan suunnasta on valmistunut viime vuosina. Työ- ja elinkeinoministeriön laatimassa vuoden 2019 raportissa ”Suomen kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaaminen 2020-luvulla” tarkasteltiin keinoja Suomen kansainvälisen kilpailukyvyyn parantamiseksi. Kilpailukyvyyn parantamiseksi tarvitaan uusia mahdollisuuksia liiketoimintaan sekä menestyviä innovaatioita. Jotta kehityshankkeita ja soveltavaa tutkimusta syntyisi, edellyttää se raportin mukaan merkittäviä lisäresursseja. Perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen vuorovaikutuksen lisäämiseksi on vahvistettava yhteistyötä yliopistojen, tutkimuslaitosten ja teollisuuden välillä. Tutkimusjärjestelmä on sirpaloitunut eikä sitä koordinoita tarpeeksi. Osaamispotentiaalin lisäksi julkisen sektorin valmiudella ekosysteemien rahoittamiseen on teollisuuspoliittisia vaikutuksia: ne ovat merkittäviä tekijöitä kansainvälisten yritysten valitessa omien tuotantokosysteemiansa sijoituspaikkoja.¹⁸

Huoltovarmuuskeskuksen Kriittisen osaamisen hallinta-selvitystyön loppuraportti vuodelta 2021 toteaa, että Suomella tulee olla tarvittavaa teknologista ja teollista osaamista, jotta kriittisiä järjestelmiä voidaan ylläpitää, muokata ja käyttää myös kriisitilanteissa. Tämä osaaminen sijaitsee raportin mukaan puolustusvoimissa, suomalaisessa puolustusteollisuudessa, tutkimuslaitoksissa ja tiedeyhteisössä. Raportissa esitetään muun muassa, että korkeakoulujen strategisessa ohjauksessa pitäisi tunnistaa kriittisen osaamisalueet, yhteistyön lisäämistä koulutuksen ja muiden toimijoiden välille, tutkimuksen rahoittamisen kehittämistä, puolustushallinnon tutkimusstrategian kehittämistä ja VTT:n roolin kehittämistä sekä erilaisia toimia TKI-toiminnan kehittämiseen.¹⁹

Suomalaisen TKI-politiikan suuntaviivoja on linjattu viime vuosien aikana. Poliittisista puolueista ja virkakunnasta vaikuttaisi löytyvän tahtotilaa kasvattaa Suomen TKI-panostuksia seuraavien vuosien aikana. TKI-politiikan turvallisuusnäkökulmastakin on linjattu ajankohtaissselonteossa turvallisuusympäristön muutoksesta. Selonteossa oli tunnistettu myös uudet tek-

nologiat, sekä niitä koskeva yhteistyö EU:n ja Naton välillä.²⁰

TKI-politiikan ja murroksellisten teknologioiden merkityksen sisäistäminen on ensiarvoisen tärkeää, sillä Suomi on jo jäämässä kansainvälisessä vertailussa jälkeen keskeisistä vertailumaista. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan helmikuun 2023 raportissa todetaan, ettei Suomi ole viime vuosina riittävästi pysynyt keskeisten vertailumaiden tasolla murroksellisten teknologioiden tarjoamien mahdollisuuksien osalta. Kyse on myös kestävästä hyvinvoinnista, jossa Suomi on tähän asti ollut edelläkävijä. Tulevaisuusvaliokunta peräänkuuluttaa tieto- ja teknologiapolitiikan johtamiseen poikkihallinnollista yhteistyötä, jossa kaikkien toimijoiden tarpeet huomioitaisiin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.²¹

Tulevaisuusvaliokunnan raportin mukaan digitaalisesta infrastruktuurista tulisi laatia poikkihallinnollinen palvelukokonaisuus. Valiokunta suosittelee vuonna 2023 aloittavalle eduskunnalle vuonna 2021 perustetun ministeriöiden yhteisen digitoimiston ja ministeriöryhmän yhteistyön kehittämistä vakinaistamalla niiden hyviä kokemuksia kartuttaneet rakenteet. Tämän digitoimiston tehtäviä voisivat raportin mukaan olla esimerkiksi tietoperustan laajentamisen koordinointi, poikkihallinnollisten pohdintojen laatiminen, sekä tietopolitiikan reunaehtojen määrittelemine ja tavoitepäättöksen valmistelu. Tämän jälkeen jatkoskenaariossa toteutettaisiin muuttuvien olosuhteiden perusteella merkittävämpiä rakenteellisia muutoksia, kuten virtuaalisen ministeriön ja digiministerin tehtävän perustaminen. Ruotsin mallia mukailevan yhte-näisen valtioneuvoston perustaminen olisi raportin mukaan sisäpoliittisesti vaikeasti toteutettavissa.²² Digitoimiston ja ministeriöryhmän yhteistyön kehittäminen on ehdottomasti kannatettava ajatus, jota on syytä kehittää jatkossa murroksellisista teknologioista kansalliseen turvallisuuteen aiheutuviin vaikutuksiin pureutuvan TKI-toiminnan koordinaation rinnalla. On kuitenkin pidettävä silmällä, ettei kumpikaan hanke syö toiselta voimavaroja.

¹⁸ Erkki Ormala (2019): ”Suomen kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaaminen 2020-luvulla”. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu. Haettu 12.2.2023 osoitteesta: <https://tem.fi/documents/1410877/2132296/Selvitysmies+Erkki+Ormalan+raportti+1_2019/8e799682-a794-cd37-df13-bbaa27e6cf44>.

¹⁹ Heikki Härtsiä (2021): ”Kriittisen osaamisen hallinta. Selvitystyön loppuraportti.” Huoltovarmuusorganisaatio MIL-pooli. Haettu 11.2.2023 osoitteesta: <<https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/files/6dfe2c58429c27fd66f27d7ba428520e0e1b0342/kriittisen-osaamisen-hallinta-raportti.pdf>>.

²⁰ Valtioneuvosto (2022): ”Ajankohtaissselonteko turvallisuusympäristön muutoksesta”. Valtioneuvoston julkaisu. Haettu 12.2.2023 osoitteesta: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163999/VN_2022_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

²¹ Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta (2023): ”Tieto- ja teknologiapolitiikan poikkihallinnollinen johtaminen”. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 5/2022. Haettu 1.3.2023 osoitteesta <<https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/TUVJ-5-22.pdf>>.

²² Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta (2023): ”Tieto- ja teknologiapolitiikan poikkihallinnollinen johtaminen”. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 5/2022. Haettu 1.3.2023 osoitteesta <<https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/TUVJ-5-22.pdf>>.

Murroksellisten teknologioiden merkityksen tunnistaminen

Selvityksen haastatteluissa haluttiin vielä tarkemmin selvittää, miten eri toimialojen TKI-politiikassa ja rahoituksessa on tunnistettu murroksellisten teknologioiden merkitys. Valtionhallinnon puolella oli havaittavissa näkemys, että murrokselliset teknologiat voisivat olla valtionhallinnossa vahvemmin mukana läpileikkaavana teemana, koska kyseessä on laaja-alainen kokonaisuus. Niiden merkitys olisi vielä paremmin tunnistettava TKI-rahoituksessa, joka on valtionhallinnon vastaajien mukaan teknologian osalta pikemminkin laskenut. Toisaalta joidenkin hallinnonalojen TKI-rahoitus on heidän mukaansa suunnattu lähes kokonaan murroksellisten teknologioiden kehittämiseen.

Valtionhallinnon vastaajat peräänkuuluttivat myös tarkempaa vastuunjakoa osaamisen hallinnoinnissa: heidän mukaansa olisi pohdittava, minkä osaamisen pitää olla puolustushallinnon kontrollissa, minkä puolestaan tutkimuslaitosten ja yritysten osaamista. Murroksellisiin teknologioihin liittyvien osaamistarpeiden toivottaisiin näkyvän myös kansallisessa TKI-politiikassa. Kuitenkin useilla hallinnonaloilla murrokselliset teknologiat olivat keskeinen osa TKI-politiikan prioriteetteja. Turvallisuusnäkökulmaa toivottiin myös enemmän keskusteluun, mutta tätä pidettiin myös potentiaalisesti rajoittavana tekijänä innovaatioille.

Yritysten edustajat näkivät Marinin hallituksen pitäneen murroksellisten teknologioiden teemaa esillä TKI-politiikassa. Heidän mukaansa niihin on saatavilla julkista rahoitusta erityisesti yritysten alkuvaiheessa suhteellisen hyvin. Esimerkkinä mainittiin Business Finlandin rahoitusinstrumentit ja lainat, joiden merkityksen mainittiin olevan teollisuuden kannalta erittäin suuri. Niillä myös mainittiin olevan suurta merkitystä yritystoiminnan alkuvaiheessa, kun toiminta on vasta käynnistymässä. Satsauksia murroksellisten teknologioiden rahoittamiseen pitäisi kuitenkin yritysten mukaan roimasti lisätä, ottaen huomioon, että muros on vasta alkamassa. Haasteena yritykset näkivät Suomen pääomaköyhyyden, jonka seurauksena huippuyritykset ja niiden myötä teknologiajohtajuus sekä kilpailukykyetu usein valuvat ulkomaille. Jos ja kun yritykset kasvavat, kansainvälisen, huomattavasti suomalaista suuremman rahoituksen merkitys kasvaa ja suhteellisesti suomalaisen julkisen rahoituksen merkitys vähenee. Ulkomaiseen rahoitukseen ja suo-

malaisten yritysten omistuksen mahdolliseen siirtymiseen ulkomaille liittyy myös turvallisuuskysymyksiä, jos kyseessä on kriittistä teknologiaa tai osaamista tuottava yritys. Tähän ”kypsempien” yritysten rahoitukseen pitäisi yritysten mukaan Suomessa löytää järjestelmällinen ratkaisu.

Haastatteluissa katsottiin, että eurooppalaista rahoitusta on saatavilla huomattavasti verrattuna Yhdysvaltoihin tai Kiinaan. Haasteena Suomessa olisi saada myös yksityisen sektori osallistumaan TKI-rahoitukseen. Aiemmin merkittävänä investoijana on ollut esimerkiksi Nokia, mutta nyt Suomeen on keskittynyt enemmän pienempiä ja keskisuuria yrityksiä, joiden TKI-panostukset ovat rajallisia.

Murroksellisten teknologioiden merkitys kansallisen turvallisuuden kannalta on haastattelututkimuksen mukaan tunnistettu korkeakouluissa, joissa on pysytty edistämään keskeisiä tutkimusaloja. Ne ovat panostaneet koulutukseen, kestäväyyteen, energia-asioihin, tietoturvaan, 6G-teknologiaan ja tekoälyyn. Korkeakoulut näkivät kuitenkin TKI-politiikassa olevan paljon kehitettävää. Ne joutuvat esimerkiksi jatkuvasti jännittämään, miten tuet jakautuvat, TKI-politiikan tuki-instrumentti koettiin monimutkaiseksi ja tukien allokoinnissa nähtiin paljon sattumanvaraisuutta. Korkeakoulujen vastaajien näkemys oli, että tukien jakelu voisi olla systemaattisempaa ja pitkäjänteisempää, sillä korkeakoulujen tuottaman perustutkimuksen aikahorisontti voi olla pitkä. Tutkimuslaitosten taholta kuului myös viestiä, ettei rahoitusta ole koskaan tarpeeksi. Lisäksi TKI-työhön sijoittaessa pitäisi tutkimuslaitosten edustajien olla proaktiivisia eikä vain reaktiivisia. Liian usein esiin nouseviin ongelmiin havahdutaan vasta vahingon jo tapahduttua. Haittavaikutuksia ja mahdollisia varautumiskeinoja tulisi tutkimuslaitosten vastaajien mukaan arvioida nykyistä paremmin siltä varalta, että teknologiaa käytetään meitä vastaan. Haastateltujen mukaan Ukrainan sodan myötä tähän ongelmaan on valtionhallinnossa herättykin, sillä julkisrahoitus on kasvanut. Haastattelututkimuksessa teknologian käytöstä kansallista etua vastaan nousi esimerkkinä esiin Savonlinnassa ja muualla Itä- ja Keski-Suomessa maaliskuussa 2022 lentoliikennettä haitannut GPS-signaalin tarkoituksellinen häirintä.²³

²³ Eino Kossila (31.1.2023): ”MOT: GPS-signaaleja häirittiin Suomessa viime vuonna – häiriöt eivät estäisi Turun lentokentän toimintaa”.YLE uutiset. Haettu 13.2.2023 osoitteesta < <https://yle.fi/a/74-20015611>>.

Verrokkimaat ovat tunnistaneet haasteen

Murroksellisten teknologioiden merkitys tunnistettiin myös kaikissa verrokkimaissa, myös turvallisuuspoliittisesta näkökulmasta. Yhdysvalloissa murrokselliset teknologiat on useissa virallisissa linjauksissa todettu olevan suurvaltakamppailun ytimessä ja sen avain poliittiseen, sotilaalliseen ja taloudelliseen valtaan. Yhdysvaltain T&K-toiminnan osuuden puolustusbudjetista todettiin nousseen merkittävästi jo vuosikymmenten ajan ja kaksikäyttöteknologioiden merkityksen kasvaneen viimeisten 10 vuoden aikana. Yhdysvaltain puolustusministeriö ja kansallinen tiedevirasto (National Science Foundation) tekevät yhteistyötä, jossa NSF rahoittaa perustutkimusta, jota puolustusministeriö kykenee hyödyntämään.

Alankomaissa puolustusministeriö on vuodesta 2018 alkaen julkaissut kaksi erillistä strategiaa: puolustus-teollisuusstrategian ja erillisen innovaatiostrategian. Innovaatiot ulotetaan ministeriön rakenteissa mahdollisimman syvälle. Armeijan puolustushaaroilla on omat innovaatioyksikkönsä. Alankomaiden puolustusministeriö investoi eri puolustushaarojen tutkimuslaitosten (Defence Knowledge Institutes, DKI) tutkimus- ja kehitystoimintaan. Asiantuntijahaastatteluissa ja kirjallisissa lähteissä erityisesti painotettiin puolustushallinnon, -teollisuuden ja tutkimuslaitosten välisen ns. kolmikierrerakenteen (Triple Helix) merkitystä T&K-yhteistyön koordinoinnissa. Kyseessä on yksityisen ja julkisen sektorin ristiinroolitus teknologiarakenteissa, jota koordinoidaan puolustus- ja turvallisuusteollisuuden keskusjärjestö NIDV:ssä (Nederlandse Industrie voor Defensie en Veiligheid).

Myös Ranska katsoo murroksellisten teknologioiden olevan elintärkeitä. TKI-politiikka nähdään keinona hallita teknologioita ja kehittää teollisuutta. Tutkimus- ja kehitystoiminta on keskusjohtoista ja myös puolustusministeriöllä on keskeinen rooli. Puolustusministeriön alaisuuteen perustettiin vuonna 2018 maanpuolustukseen ja kansalliseen turvallisuuteen liittyvään tutkimukseen ja kehitykseen erikoistunut virasto, Agence Innovation Défense (AID). Sen operatiivinen vuosirahoitus on miljardi euroa. AID toimii yhteistyössä Ranskan koulutus-, tutkimus- ja innovaatioministeriön (Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, MESRI) kanssa. AID on myös tiiviisti yhteydessä siviilipuolen kansalliseen tutkimusvirastoon (Agence nationale de la recherche, ANR). Puolustusministeriö lanseerasi vuonna 2020 myös kaksi pienten ja keskisuurten yritysten tukirahastoa (DEFINNOV ja DEFINVEST) murroksellisten teknologioiden kehittämisen edistä-

miseksi. Kvanttitekniikan startup-yrityksille on oma keskittymänsä, nimeltään PASCAL, joka sai aluksi DEFINVEST:iltä rahoitusta.

Singaporen kaltaiset pienemmät maat hyödyntävät teknologioita valikoiden, kiinnostuneina ajan tasalla pysymisestä, jotta ne voisivat valita itselleen niistä sopivimmat soveltamista varten. Maassa panostetaan tutkimukseen ja kehitykseen, sillä innovaatiot nähdään kilpailukyvyyn lähteinä ja vaikutuskeinoina. National Research Foundation ja A*STAR ovat kaksi merkittävää valtiollista rahoituslaitosta. Sotilaspuolella pääasiallinen tutkimus- ja kehitystoimija on maanpuolustuksen tiedejärjestö DSO (Defence Science Organization).

Tanskassa murrokselliset teknologiat ovat hallinnolle uusi haaste. Se pyrkii keskittymään niihin vahvemmin yksityisen sektorin teollisuusyritysten ja korkeakoulujen kanssa tehtävän kolmikierreyhteistyön sekä Naton Pohjois-Atlantin puolustusinnovaatiokiihdyttämö DIANA:n (Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic) kautta. Murroksellisiin teknologioihin kohdistunut huomio on vielä toistaiseksi ollut vähäistä, mutta tähän asiaan on jatkossa odotettavissa muutos.

Selvityksen pienimmät viitemaat (Tanska, Hollanti ja Singapore) tunnistavat kaikki suurvaltakilpailun ja teknologioihin liittyvät haasteet pienten valtioiden näkökulmasta. Teknologiassa nähdään kuitenkin myös mahdollisuuksia menestyä kansainvälisillä markkinoilla ja saada taloudellista hyötyä. Lisäksi esimerkiksi Singapore näkee teknologian omien puolustusvoimiensa "vaikuttavuuden tehostajana", johon investoimalla voi parantaa omaa altavastaajan asemaa suurempia vihollisia vastaan. Taloudellisten intressien ja turvallisuuspolitiikan yhteensovittaminen koetaan myös haastavana monissa tilanteissa. Osallistuminen laajempiin projekteihin ja liittoutuminen muiden kanssa tuovat kuitenkin mahdollisuuksia myös pienemmille maille. Pienempien maiden osalta korostuu tarve seurata ja hankkia teknologiaa muualta, sillä täysi omavaraisuus ei ole mahdollista.

Murrokselliset teknologiat ja niihin keskittyvät TKI-toimet ovat myös nousseet keskeiseksi sisältökysymykseksi muilla Suomelle keskeisillä kansainvälisillä foorumeilla kuten Natossa ja Euroopan unionissa.

TKI-rahoituksen ohjaamisen periaatteet

Haastatteluaineiston perusteella ilmenee, että murroksellisten teknologioiden merkitys on tunnistettu niin valtionhallinnon eri organisaatioissa kuin tutkimuslaitoksissa ja yrityksissä. Tutkimuslaitosten osalta havaittiin, että merkitys ei välttämättä näy niille kohdistetussa rahoituksessa. Haastattelujen perusteella voidaan katsoa valtionhallinnon edustajien painottavan vastauksissaan TKI-panostusten jakamista suhteellisen tasaisesti jokaiselle teknologian osa-alueelle ketterän mukautumiskyvyn säilyttämiseksi, kun taas yksityisten yritysten edustajat peräänkuuluttaisivat resurssien voimakkaampaa keskittämistä tietyille avainsektoreille, joissa Suomella on tunnistettu olevan vahvuuksia.

Molempiin vaihtoehtoihin liittyy sekä uhkia että mahdollisuuksia. Innovaatiot syntyvät useimmiten itseohjautuvan kokeilukulttuurin kautta. Toisaalta Suomella on pienenä maana käytössään rajalliset resurssit, joten laajaa osittain sattumanvaraiseen kokeilukulttuuriin ei välttämättä ole tarjolla riittävästi rahoitusta. Siksi resurssien priorisointi voi myös tuoda enemmän tuloksia, vaikka riskinä olisikin, että rajalliset resurssit suunnataan väärin. Haastatteluissa ehdotettiin esimerkiksi Suomea tunnistamaan teknologiat, joissa sillä on jo vahvuuksia ja panostamaan voimakkaasti niihin. Tämä voisi myös auttaa maata löytämään paikansa globaalissa teknologioiden arvoketjussa sekä tarjoamaan osaamista kansainvälisissä hankkeissa. Samalla pitäisi huomioida huoltovarmuuteen liittyvät kysymykset. Moni haastateltava toivoi Suomelta rohkeampaa otetta TKI-politiikan ja -rahoituksen suunnittamiseen, riskeistä huolimatta.

Erään valtionhallinnon edustajan mukaan tutkimusrahoituksen ja tiedepolitiikan asiantuntijatahojen lähtökohtana on, että tutkijayhteisö itse tietää mitä kannattaa tutkia. TKI-politiikan rahoituspäätökset eivät tule valtiolta, vaan menestyksekkäin tutkimus tulee rahoitettua tutkijayhteisöstä lähtien. Kansallisesti merkittävien yritysten suuntautumisen voidaan katsoa ohjautuvan tieteelliseen tutkimukseen. Lähtökohtaisesti suomalaiset yliopistot toimivat autonomisesti. Pitkän kehitystyön tuloksena Suomessa on erään vastaajan mukaan maailman kolmen parhaan joukkoon sijoittuvaa tutkimusta aloilla, jotka ovat tällä hetkellä kiinnostavia, kuten pitkäaikaiset panostukset kylmäteknologiaan ja neuroverkkoihin.

Valtionhallinnossa esiintyi näkemys, ettei pitäisi valita tiettyjä aloja, joihin keskittää rahoitusta, koska silloin muilta aloilta saattaisi kadota joustava reaktiokyky.

Tämän näkemyksen voidaan katsoa olevan linjassa Huoltovarmuuskeskuksen loppuraportin kanssa, jonka mukaan Suomella tulee olla tarvittavaa teknologista ja teollista osaamista, jotta kriittisiä järjestelmiä voidaan ylläpitää, muokata ja käyttää myös kriisitilanteissa. Tulevaisuudessa saattaa haastateltujen mukaan tulla tarpeelliseksi ohjata TKI-rahoitusta nykyistä enemmän, mutta haastattelujen toteuttamisen aikaan sille ei valtionhallinnossa nähty olevan tarvetta. Teknologiat etenevät joko tieteen erinomaisuuden tai yritysten liiketoimintamahdollisuuksien pohjalta. Vientimahdollisuuksien edistäminen on jo nyt jatkuvaa mutta haastateltujen mukaan tulevaisuudessa voi ilmetä tarvetta lisätä tätä.

Haastateltujen suomalaisten yritysedustajien mielestä tutkimusrahoituksen suuntaamisessa olisi ehdottomasti parantamisen varaa. Erityisesti kansallisen strategian puuttuminen koettiin ongelmaksi, josta aiheutui toimien ennakoimattomuutta. Yritykset kaipaivat takeita jatkuvuudelle kyetäkseen suunnittelemaan tulevaa ja varmistunut rahoitus auttaisi myös asiakashankkeiden saamisessa. TKI-rahoituksen voi katsoa olevan pirstaleista eikä se ole riittävän tehokasta. Virkamiestasolla käyty keskustelu tai asetetut linjaukset eivät tällä hetkellä heijastu riittävässä määrin poliittiseen päätöksentekoon tai resurssien allokointiin ja priorisointiin.

Haastateltavat katsoivat, että Suomen TKI-politiikassa murroksellisten teknologioiden merkitys on tunnistettu, mutta sekä valtionhallinnon että tutkimuslaitosten näkökulmasta tämä ei näy vielä riittävästi toimialan rahoituksessa. Monet vastaajista kaipaivat enemmän vuoropuhelua ja yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Uutta koordinoivaa hallinnollista toimielintä kuten tiede- ja teknologiaministeriötä ehdotettiin. Lisäksi olemassa olevista hallinnollisista rakenteista pääministerin vetämän tutkimus- ja innovaationeuvoston (TIN) päätöksentekokyvyn mainittiin olevan rajallinen valmisteleavan koneiston puutteen vuoksi.

Verrokkimaissa panostetaan voimakkaasti T&K-toimintaan

Selvitystä varten tarkasteltujen kansainvälisten verrokkimaiden (Tanska, Alankomaat, Ranska, Yhdysvallat, Singapore) asiantuntijoiden haastatteluiden pohjalta on havaittavissa, että kaikilla näillä mailla on toiminnassa oleva tutkimukseen ja kehitykseen erikoistunut virasto. Yhdysvaltain asevoimien tutkimusorganisaatio (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) on kansainvälisesti arvostettu organisaatio ja vertailukohta, jota muut maat ovat yrittäneet jäljitellä. Yhdysvalloissa on määritelty 10 teknologian osa-alueita, joihin kiinnitetään erityistä huomiota: hypersooninen propulsio, kohdennettu energia, komento- ja johtamisjärjestelmäteknologia, hyökkäykselliset- ja puolustukselliset avaruuskävyt, kyberturvallisuus, tekoäly, ohjuspuolustus, kvanttitee- teet, mikroelektroniikka ja ydinvoiman modernisaa- tio. Kyberturvallisuudesta on kannettu pitkään huolta, mutta siihen vastaamiseen uskotaan löytyvän keinot. Liittovaltion haasteena on se, ettei sillä varsinaisesti ole kansallista teknologiastrategiaa: hallinnon eri toi- mijoilla (presidentinhallinnolla, puolustusministeriöllä, energiaministeriöllä, ulkoministeriöllä ja sotilasvoimi- en eri puolustushaaroilla) on resurssien jakamises- sa osittain erilaiset prioriteetit, mikä johtaa jatkuvaan väittelyyn. Hallinto on aiemmin ollut haluton harjoitta- maan teollisuuspolitiikkaa, koska ”voittajien valitse- mista” on vierastettu.

Ranskassa suuri osa julkisesta perustutkimuksesta tehdään yliopistoissa, kun taas yrityksissä tehtävä T&K-toiminta on soveltavampaa. Maassa on myös muutamia pienempiä yksityisiä perustutkimuslai- toksia. Presidentti Macron on rohkaissut luomaan yhteyksiä julkisen ja yksityisen tutkimuksen välille, sillä murroksellisilla teknologioilla on laajoja vaiku- tuksia koko talouselämään ja yhteiskuntaan. Ideana on rohkaista nuoria perustamaan startup-yrityksiä ja tekemään yrityksille kehitysehdotuksia. Ranskan puolustusbudjetin määrittelee budjettijärjestelmälaki (Loi organique relative aux lois de finances, LOLF), joka allokoii varoja tehtäviin sekä erilaisiin ohjelmiin ja hankkeisiin.²⁴

Uusimmassa, vuosia 2024-2030 koskevassa ja bud- jetiltaan 413 miljardin euron suuruudessa sotilasvoimi- en suunnittelulaissa (Loi de Programmation Militaire, LPM) määritellään Ranskan erityiseksi fokusalueeksi kyberteknologia, kuten kyberhyökkäysten torjunta- valmiuksien kehittäminen sekä siihen liittyvien hen- kilöresurssien varmistaminen. LPM 2024-2030:n ta- voitteena on nostaa maa tällä alalla kansainvälisessä vertailussa kärkisijoille. Lisäksi painotetaan puolus- tuksen teollisen ja teknologisen perustan autonomiaa, eli tuottamista kotimaassa ulkomaisten riippuvuuk- sien vähentämiseksi.²⁵

Ranskan aiemman (vuosia 2019-2025 koskeneen) sotilasvoimien suunnittelulain mukaisesti maan puo- lustusbudjetti vuonna 2021 oli arvoltaan 39,3 miljardia euroa. Nousua vuoteen 2020 verrattuna oli 1,7 mil- jardia ja vuoteen 2017 verrattuna 7 miljardia euroa.²⁶ LPM:n tavoitteena on kansallinen ja laajempi euroop- palainen strateginen autonomia. Ensimmäisessä kohon- neella puolustusbudjetilla on tarkoitus modernisoida puolustusvoimien kalustoa.

Tanskalla on puolustussektorille oma teollisuusstra- tegiansa (Regeringens strategi for dansk forsvarsin- dustri). Se vaatii useiden eri ministeriöiden välistä koordinaatiota, koska ns. kaksikäyttötuotteilla (dual- use technologies) on sekä maanpuolustuksellisia että siviilipuolen käyttötarkoituksia. Tanskassa on pitkään harjoitettu kvanttiteknologian tutkimusta, joten sitä tuetaan voimakkaasti TKI-rahoituksen keinoin. Muut teknologiat saavat vähemmän huomiota ja rahoitus- ta, vaikka puolustusministeriö tukee niitäkin. Ukrainan sodan jälkeen Tanskan puolustusbudjettia nostettiin merkittävästi ja tästä lisäyksestä suuri osa on julkis- ta T&K-rahoitusta. Murroksellisista teknologioista on keskusteltu paljon, mutta varsinaista tutkimusta on tehty vähemmän, vaikka murroksellisten teknolo- gioiden ja niiden seurannan merkitys tiedostetaan laajasti. Tämä on kuitenkin ulkoistettu teollisuudelle ja muille maille, sillä Tanskan näkemyksen mukaan pieni maa ei resurssivajeesta johtuen pysty tekemään

²⁴ Ministère des armées (2021): "Defence Key Figures 2021". Haettu 25.2.2023 osoitteesta <<https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/ministere-armees/Chiffres%20cl%C3%A9s%20de%20la%20D%C3%A9fense%202021%20UK%20%28pdf%20version%20anglaise%29.pdf>>.

²⁵ Ministère des Armées (2023): "LPM 2024-2030 : les précisions de Sébastien Lecornu". Haettu 11.2.2023 osoitteesta <<https://www.defense.gouv.fr/actualites/lpm-2024-2030-precisions-sebastien-lecornu>>.

²⁶ Ministère des armées (2018): "Le dossier de la Loi de programmation militaire 2019-2025". Haettu 23.2.2023 osoitteesta: <https://www.defense.gouv.fr/ministere/loi-programmation-militaire-2019-2025/dossier-loi-programmation-militaire-2019-2025>

kaikkea itse. Tanska on toistaiseksi tyytynyt ostamaan uutta teknologiaa ulkomailta, kuten Yhdysvalloista, Isosta-Britanniasta ja Ranskasta. Maan puolustustallisuusstrategiasta on kuitenkin luettavissa, että se pyrkii pysymään laajemmassa kehityksessä mukana, myös itsenäisen kehittämistoiminnan osalta.²⁷

Alankomaiden valtion T&K-toiminta on keskitetty maan tieteelliselle järjestölle NWO:lle (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek). Se on jakanut kansallisesti merkittävät tutkimuskohteet teknologisiin huippusektoreihin. Näitä ovat maatalous, kemianteollisuus, luovat teollisuusalat, energia-teollisuus, terveydenhuolto, logistiikka, huipputeknologiset järjestelmät ja materiaalit, puutarhatalous, vesi- ja merenkulkuteollisuus, sekä tieto- ja viestintä-teknologiat (Dutch Digital Delta).²⁸

Yhdysvaltain valtion budjetti puolustukseen liittyvään tutkimus- ja kehitystyöhön on huomattava: se käyttää

tähän yli seitsemän kertaa enemmän rahaa kuin kaikki OECD-maat yhteensä vuonna 2021. Puolustuksen osuus koko T&K-budjetista on myös lähes puolet, kun muissa viitemaissa 10 prosenttia tai alle. Osuus kertoo valtion T&K-politiikan prioriteeteista. Seuraavaksi suurin budjetti OECD-maista on Ranskalla, Saksalla, Turkilla ja Japanilla.²⁹

Kuten allaolevasta taulukosta käy ilmi, tämän selvityksen viitemaista Alankomaat on lähes tuplannut puolustuksen T&K-budjettinsa ja Ranskakin lisännyt puolustusmenojaan yli 70 prosentilla viiden vuoden aikana. Suomi on puolestaan lisännyt T&K-menojaan vain 19 prosenttia saman ajanjakson aikana. Sen kokonaismenot ovat Tanskaa melkein viisi kertaa suuremmat, mutta alle puolet Alankomaiden menoista. Tässä tilastossa näkyvät vain valtion budjetista T&K-toimintaan varattu raha. Siitä puuttuvat siis yksityisellä sektorilla, yliopistoissa ja muissa tutkimuslaitoksissa tehdyt investoinnit.

	2017	2018	2019	2020	2021	Muutos 2017–21
Yhdysvallat T&K	127 306,00	144 459,00	149 971,00	169 901,00	165 560,00	+ 30,0 %
T&K puolustus	55 441,00	67 494,00	70 361,00	80 095,00	78 009,00	+ 40,7 %
Osuus	43,55 %	46,72 %	46,92 %	47,14 %	47,12 %	
Ranska T&K	19 150,38	20 577,95	21 906,96	23 385,86	24 347,65	+ 27,1 %
T&K puolustus	1 525,82	1 385,95	1 638,88	2 002,41	2 595,79	+ 70,1 %
Osuus	7,97 %	6,74 %	7,48 %	8,56 %	10,66 %	
Hollanti T&K	6 338,86	7 107,69	7 092,90	7 834,00	8 840,39	+ 39,5 %
T&K puolustus	70,01	83,59	88,42	151,35	139,31	+ 99,0 %
Osuus	1,10 %	1,18 %	1,25 %	1,93 %	1,58 %	
Tanska T&K	2 829,06	2 954,55	3 039,89	3 397,84	3 491,45	+ 23,4 %
T&K puolustus	9,15	9,21	9,72	11,02	12,29	+ 34,2 %
Osuus	0,32 %	0,31 %	0,32 %	0,32 %	0,35 %	
Suomi T&K	2 183,63	2 285,22	2 327,20	2 706,11	2 671,59	+ 22,3 %
T&K puolustus	48,26	55,64	57,58	53,49	57,42	+ 19,0 %
Osuus	2,21 %	2,43 %	2,47 %	1,98 %	2,15 %	

Taulukko 1 Valtion budjettimäärärahat tutkimus- ja kehitystyöhön ja puolustuksen T&K-työhön (miljoonina ostovoimapariteettidollareina). Lähde: OECD.stat Government budget allocations for R&D

²⁷ The Danish Government (2021): "National Defence Industrial Strategy of the Danish Government". Haettu 12.2.2023 osoitteesta: <https://danishbusinessauthority.dk/sites/default/files/media/national_defence_industrial_strategy_of_the_danish_government_2021_final.pdf>.

²⁸ Topsectoren (2022): "Top Sectors". Haettu 15.9.2022 osoitteesta <<https://www.topsectoren.nl/innovatie>>.

²⁹ OECD Stat (2023): "Government budget allocations for R&D". Haettu 18.2.2023 osoitteesta: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GBARD_NABS2007#

Suomen TKI-politiikan lähestymistapa eroaa esimerkiksi Singaporen vastaavasta. Suomessa keskitytään valtionhallinnon edustajien vastausten perusteella tukemaan perustutkimusta tietyn joustavan reaktiokyvyn ylläpitämiseksi. Soveltavan tutkimuksen tukemisen puolestaan mainittiin ainakin osittain jääneen taka-alalle Tekesin ja Finpron yhdistyessä Business Finlandiksi. Sen sijaan Singaporen voidaan yleisesti sanoa keskittyvän enemmän soveltavaan tutkimukseen kuin tukemaan perustutkimusta. Sikäläiset NSF ja A*STAR ovat valtion kaksi suurinta tutkimuksen ja kehityksen rahoituslaitosta. Tutkimuksessa priorisoidaan siviiliteknologioita. Sotilaspuolella pääasiallinen tutkimus- ja kehitystoimija on maanpuolustuksen tiedejärjestö DSO (Defense Science Organization). Se on yksi Singaporen johtavista tiedemiesten ja insinöörin työllistäjistä.

Pienet maat (kuten Alankomaat ja Tanska) tiedostavat, etteivät voi kansallisella tasolla luoda DARPA:lle varteenotettavaa vastinetta, vaan keskittyvät sen sijaan edistämään kansainvälistä yhteistyötä esimerkiksi Naton ja EU:n puitteissa. Tästä ajattelusta on selkeitä merkkejä myös Suomen asiantuntijoiden haastattelujen perusteella.

Kansallisen turvallisuuden huomiointi TKI-politiikassa

Venäjän hyökkäyssodan myötä kiristyneen maailmantilanteen vuoksi Suomen valtionhallinnossa on noussut esiin tarve kansallisen turvallisuuden laaja-alaisemmalle tarkastelulle.³⁰ Tässä selvityksessä on tarkasteltu globaalia teknologiakehitystä, valtionhallinnon ja eri sidosryhmien yhteistyön nykytilaa, teknologiaennakoinnin sekä TKI-politiikan tilaa murroksellisten teknologioiden osalta. Jotta murroksellisten teknologioiden turvallisuusvaikutuksia sekä niiden tuomia uhkia ja mahdollisuuksia voidaan arvioida ja turvallisuusnäkökulma tuoda osaksi TKI-politiikkaa, on kaikkien näiden näkökulmien huomioiminen tärkeää. Haastatteluissa selvitettiin myös näkökulmia, millaista TKI-politiikkaa Suomessa tulisi tavoitella, jotta turvallisuusnäkökulma otettaisiin paremmin huomioon. Lisäksi selvitettiin ehdotuksia keinoista ja järjestelyistä, joilla tavoitteeseen päästään.

TKI-politiikan koordinaation edistämiseksi eräs puolustushallinnon vastaaja kehittäisi pääministerin vetämää tutkimus- ja innovaationeuvostoa (TIN) luomalla sille valmistelevan koneiston päätöksentekokyvyn parantamiseksi. Hän piti tutkimus- ja innovaationeuvostoa itsessään tervetulleena elimenä, kunhan sen päätöksentekokykyä saadaan parannettua. Neuvosto on keskusteluissaan kiinnittänyt huomiota samoihin asioihin, joiden myös haastattelututkimuksessa painotettiin olevan keskeisiä elementtejä vastaamisessa murroksellisten teknologioiden asettamiin haasteisiin TKI-politiikan avulla: kansainväliseen ja kotimaiseen yhteistyöhön, korkeatasoisesta osaamisesta huolehtimiseen, sekä huoltovarmuuteen.³¹ Venäjän hyökkäyssota on haastattelututkimuksen perusteella myös muuttanut yritysten suhtautumista yhteistyön tekemiseen puolustushallinnon ja -teollisuuden kanssa positiivisemmaksi, mutta tässä vaiheessa on vaikeaa arvioida mihin suuntaan mielipide tulevaisuudessa kehittyi. Edelleen yhteistyössä on monia esteitä kuten liialliseksi koettu sääntely ja pitkät hankintaprosessit.

Kotimaan haastattelututkimuksesta kävi ilmi, että pääosin erityisesti suuremmat yritykset sekä tutkimuslaitokset tiedostavat roolinsa kansalliseen turvallisuuteen.

³⁰ Laura Kangas YLE (31.1.2023): "Pääesikunnalta täystyrmäys esitykselle pääministerin uudesta turvallisuuspoliittisesta neuvonantajasta". <<https://yle.fi/a/74-20015543>>; YLE Ykkösaamu 4.3.2023. <<https://areena.yle.fi/1-63224087>>.

³¹ Valtioneuvosto (2022): "Tutkimus- ja innovaationeuvosto keskusteli TKI-toiminnan ja -politiikan ja turvallisuuspolitiikan yhtymäkohdista". <<https://valtioneuvosto.fi/-/10616/tutkimus-ja-innovaationeuvosto-keskusteli-tki-toiminnan-ja-politiikan-ja-turvallisuuspolitiikan-yhtymakohdista>> .

teen liittyvissä kysymyksissä. Yritysten päätehtäväksi nähtiin kuitenkin ensisijaisesti oman liiketoimintansa edistäminen ja voitontavoittelu, joten mikäli valtionhallinto haluaisi vahvistaa kansallisen turvallisuuden nimissä ohjaavaa rooliaan, tulisi tässä mahdollisesti pohtia kompensatiota.

Korkeakouluja edustaneen haastateltavan mukaan Suomessa vallitsi 2010-luvulla useamman vuoden ajan illuusio siitä, että puolustusteknologia-asiat olisivat toissijaisia. Tuolloin tutkimuksessa keskityttiin muun muassa peliteollisuuteen ja alustoihin. Ukrainan sodan myötä on tajuttu, etteivät sotilas- ja siviilitekniologiat ole toisiaan poissulkevia, vaan uusien teknologioiden tutkimuksessa ja kehittämisessä voidaan tehdä yhteistyötä yli sektorirajojen. Yhdysvalloissa tämä on haastateltavien mukaan ymmärretty koko ajan ja siellä TKI-toimintaan on varattu myös enemmän resursseja. Huomion arvoista on, että sotilaskäyttöön alun perin kehitetty teknologia on myöhemmin siirtynyt siviilikäyttöön, sekä se merkittävät läpimurrot ovat syntyneet julkisella rahoituksella.

Suomen kansallisen turvallisuuden huomioinnin suhteen TKI-politiikassa nähtiin puolustushallinnossa vielä huomattavasti työnsarkaa. Siellä Suomelle kaivattiin teknologista huoltovarmuutta ja yhteiskunnallisesti kriittisten osatekijöiden toimintakyvyn varmistamista tilanteissa, joissa niihin kohdistuu vihamielistä vaikutusta. Puolustushallinnon vastaajien näkemyksen mukaan TKI-politiikan pitäisi olla holistista. Murroksellisten teknologioiden vaikutusten arvioinnissa tulisi vastaajien mukaan kehittää poikkihallinnollisuutta: TKI-politiikassa pitäisi PMESI (Political, Military, Economic, Social, Information) -vaikuttamisen varalta olla sekä ulko- ja turvallisuuspoliittinen, sotilaallinen, taloudellinen että sosiaalinen näkemys mukana. Esimerkiksi TKI-politiikassa tulisi miettiä kotimaisen omistuksen, kansallisesti strategisten yritysten, yhteiskunnan sotilaallisen uhan varalta turvaamisen, kansallisten terveystietojen sekä datan sijoittamisen merkitystä. Kotimaisille viranomaistoimijoille olisi taattava tietty pääsy teknologiaan. Lisäksi puolustushallinnon edustajien mukaan olisi määriteltävä, mitkä ovat Suomen suvereniteetit. Pitäisi tunnistaa, tavoitellaanko kansallisessa turvallisuudessa suvereniteettia

kansallisella tasolla vai esimerkiksi osana EU:ta tai laajemmin osana kansainvälistä yhteisöä.

Verrokkimaiden haastateltavat olivat yksimielisiä siitä, että murroksellisilla teknologioilla on vaikutusta kansalliseen turvallisuuteen. Ranskassa ja Singaporessa nähtiin teollisuusyritysten ja erityisesti startup-yritysten haluttomuuden tehdä yhteistyötä puolustushallinnon kanssa vaikuttavan kansalliseen turvallisuuteen. Yhdysvalloissa puolestaan on Piilaaksossa sijaitseva Defence Innovation Unit, puolustusministeriön alainen virasto, joka on erikoistunut kaupallisten teknologioiden käyttöönoton edistämiseen kansallisen turvallisuuden sovellustarkoituksissa. Yhdysvalloissa pidetään bioteknologiaa uutena merkittävänä kansalliseen turvallisuuteen vaikuttavana sektorina.³²

³² "Defence Innovation Unit". Haettu 2.3.2023 osoitteesta: < <https://www.diu.mil/> >; Chris Miller (2023): "There's a new US national security obsession - biotech". Financial Times. Haettu 2.3.2023 osoitteesta: < <https://www.ft.com/content/cb9cd845-e9b0-4243-97f3-c315dac11fb4?accessToken=zwAAAYa8XbMLkdPLnNhF6bBCQ9OX88MV2sEftA.MEYCIQC2vjLz2Z8mYOynRnmXTK4jKOQvEzCtb7cgtOCeOCFtoAlhAKtxCZHC9SuuEylrHErJemR1vt8SacnxTIMFcZRK43ZY&sharetype=gift&token=10cb587b-0c88-4462-a8da-c12-ca9002eba> >.

Valtionhallinnon ja yksityisen sektorin välisen yhteistyön kehittäminen

Yritysedustajat kaipaavat yleistä yritysten toimintaedellytysten parantamista Suomessa. Ne kokevat korkean veroasteen haittaavan toimintaa, minkä lisäksi keskustelua yliopistojen ja tutkimuslaitosten, teollisuuden ja hallinnon välisessä ”kolmikierteessä” voisi vielä parantaa ja lisätä. Kansalliseen turvallisuuteen kiinteästi liittyvien puolustusmateriaalien ja -teknologian kehittämisen rahoittamiseen aiemmin liittyneet epäluulot ovat yritysten vastaajien mukaan valtionhallinnosta Venäjän hyökkäyssodan myötä suurelta osin hävinneet, mutta ne eivät edelleenkään saa täysin samanlaista kohtelua muiden kanssa.

Sekä Alankomailla että Tanskalla on TKI-politiikassaan käytössä ns. kolmikierteyhteistyömalli (Triple Helix model of innovation) valtionhallinnon, teollisuuden ja korkeakoulujen välillä. Korkeakoulut panostavat perustutkimukseen, teollisuus valmistaa tuotteita ja palveluita tuottaen pääomaa, ja valtionhallinto vuorostaan sääntelee markkinoita. Kolmikierteyhteistyömallin mukaan nämä toimijat sekä asettavat institutionaalisella tasolla toistensa toiminnalle raamit että muovaavat toisiaan kohtaan asetettavia odotuksia toiminnallisella tasolla. Näiden toimijoiden välillä on keskinäistä vuorovaikutusta, kuten uusia tuoteideoita ja innovaatioita teollisuuden ja korkeakoulujen välillä, valtionhallinto rahoittaa korkeakouluja ja asettaa niille strategisia vaatimuksia. Teollisuus tuottaa vuorostaan työpaikkoja, veroja ja infrastruktuuria.³³

Puolustushallinnon edustajien mukaan puolustusteollisuus on Suomessa pienimuotoista verrattuna esimerkiksi Ruotsiin. Puolustushankinnoissa painopiste on valmiissa ja toimiviksi todennetuissa järjestelmissä. Tämä mahdollistaa sen, että puolustushallinnossa voidaan pohtia tarkkaan, miten tuotekehitysrahoja kohdennetaan. Tyypillisesti lähdetään toteuttamaan tutkimusta liittyen esimerkiksi kansallisen sotataidon soveltamiseen, tai huomioimaan kansalliset erityispiirteet esimerkiksi olosuhteiden, maantieteen tai käyttöperiaatteiden osalta. Tämän toiminnan avulla pyritään tunnistamaan asioita, jotka ovat kriittisiä osaamisen hallinnalle tai mahdollistavat esimerkiksi yllätyksellisen toiminnan. Eräs esimerkki tällaisesta on kansallinen salaustekniikka.

Puolustushallinnon vastaajat näkivät toimeenpanon olevan sirpaloitunutta: opetus- ja kulttuuriministeriö sekä työ- ja elinkeinoministeriö rahoittavat koulutusta ja kehittämistä omista lähtökohdistaan, ulkoministeriön rooli on TKI-politiikan näkökulmasta välillinen ja vientivalvontaan liittyvä. Tuotekehityksessä puolustushallinto varoo astumasta muiden tontille: se ottaa kantaa, voiko tuotteita viedä teknologisesta näkökulmasta ja sotilaallisista syistä. Yleensä syntyvistä tuotteista on vienti- ja kotimaan versio. Puolustushallinnon vastaajat kuitenkin vierastivat hallinnon paisuttamista. Enemmän pitäisi keskustella yhdessä, jotta kansallinen perusajatus syntyisi. Tähän tarvittaisiin heidän mukaansa koordinaatioryhmä mahdollisesti valtioneuvoston kanslian tai työ- ja elinkeinoministeriön johdolla.

Puolustushallinnon edustajien mielestä Suomen TKI-politiikkaa koordinoimaan perustettavan tahon tulisi asettaa tavoitteekseen luoda kansallinen perusajatus ja johdonmukaisuus tiedestrategiasta vientistrategiaan. Tämän tahon olisi hahmoteltava, mitä erityisosaamista Suomessa voidaan käyttää vaihdannan välineenä saadaksemme jotain ulkomailta. Lisäksi sen olisi tunnistettava, mitä toimintoja tulisi tehdä kotimaassa, jotta yhteiskunnan elintärkeät toiminnot pysyisivät yllä ja maanpuolustuskyky säilyisi, mitkä materiaalit ja palvelut olisi tuotettava kotimaassa, jotta täällä jatkossakin voitaisiin tehdä korkealaatuista tutkimus- ja kehitystyötä, sekä kehittää ja valmistaa kilpailukykyisiä tuotteita. Kansainvälisen yhteistyön osalta puolustusteollisuudessa painopisteen hankinnoissa tulisi puolustushallinnon edustajien mukaan olla valmiissa ja toimiviksi todennetuissa järjestelmissä. Kaikkea ei tarvitse tehdä itse.

TKI-politiikan koordinoimisen parantamiseksi Suomi voisi ottaa oppia Ranskasta, jossa perustettiin vuonna 2018 maanpuolustukseen ja kansalliseen turvallisuuteen liittyvään tutkimukseen ja kehitykseen erikoistunut yksikkö, Agence Innovation Défense (AID). Se tarjoaa innovaatioprojektien omistajille keskitetyn yhteydenottokanavan, sekä räätälöityjä työkaluja, kuten esimerkiksi uuden, puolustussektorin innovaatioiden testaamiseen ja prototyyppien kehittämiseen erikoistuneen innovaatiolaboratorion (Innovation Défence Lab). Uusia innovaattoreiden välisiä verkostoja rakennetaan niin puolustusministeriön sisällä kuin ministe-

³³ Loet Leydesdorff (2006): ”The Knowledge-Based Economy and the Triple Helix Model”. Teoksessa Wilfred Dolfsma & Luc Soete (toim.): Understanding the Dynamics of a Knowledge Economy. Haettu 25.2.2023 osoitteesta: <https://www.leydesdorff.net/arist09/arist09.pdf>

riön ulkopuolelle AID:n kautta. AID:n sisään on myös perustettu innovaatiohankinnoista vastaava yksikkö.³⁴

Puolustushallinnon näkemykset hankintojen painopisteen asettamisesta valmiisiin ja toimiviksi todettuihin järjestelmiin ovat linjassa haastattelututkimuksessa verrokkimaina käytettyjen Alankomaiden ja Tanskan kaltaisten pienten maiden lähestymistavan kanssa. Pohdinnat koordinoivasta tahosta, joka punoisi yhteen TKI-politiikan punaisen langan tiedestrategiasta vientistrategiaan, ovat myös nähtävissä näiden verrokkimaiden ratkaisuissa. Alankomaissa kansallinen tieteellisen tutkimuksen järjestö NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek) toteuttaa hallinnon strategista tieto- ja innovaatioagendaa (Strategic Knowledge and Innovation Agenda, SKIA). Tämä agenda priorisoi kansallisia tutkimusaloja identifioimalla yhdeksän huippusektoria.

Tutkimuslaitoksissa todettiin, että kaikki lähtee innovaatiopolitiikkaan sijoittamisesta. Niiden mukaan TKI-politiikkaan tulisi ehdottomasti sijoittaa neljä prosenttia budjetista. Yritystuet eivät yksinään riitä, eikä yhtään mustaa joutsenta kehity ilman akateemista perustutkimusta. Koulutuksen pitäisi olla kautta linjan hyvällä tasolla, eikä leikkauksiin olisi varaa. Laitokset ovat myös panneet merkille, ettei suomalaisia pääomasijoittajia ole kovinkaan paljon.

Seuraavan hallituksen tulisi erään puolustushallinnon edustajan mukaan ottaa esiin kansallinen TKI-strategia ja huolehdittava rahoituksen suuntaamisesta, kansallisen turvallisuuden kysymykset huomioiden. Suomessa on pitkälle kehitettyjä järjestelmiä, jotka osaltaan ovat vahvistaneet yksityisen sektorin ja tutkimuslaitosten yhteiskunnallista roolia, sekä niiden turvallisuus- ja kriisitietoisuutta ja varautumista. Näistä järjestelmistä keskeisimmät ovat Huoltovarmuuskukun poolit ja maanpuolustuskurssi.

EU-ohjelmat ovat vaikuttava TKI-instrumentti, niissä on melko hyvin tunnistettu kansallinen työnjako: työ- ja elinkeinoministeriön, Business Finlandin sekä sisäministeriön sisäisen turvallisuuden rahaston nähtiin olevan tässä keskeisessä roolissa. Liikenne- ja viestintävirasto Traficomiin sijoitettu kyberturvallisuusasioiden kansallinen koordinaatiokeskus on EU:n kyberkompetenssikeskusta vastaava kansallinen koordinaatiopiste, joka myöntää kansallista rahoitusta alan TKI-hankkeille.

Kansainvälinen yhteistyö TKI-politiikassa

Suomen kaltaisen pienen maan kannalta keskeistä globaalin teknologiatehityksen ja kansallisen turvallisuuden huomioon TKI-politiikan parantamisessa on myös kansainvälinen yhteistyö. Euroopan unioni ja Nato mainittiin haastattelututkimuksessa Suomen tärkeimmiksi kansainvälisen yhteistyön kanaviksi. Tiettyä yhteistyötä identifioitiin myös verrokkimaiden asiantuntijoiden haastatteluissa merkittävien suomalaisten yritysten kanssa esimerkiksi puolustusteollisuusosalalla.

Valtioneuvoston ajankohtaiselonteossa mainitaan Suomen osallistuvan EU:n pysyvän rakenteellisen yhteistyön (PRY) projekteihin ja tukevan tämän yhteistyömuodon kehittämistä, koska sen merkitys unionin puolustusyhteistyössä on keskeinen. Unionin jäsenmaiden ja niiden puolustusteollisuuksien välistä yhteistyötä puolestaan tukee rahallisesti Euroopan puolustusrahasto (EDF). Suomi hyödyntää selonteon mukaan sekä PRY:n että EDF:n luomia mahdollisuuksia teknologisessa kehittämisessä. Valtioneuvoston selonteossa mainittiin myös yhteistyön Yhdysvaltojen kanssa korostuvan jatkossa sotilaallisten suorituskykyjen kehittämisessä, sillä murroksellisten teknologioiden merkitys kasvaa ja Yhdysvalloilla on niissä edelläkävijän rooli. Selonteon mukaan Yhdysvalloilla on ollut rooli monissa puolustusvoimien nykyisissä suorituskyvyissä ja yhteistyötä jatketaan esimerkiksi niiden jatkokehityksen merkeissä. Suomi, Ruotsi ja Yhdysvallat tiivistävät myös kolmenvälistä yhteistyötään tilannetietoisuuden saralla ja koordinoivat koulutuksen ja strategisen viestinnän toteuttamista. Lisäksi Suomi aikoo tiivistää yhteistyötään myös Ison-Britannian kanssa.³⁵

Korkeakouluissa EU:n ja Yhdysvaltain välillä nähtiin olevan tekoälyyn liittyen transatlanttista dialogia, jossa olisi kehitteillä yhteinen näkemys luotettavasta tekoälystä. Euroopan komission ja Yhdysvaltain liittovaltion rahoittamien hankkeiden koordinoinnilla tieto voisi kulkea puolelta toiselle. Yksilönvapauden ja yksilön suojan nähtiin olevan nousemassa keskiöön myös Yhdysvalloissa, joten sen näkemys sääntelyn suhteen on muovautumassa EU:n kanssa samankaltaiseksi. Tätä pidettiin mahdollisena kilpailuetuna suomalaisyrityksille.

³⁴ Elisabeth Schoeffmann, Helmut Bröls (2022): "All the Threads Come Together at the Defence Innovation Agency". European Defence Matters. Haettu 11.9.2022 osoitteesta <https://eda.europa.eu/webzine/issue22/cover-story/all-threads-come-together-defence-innovation-agency>

³⁵ Valtioneuvosto (2022): "Ajankohtaiselonteko turvallisuusympäristön muutoksesta". Valtioneuvoston julkaisuja 2022:18. Haettu 12.2.2023 osoitteesta: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163999/VN_2022_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kansainvälisessä yhteistyössä ulko- ja turvallisuuspoliittiset näkökohdat ovat korostuneet ja tulevat jatkossa olemaan entistä merkittävämpiä. Geopoliittinen asetelma heijastuu entistä enemmän TKI-yhteistyöhön. Teknologioiden luonne kaksikäyttötuotteina tulee korostumaan entistä enemmän. Jo nyt on nähtävissä merkkejä niistä arvopohjaisista alliansseista, joita kohti nykyiset kehityskulut vievät. Suomi tunnetaan teknologian kärkimaana. On punnittava, miten teknologiansiirto tapahtuu linjassa kokonaisuutemme kanssa.

Kansainvälisen yhteistyön merkitys korostui myös verrokkimaiden asiantuntijoiden vastauksissa erityisesti Alankomaiden ja Tanskan osalta. Naton Pohjois-Atlantin puolustusinnovaatiokiihdyttämö DIANA ja EU:n alaiset Euroopan puolustusrahasto EDF sekä Euroopan puolustusvirasto EDA mainittiin merkittävinä yhteistyötahoina, joiden puitteissa kansainvälistä TKI-toimintaa tehdään.

Teknologiateollisuus ry antoi maaliskuussa 2022 eduskunnan liikenne- ja viestintävaliokunnalle lausunnon koskien Euroopan komission puolustuspakettia. Kyseessä on komission laatima aloite Euroopan puolustukseen ja etenemissuunnitelma turvallisuus- ja puolustuspolitiikan kannalta kriittisten teknologioiden osalta. Paketissa lueteltujen toimien toimeenpanoa tulee teknologiateollisuuden mukaan nopeuttaa ja huolehtia niihin varatun rahoituksen saatavuudesta, sillä Euroopan turvallisuusympäristö on Venäjän hyökkäyssodan myötä dramaattisesti heikentynyt.³⁶

Teknologiateollisuuden lausunnon mukaan on varmistettava, että suomalaisia kehittäjiä on mukana kehitysprojektien konsortioissa. Unionin puolustusmateriaalin yhteishankkeiden riskinä on, että niiden tuloksena syntyneet tuotteet eivät välttämättä sovi sellaisinaan käytettäväksi Suomessa. Yhteishankkeissa painavat teknologiateollisuuden mukaan suurten jäsenmaiden edut pienten maiden erityistarpeiden jäädessä vähemmälle huomiolle. Teknologioiden kehittämisessä tulee teknologiateollisuuden mukaan huomioida siviiliyritysten asema kehityksen nykyisinä edelläkävijöinä sekä hyödyntää siviili- ja puolustusteknologian sekä avaruusteknologian sektoreiden välisiä synergiaetuja. Unionin teknologia- ja innovaatioinstrumenttien (kuten Horisontti Euroopan, Digitaalisen Euroopan, in-

novaatorahaston ja Verkkojen Euroopan), Euroopan investointipankin sekä Euroopan puolustusrahaston toimintaa tulisi teknologiateollisuuden mukaan yhdistää synergiaetujen hyödyntämiseksi.³⁷ Näitä toimia voidaan pitää ehdottomasti kannatettavina.

Kiihtyvän suurvaltakilpailun ja Venäjän hyökkäyssodan seurauksena kiristynyt maailmantilanne näkyi myös kansainvälisessä TKI-yhteistyössä. Suomalaisissa yliopistoissa ja muissa tutkimusorganisaatioissa käytännössä kaikki tutkimus- ja kehitysyhteistyö Venäjän kanssa on lopetettu, mutta Kiinan kanssa tehtävän yhteistyön osalta useissa organisaatioissa ei ole virallista linjausta.

EU:n yhteistyössä nähtiin haastattelututkimuksessa olevan parantamisen varaa. Suomen yrityskentältä kuului arvioita, ettei eurooppalaisen äänen kuuluvuus TKI-rahoituksessa ole riittävällä tasolla. Euroopan unionin kohtaamat haasteet innovaatio- ja teknologia-politiikassa heijastuvat myös Suomeen. Uudet rahoitusohjelmat voivat kuitenkin tarjota mahdollisuuksia, mikä edellyttää vahvaa, proaktiivista vaikuttamistyötä kansainvälisesti. Kuten haastattelututkimuksesta kävi ilmi, Suomella on pitkäaikaisen tutkimustaustan myötä monia vahvuuksia murroksellisissa teknologioissa (esimerkiksi kylmäteknologiassa ja neuroverkoissa). Tämä avaa mahdollisuuksia kansainväliseen yhteistyöhön, mikäli niitä vain kyetään riittävän tehokkaasti hyödyntämään.

³⁶ Matti Mannonen, Peter Sund (2022): "Lausunto puolustus Teknologiateollisuus-Kyberala". Haettu 28.2.2023 osoitteesta <<https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Lausunto%20puolustus%20Teknologiateollisuus-Kyberala.pdf>>.

³⁷ Ibid.

Murrokselliset teknologiat ja kansallinen turvallisuus verrokkimaissa: lyhyt yhteenveto



Yhdysvallat

Yhdysvallat on vuosikymmeniä johtanut teknologista kehitystä ja tämän aseman säilyttäminen on maalle hyvin tärkeää. Murroksellisten teknologioiden nähdään olevan avainasemassa suurvalta-aseman osalta ja tämä ajaakin maan suuria investointeja TKI-politiikkaan ja innovointiin.

Yhdysvaltain puolustusministeriön kiinnostus murroksellisia teknologioita kohtaan on viimeisten vuosien aikana kasvanut ja asia on selkeästi esillä tärkeänä maan agendalla. Nykyinen teknologiastrategia pyrkii kasvattamaan puolustusministeriön roolia innovaatio-toiminnassa ja löytämään uusia suhteita yksityiselle sektorille, josta suurin osa on keskittynyt Piilaaksoon ja on muihin maihin verrattuna erityisen vahva. Vuoden 2020 raportissa kongressin puolustustyöryhmä nosti esiin huolen maan taloudellisen ja sotilaallisen johtoaseman kaventumisesta. Tämän säilyttämiseksi määriteltiin tarve kokonaisvaltaiseen toimintaan hallinnossa, selkeä priorisointi uusien, murroksellisten teknologioiden kehittämisessä ja suhteiden vahvistamista liittolaisiin.

Yhdysvalloissa puolustushallinnolla ja asevoimien eri haaroilla on omat lähtökohtansa yhteistyölle yksityisen sektorin kanssa innovaatioiden hyödyntämiseksi. Yhdysvaltojen puolustushallinnolla on pitkä historia myös innovaatioiden kiihdyttämisessä ja moni alun perin sotilaskäyttöön tehty innovaatio on siirtynyt siviilikäyttöön (esimerkiksi internet ja GPS). Tilanne on kuitenkin kääntynyt osittain pääläelle. Yhdysvalloissa on hyvin innovaatio- ja yrittäjämönteinen kulttuuri ja sitä vauhdittaa sen suuri teknologiayrityskeskittymä sekä startup-kenttä.

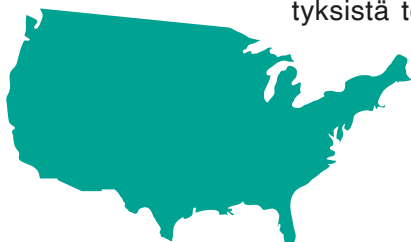
Suurilla teknologiayrityksillä on myös omat TKI-budjettinsa. Osa alan yrityksistä tekee mielellään yhteistyötä puolustussektorin kanssa, mutta myös vastustusta löytyy. Suu-

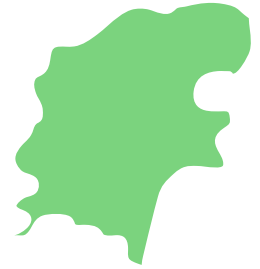
ret teknologiayritykset pyrkivät ensisijaisesti kasvattamaan omaa globaalia markkinaansa. Tämä tavoite ei välttämättä tue valtion turvallisuuspoliittisia tavoitteita. Sekä puolustushallinnolla että asevoimilla on paljon erilaisia ohjelmia, joilla pyritään tukemaan yritys-lähtöistä TKI-toimintaa myös pienempien startup-yritysten kautta. Esimerkiksi Yhdysvaltain asevoimien tutkimusorganisaatio DARPA tarjoaa erilaisia ohjelmia, joita startup-yritykset voivat hyödyntää. Ilmavoimien Innovation Industry Days -tapahtuma tuo yhteen yrityksiä, tutkijoita ja hallinnon edustajia, jossa tavoitteena on avittaa innovaatioiden syntyä.

Kehittyvä teknologia ja sen vaikutukset sodankäyntiin nähdään keskeisinä tekijöinä Yhdysvaltain turvallisuuden kannalta. Tästä syystä Kiinan merkittävä kasvu viimeisten vuosikymmenten aikana on lisännyt vastakkainasettelua ja Kiina nousee esiin uhkana kaikissa asiantuntijahaastatteluissa. Kiina-uhka ja siitä kumpuava vastakkainasettelu määrittelee pitkälle teknologian kehityksen suunnan.

Puolustusbudjetti on myös hyvin suuri, yli seitsenkertainen suhteessa OECD-maiden yhteenlaskettuun budjettiin. Pelkästään T&K-menot kattavat yli puolet budjetista. Tutkimustoiminta keskittyy yliopistoihin, valtion organisaatioihin ja yksityisiin yrityksiin.

Maan kansainvälinen yhteistyö on hyvin laajaa. Nato-maana Yhdysvallat osallistuu sen innovaatioprojekteihin kuten DIANA:an. Kuitenkin tämän lisäksi Yhdysvallat on jäsen muissa kansainvälisissä foorumeissa kuten tiedusteluyhteistyöverkosto Five Eyes:ssä (Australia, Kanada, Uusi Seelanti, Iso-Britannia ja Yhdysvallat), QUAD:ssa (Japani, Intia, Australia ja Yhdysvallat) AUKUS:ssa (Australia, Iso-Britannia ja Yhdysvallat). Kahdenvälistä yhteistyötä toteutetaan joko pysyvien kumppanuuksien kautta tai tapauskohtaisesti. Jälkimmäistä tapaa suositaan. Jonkin verran on ollut havaittavissa ennakoluuloja ulkomaisen teknologian laatustandardien suhteen mutta Venäjän hyökkäyssota on vähentänyt tätä.





Alankomaat

Kolmikierre (Triple Helix) eli puolustushallinnon, teollisuuden ja tutkimuslaitosten yhteistyö on koettu Alankomaissa toimivaksi järjestelmäksi. Kolmikierteellä on maassa pitkät juuret, jonka toimintatapaa on kehitetty neljänkymmenen vuoden ajan. Maan pieni asema nähdään haasteena mutta se kannustaa laajaan yhteistyöhön Natossa ja EU:ssa. Omavaraisuus ei ole maalle mahdollista ja siksi sillä on kova tarve seurata ja hankkia teknologiaa muualta. Teknologia kuitenkin nähdään mahdollisuutena menestyä kansainvälisillä markkinoilla. Maan toiminnan ohjenuorana pidetään ajatusta, että jokaisen menon on johdettava konkreettisiin tuloksiin. Maan uusin puolustusstrategia listaa keskeiseksi tavoitteeksi uudet toimialueet teknologiassa ja kyvyn innovoida. Nämä tavoitteet pyritään saavuttamaan investoinneilla tutkimuslaitosten kanssa koko Euroopassa.

Valtion perustama NIDV-säätiö (The Netherlands Industries for Defence and Security) koordinoi yhteistyötä, joka on jaettu sektoreittain (ilmailu, maa, meri ja tietotekniikka). NIDV järjestää erilaisia tapaamisia, webinaareja ja tapahtumia, joihin voivat osallistua myös ulkomaalaiset yhteistyökumppanit ja hallinnot. Jäseniksi voivat liittyä yritykset, yliopistot ja tutkimuslaitokset. Alankomaissa puolustusteollisuus on lähes täysin yksityisessä omistuksessa. Lähtökohtaisesti Alankomaissa on hyvin markkina- ja yritysmyönteinen kulttuuri, mutta puolustushallinto toimii myös yritysveitoisen tutkimus- ja innovaatioprojektien rahoittajana. Pääasiassa valtion rooli on tarjota informaatioita ja koordinoita yhteistyötä. Hallinnon rooli on pienentynyt vuosikymmenten aikana ja se on johtanut tiedonsaannin vaikeutumiseen, sillä suurin osa teknologioista kehitetään yksityisellä puolella.

Alankomaat on kasvattanut huomattavasti T&K-budjettiaan viimeisten viiden vuoden aikana. Isoilla yrityksillä on myös omat kehitys- ja tutkimusosastonsa, ja ne tekevät yhteistyötä puolustushallinnon kanssa. Puolustushallinto rahoittaa tutkimusta, jota tehdään yksityisen sektorin yritysten, kuten THALES:in ja Marin:in kanssa.

Suurena huolenaiheena on yritysten turvallisuus, esimerkiksi ulkomaalaisten tahojen omistusosuudet ja sijoitukset. Venäjän hyökkäyssota on lisännyt investointeja puolustukseen ja ministeriö pyrkii yhdistämään sotilas- ja siviilipuolen T&K-toiminnot. Kiinnostus kansainvälisiä T&K-ohjelmia kuten Euroopan puolustusrahastoa kohtaan on korkeaa ja se tarjoaa pääsyä ulkomaisiin teknologioihin. Nato-jäsenenä yhteistyötä tehdään muiden jäsenien kanssa sen tarjoamalla alustoilla ja pienenä maana ne koetaan hyvin tärkeäksi. Muut kansainväliset foorumit ja ryhmittymät ovat myös tärkeitä. Eurooppalainen yhteistyö ja Euroopan puolustusvirasto (European Defence Agency, EDA) nousevat esiin keskeisinä innovaatioalustoina maalle. Tärkeää yhteistyötä tapahtuu Belgian, Saksan, Tanskan, Norjan, Iso-Britannian, Ranskan ja Yhdysvaltojen kanssa. T&K-yhteistyöstä päätetään kuitenkin tapauskohtaisesti ja ulkomaalaiseen teknologiaan suhtaudutaan positiivisesti, kunhan tuottaja on todettu luotettavaksi.

Singapore

Pieni mutta varakas maa näkee teknologian voimakertoimena haasteellisessa toiminta- ja turvallisuusympäristössään. Geopoliittisesta asemastaan johtuen Singapore hyödyntää sekä amerikkalaista että kiinalaista teknologiaa.

Singaporen puolustus- ja teknologiayhteisö (Defence Technology Community, DTC) vastaa teknologiaan ja innovaatioihin liittyvistä kysymyksistä. Tutkimus- ja kehitystoiminta on hyvin keskusjohtoista ja epäonnistumisia ei juuri siedetä, mikä vähentää kokeilukulttuuria. Maalla on tapana muodostaa kokonaiskuva kyvyistään ennen jokaista uutta hankintaa tai pitkän aikavälin suunnittelua. DTC:n toiminnan lisäksi paikallinen teollisuus, yritykset ja tutkimuslaitokset nähdään osana tätä kokonaisuutta. Tähän myös laskeaan ulkomaalaiset järjestöt ja yritykset mukaan.

Singaporen puolustusministeriön alaisuudessa toimii lisäksi maanpuolustuksen tiede- ja teknologiavirasto DSTA (Defence Science and Technology Agency) sekä puolustushallinnon sijoitusyhtiö CapVista. Näiden kautta luodaan suhteita muun muassa startup-kenttään. Singaporessa järjestetään vuosittain puolustusteknologia-alan huippukokous (Singapore Defence Technology Summit), jonka puolustusministeriö ideoi, maanpuolustuksen tiede- ja teknologiavirasto DSTA on puolestaan sen keskeinen yhteistyökumppani.

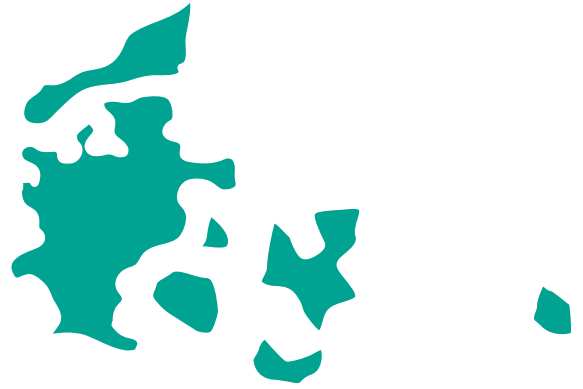
Paikallinen tiede- ja teknologiavirasto DSTA, joka on verrattavissa amerikkalaiseen DARPA:an, valvoo tutkimus- ja kehitystoimia puolustusosalalla. DSTA keskittyy innovaatioihin puolustussektorilla, mutta siviili-puolen innovoinnin hoitaa toinen valtion virasto, jonka toiminta on lähinnä kaupallista. Tutkimustoiminta on enimmäkseen soveltavaa. DSTA:n alainen laitos kes-

kittyy puolustuksen kannalta kiinnostaviin startup-yrityksiin investoinneilla parantaakseen puolustuksen mielikuvaa siviilipuolella.

Seuraavien vuosien aikana Singaporen valtion tutkimussäätiön (National Research Foundation, NRF) on tarkoitus sijoittaa tutkimukseen ja kehitykseen 25 miljoonaa Singaporen dollaria. Tästä summasta osa tullaan myös sijoittamaan puolustuksen T&K-toimintaan.

Pienenä maana omavaraisuuden saavuttaminen ei ole Singaporelle mahdollista. Tästä syystä kansainvälinen yhteistyö ja teknologiakehityksen seuraaminen ovat maalle hyvin tärkeitä. Singaporella on Pariisissa ja Washington DC:ssä lähettiläitä, joiden on tarkoitus luoda ja vahvistaa suhteita puolustushallinnon ja kansainvälisten yritysten kanssa. Temasek Holdings on valtion omistama sijoitusyhtiö, jolla on enemmistöomistus suurimmissa singaporelaisissa yrityksissä. Yksityisessä omistuksessa oleva yritystoiminta koostuu lähinnä hyvin pienistä mikroyrityksistä, jotka eivät tee kehitys- tai innovaatiotoimintaa. DSTA pyrkii tunnistamaan parhaat teknologiat ja varmistamaan niihin pääsyn. Hallinnolla on rajallisesti T&K-kapasiteettia, joten se keskittyy kehittämään niitä teknologioita, joilla nähdään olevan eniten potentiaalia.





Tanska

Tanskan ulko- ja turvallisuuspolitiikan tavoitteeksi määritellään vastuullinen, demokraattinen ja turvallinen teknologia. Tanskassa on nimitetty teknologiadiplomatia- ja teknologiasuurlähettiläät, joiden tehtävään kuuluu vahvistaa kansainvälistä yhteistyötä teknologian kehityksen suhteen EU:n ja Naton avulla. Kuten monissa muissakin maissa, Venäjän hyökkäyssodan myötä Tanskan puolustusbudjetti on kasvanut merkittävästi.

Yhteistyö Naton tai EU:n kautta koetaan tärkeänä ja se nähdään mahdollisuutena vaikuttaa. Pienellä maalla ei ole riittävästi resursseja omaan laajaan tutkimus- ja kehittämissuhteen ja Naton tutkimusyhteistyötä pidetään tärkeänä. Samasta syystä teknologiaa hankitaan pääosin ulkomailta. Puolustushankinnat tulisi tehdä läheisiltä Nato-liittolaisilta, mutta päätökset yleensä arvioidaan tilanteen mukaan. Yhteistyö EU:n kanssa tulee jatkossa kasvamaan, sillä Tanska on luopunut sen aiemmasta varauksellisuudesta suhteessa Euroopan puolustusyhteistyöhön.

T&K-yhteistyötä koordinoidaan puolustushallinnon, -teollisuuden ja tutkimuslaitosten yhteistyöstä kolmikierteen kautta (Triple Helix). Kolmikierteyhteistyötä tullaan syventämään tulevaisuudessa, ja se on koettu tärkeäksi tavaksi täyttää operatiivisia tarpeita.

Teollisuusstrategia vaatii eri ministeriöiden välistä koordinoitua ja toimintaa koskettaa erityisesti kaksikäyttötuotteita. Teknologiamurroksen merkitys on kasvamassa ja jatkossa on odotettavissa lisää huomiota tähän valtiolta. Yliopistot ovat merkittäviä tutkimuslaitoksia, jossa tehdään perustutkimuksen lisäksi myös tutkimusta murroksellisten teknologioiden parissa. Tutkimuksen keskipisteenä on operatiivinen toiminta ei teknologia itsessään.

Tiedonjakoon on vähän mekanismeja ja dialogeja koetaan käyvän liian vähän. Vuodesta 2021 puolustusteollisuusstrategiaa hoitaa neljä ministeriötä, jotka tuovat enemmän näkymää lintuperspektiivistä. Puolustusteollisuus on täysin yksityistetty ja se toimii markkinaehtoisesti. Kaikilla ministeriöillä oma strategiansa ja yhteistyötä niiden välillä tapahtuu rajallisesti.

Puolustushallinnon keskusjohdon ja logistiikkaorganisaatio DALO varmistaa uusien teknologioiden löytämisen. Toimintaan ei sinänsä puututa mutta puolustusministeriö voi ohjata sitä tiettyyn suuntaan, tai rajata toimintaa rajoituksilla.

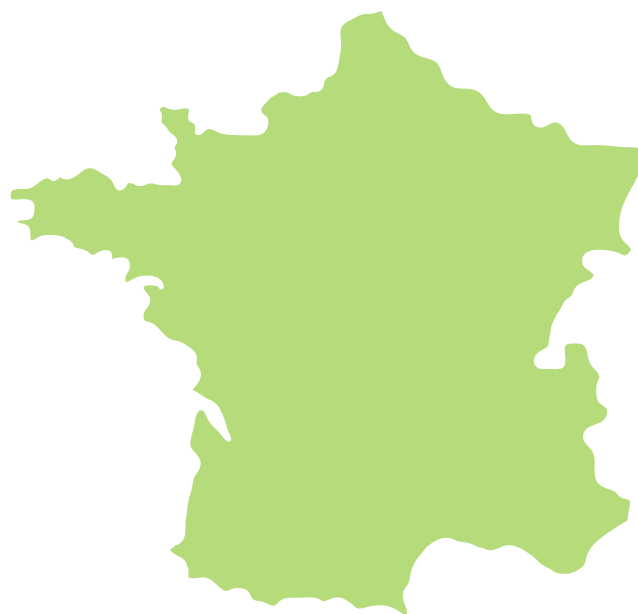
Ranska

Ranska on Euroopan tasolla vahva maa, jossa on perinteisesti ollut hyvin keskusjohtoinen toimintamalli. Maan hallinnossa tarve tehdä yhteistyötä yksityisen sektorin kanssa on laajasti tunnustettu. Perinteisesti Ranskassa on tehty innovaatioita hyvin valtiolähtöisesti, mutta maahan on alkanut syntyä startup-kulttuuria, jota puolustushallinto pyrkii hyödyntämään ja tukemaan. Lisäksi tutkimusta tehdään enenevässä määrin markkinaehtoisesti. Puolustusministeriöön perustettiin vuonna 2018 maanpuolustukseen ja kansalliseen turvallisuuteen liittyvään tutkimukseen ja kehitykseen erikoistunut yksikkö, Agence de l'innovation de défense (AID), joka tekee yhteistyötä myös yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa. Tämä puolustuksen innovaatioyksikkö on Ranskan hallinnon puolustushaaran hankinta- ja teknologiaviraston (Direction générale de l'armement, DGA) alainen. AID:n kautta pyritään luomaan suhteita startup-yrityksiin esimerkiksi rahoittamalla kiinnostavia hankkeita. Ranskassa nähdään, että yritykset pääsääntöisesti suhtautuvat positiivisesti edistämään myös kansalliseen turvallisuuteen liittyviä tavoitteita. Startup-yrityksissä suhtautuminen koettiin varautuneemmaksi ja yhteistyö puolustussektorin kanssa vieraaksi, mitä pyritään korjaamaan. AID:in operatiivinen vuosirahoitus on miljardi euroa. Ranska käyttää T&K-politiikkaan eniten Euroopasta ja se on lisännyt menoja yli 70 prosentilla viimeisten vuosien aikana.

Ranska päivitti puolustusvoimien strategiansa 2022, jossa huomiottiin Venäjän hyökkäyssodan ja muiden konfliktien negatiivinen vaikutus turvallisuuteen. Strategiassa todetaan sotilaallisen uhan ja hybridivaikuttamisen keinojen käytön lisääntyneen. Näihin haasteisiin vastataan vahvistamalla ydinasejoukkojen ja konventionaalisten asevoimien yhteistyötä, sekä

lisäämällä vuorovaikutusta eurooppalaisten kumppanien kanssa. Vuosille 2019–25 on suunnitteilla merkittävä rahoitus, jonka tarkoituksena on puolustusvoimien modernisointi. Nato-yhteistyötä pidetään tärkeänä. Kuitenkin eurooppalainen yhteistyö nähdään tärkeämpänä ja koetaan, että yhteistä eurooppalaista puolustusta on vahvistettava. Yleisesti maa omaksuu ulkomaalaista teknologiaa mutta suhtautuu epäillen jopa kumppanien teknologiaan, jos kokee, että se voi heikentää kansallista turvallisuutta.

Vaikka amerikkalainen itseohjautuva innovaatiokulttuuri ei ole perinteisesti ranskalaisille ominaista, ajattelutapaa on yritetty muuttaa ja epäonnistumisen hyväksyntää ja riskinottoa on pyritty lisäämään. Näiden muutosten toivotaan luovan parempi pohja innovaatiokulttuurille kasvattaen yritysten halukkuutta yhteistyöhön puolustusvoimien kanssa. Ranska tulee myös lähitulevaisuudessa tavoittelemaan laajempaa kansallista omavaraisuutta.



Suosituks

Haastattelujen perusteella Suomen on varauduttava nopeisiin muutoksiin murroksellisissa teknologioissa. Ne voivat mullistaa Suomeen kohdistuvia potentiaalisia uhkia ja siten negatiivisesti vaikuttaa kansalliseen turvallisuuteen. Toisaalta murrokselliset teknologiat antavat mahdollisuuden vahvistaa kilpailukykyä ja parantaa kansallista turvallisuutta. Alla on listattu kymmenen huomiota ja suositusta, joiden avulla Suomen ennakointi- ja reaktiokykyä murroksellisiin teknologioihin voidaan edistää.

1. Vahva talous on kaiken perusta. Vastaaminen murroksellisten teknologioiden haasteeseen edellyttää taloudellisia resursseja, jotka ovat mahdollisia vain vahvan talouden Suomessa.
2. TKI-menot tulee nostaa neljään prosenttiin, jotta Suomi voi säilyä teknologisen kehityksen eturintamassa, kuten parlamentaarinen TKI-työryhmä on ehdottanut.
3. Kansallinen turvallisuus tulee integroida vahvemmin TKI-politiikkaan, teollisuuspolitiikkaan ja elinkeinopolitiikkaan. Keskittyminen teknologiapolitiikkaan ei riitä.
4. Suomen on selkeästi tunnistettava ja määriteltävä ne kilpailukykyyn ja kansallisen turvallisuuden kannalta kriittiset teknologiat, joissa meillä on oltava osaamista.
5. Suomessa on kansallisen turvallisuuden osalta omaksuttava ja rakenteistettava ns. kolmikierremalli (Triple Helix). Se mahdollistaa jatkuvan yhteistyön ja tiedonjaon julkishallinnon, tutkimuslaitosten ja yksityisen sektorin välillä. Tämä parantaisi yhteisymmärrystä ja mahdollistaisi yhteiset linjaukset. Uusia rakenteita ei tarvita, ainoastaan parempaa koordinaatiota niiden välillä.

6. Suomen kaltaisen pienen maan, jolle täydellinen omavaraisuus ei ole mahdollista, on hyödynnettävä EU:n tarjoamia innovaatio- ja rahoituslustoja. Tulevaisuudessa tätä on myös jatkettava Naton puitteissa.
7. Suomen on määriteltävä ne teknologiat, joiden osaamisella haluamme profiloitua Natossa ja muussa kansainvälisessä yhteistyössä. Erityisosaamisella voimme edistää yhteistyömahdollisuuksiamme.
8. Yhteistyötä pohjoismaiden ja muiden samanmielisten maiden kanssa tulee vahvistaa sekä EU:n että Naton puitteissa.
9. Nato-jäsenyys ja F-35-hankinta antavat mahdollisuuden tiivistää kahdenvälistä yhteistyötä murroksellisissa teknologioissa Yhdysvaltojen kanssa.
10. Tarvitaan foorumi, jossa poliittinen johto ja ylin virkamiesjohto keskustelevat murroksellisista teknologioista ja tekevät tarvittavia linjauksia kriittiseen teknologiaan ja sen omistukseen liittyvissä kysymyksissä.

Näiden toimenpiteiden avulla Suomi voi säilyttää asemansa maana, jossa kansalliseen turvallisuuteen liittyvät kysymykset käsitellään tarkoituksenmukaisesti myös murroksellisten teknologioiden aikakaudella.

Lähteet

Raporttia varten toteutettiin laaja kotimaisten ja kansainvälisten asiantuntijoiden haastattelututkimus, johon haastateltiin runsaat 40 henkilöä kesäkuun 2022 ja helmikuun 2023 välisenä aikana. Haastattelut toteutettiin yhdenmukaista haastattelukysymysrunkoa hyödyntämällä. Haastatellut henkilöt edustivat kotimaan ja verrokkimaiden puolustushallintoa, puolustusvoimia, valtionhallintoa, yliopistoja, tutkimuslaitoksia, elinkeinoelämää ja yrityksiä. Henkilöiden virkanimikkeet vaihtelivat tutkijoista professoreihin ja osastopäälliköistä toimitusjohtajiin. Haastattelut toteutettiin Chatham House-säännöillä, joten haastateltujen nimiä tai heidän edustamiaan organisaatioita ei raportin tilaajan ja työryhmän yhteisellä päätöksellä julkaista.

- Alice Pannier (2021): "Europe in the Geopolitics of Technology: Connecting the Internal and External Dimensions". Briefings de l'Ifri. <https://www.ifri.org/en/publications/briefings-de-lifri/europe-geopolitics-technology-connecting-internal-and-external>
- The Danish Government (2021): "National Defence Industrial Strategy of the Danish Government". Haettu 5.9.2022 osoitteesta https://danishbusinessauthority.dk/sites/default/files/media/national_defence_industrial_strategy_of_the_danish_government_2021_final.pdf
- Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta (2023): "Tieto- ja teknologiapolitiikan poikkihallinnollinen johtaminen". Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 5/2022. Haettu 1.3.2023 osoitteesta <https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/TUVJ-5-22.pdf>
- Eino Kossila (31.1.2023): "MOT: GPS-signaaleja häirittiin Suomessa viime vuonna – häiriöt eivät estäisi Turun lentokentän toimintaa". YLE uutiset. Haettu 13.2.2023 osoitteesta <https://yle.fi/a/74-20015611>
- Elisabeth Schoeffmann, Helmut Brüls (2022): "All the Threads Come Together at the Defence Innovation Agency". European Defence Matters. Haettu 11.9.2022 osoitteesta <https://eda.europa.eu/webzine/issue22/cover-story/all-threads-come-together-defence-innovation-agency>
- Erkki Ormala (2019): "Suomen kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaaminen 2020-luvulla". Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 1/2019. Haettu 12.2.2023 osoitteesta https://tem.fi/documents/1410877/2132296/Selvitysmies+Erkki+Ormalan+raportti+1_2019/8e799682-a794-cd37-df13-bbaa27e6cf44
- Heikki Härtsiä (2021): "Kriittisen osaamisen hallinta. Selvitystyön loppuraportti." Huoltovarmuusorganisaatio MIL-pooli. Haettu 11.2.2023 osoitteesta: <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/files/6dfe2c58429c27fd66f27d7ba428520e0e1b0342/kriittisen-osaamisen-hallinta-raportti.pdf>
- Henrik Breitenbach & Tobias Liebetrau (2021): "Technology Competition: Strategic Implications for the West and Denmark". The Centre for Military Studies Haettu 26.2.2023 osoitteesta https://cms.polsci.ku.dk/english/publications/technology-competition-strategic-implications-for-the-west-and-denmark/download-cms-report/CMS_Report_2021_6_-_Technology_Competition_Strategic_Implications_for_the_West_and_DK.pdf
- Huoltovarmuusorganisaatio MIL-pooli (2021): "Kriittisen osaamisen hallinta. Selvitystyön loppuraportti". Haettu 28.2.2023 osoitteesta: <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/files/6dfe2c58429c27fd66f27d7ba428520e0e1b0342/kriittisen-osaamisen-hallinta-raportti.pdf>

- Laura Kangas / YLE (31.1.2023): ”Pääesikunnalta täystyrmäys esitykselle pääministerin uudesta turvallisuuspoliittisesta neuvonantajasta”. <https://yle.fi/a/74-20015543>
- Loet Leydesdorff (2006): ”The Knowledge-Based Economy and the Triple Helix Model”. Teoksessa Wilfred Dolfsma & Luc Soete (toim.): Understanding the Dynamics of a Knowledge Economy. Haettu 25.2.2023 osoitteesta: <https://www.leydesdorff.net/arist09/arist09.pdf>
- Loet Leydesdorff. (2012). The triple helix, quadruple helix, ..., and an N-tuple of helices: explanatory models for analyzing the knowledge-based economy? Journal of the Knowledge Economy, 3(1), 25–35. <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0049-4>
- Mathew Burrows, Julian Mueller-Kaler, Kaisa Oksanen, Ossi Piironen (2022): ”Unpacking the Geopolitics of Technology. How Second- and Third-Order Implications of Emerging Tech are Changing the World”. Atlantic Council Geotech Center. Haettu 28.2.2023 osoitteesta: https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2021/12/GTC_Unpacking-the-Geopolitics-of-Technology.pdf
- Matti Mannonen, Peter Sund (2022): ”Lausunto puolustus Teknologiateollisuus-Kyberala”. Haettu 28.2.2023 osoitteesta <https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Lausunto%20puolustus%20Teknologiateollisuus-Kyberala.pdf>
- NATO Science and Technology Organisation (2022): ”Science and Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge”. Haettu 28.2.2023 osoitteesta https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf
- Nederlandse Industrie voor Defensie en Veiligheid: <https://www.nidv.eu/en/about-nidv/>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2021): ”Toimintatapasuosittukset tukemaan akateemista yhteistyötä Kiinan kanssa”: <https://okm.fi/-/toimintatapasuosittukset-tukemaan-akateemista-yhteistyota-kiinan-kanssa>
- Sisäministeriö (2023): ”Mitä on kansallinen turvallisuus?": <https://intermin.fi/kansallinen-turvallisuus/mita-on-kansallinen-turvallisuus>
- Toni Ahlqvist (2018): ”Radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus. Helsinki, Tulevaisuusvaliokunta, 2018. 115 s. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 4/2018.”
- Topsectoren (2022): ”Top Sectors”. Haettu 15.9.2022 osoitteesta <https://www.topsectoren.nl/innovatie>
- Tuija Karanko (2022): ”Nato-jäsenyyden mahdollisuudet suomalaiselle puolustusteollisuudelle”. Maanpuolustus-lehti. Haettu 20.2.2023 osoitteesta <https://www.maanpuolustus-lehti.fi/nato-jasenyyden-mahdollisuudet-suomalaiselle-puolustusteollisuudelle/>
- Valtioneuvosto (2022): ”Ajankohtaisselonteko turvallisuusympäristön muutoksesta” Valtioneuvoston julkaisu 2022:18. Haettu 12.2.2023 osoitteesta: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163999/VN_2022_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Valtiovarainministeriö (2021): ”Suomen teknologiapolitiikka 2020-luvulla. Teknologialla ja tiedolla maailman kärkeen”. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163185/VM_2021_30.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Valtioneuvosto (2022): ”Tutkimus- ja innovaationeuvosto keskusteli TKI-toiminnan ja -politiikan ja turvallisuuspolitiikan yhtymäkohdista”. <https://valtioneuvosto.fi/-/10616/tutkimus-ja-innovaationeuvosto-keskusteli-tki-toiminnan-ja-politiikan-ja-turvallisuuspolitiikan-yhtymakohdista>

- Valtioneuvoston parlamentaarinen TKI-työryhmä (2021): ”Parlamentaarisen TKI-työryhmän loppuraportti”. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:95. Haettu 10.2.2023 osoitteesta: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163709/VN_2021_95.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- VTT (2022): ”Lupaavimmat teknologiat. Näkökulma Suomen kestäväan kasvuun ja vaikuttavaan innovaatiopolitiikkaan”. Haettu 28.2.2023 osoitteesta: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/2022-05/VTT-lupaavimmat-teknologiat-visiopaperi2022.pdf>
- The White House (2022): ”National Security Strategy October 2022”. Haettu 13.2.2023 osoitteesta <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>