VTT

Lupaavimmat teknologiat

Näkökulma Suomen kestävään kasvuun ja vaikuttavaan innovaatiopolitiikkaan

beyond the obvious

Noustakseen kestävän kasvun kärkimaaksi Suomen on panostettava osaamisalueisiin, joissa meillä on erityistä huippuosaamista ja kilpailuetua ja joihin panostamalla voimme edistää kestävää kasvua maailmanlaajuisesti.

Sisältö

Esipuhe: Suomen tie kestävän kasvun kärkimaaksi **3**

Näillä keinoilla vahvistetaan tutkimuksen vaikuttavuutta **4**

Miten innovaatiot syntyvät – putkiajattelusta dynaamisen innovaatioprosessin tukemiseen **5**

Lupaavimmat teknologiaosaamisalueemme **6**

1. Langattomat tietoverkot **7**
2. Tekoäly **8**
3. Mikroelektroniikka ja fotoniikka **9**
4. Kvanttiteknologia **10**
5. Uudet materiaalit **11**
6. Bioteknologia **12**
7. Energiateknologia **13**
8. Valmistusteknologia **14**
9. Terveysteknologia **15**
10. Turvallisuusteknologia **16**
11. Avaruusteknologia **17**

Kiitokset asiantuntijoille! **18**

Esipuhe: Suomen tie kestävän kasvun kärkimaaksi

Suomen teknologia- ja innovaatiopolitiikasta sekä keinoista nousta kestävän kasvun kärkimaaksi on keskustelu viime vuosina paljon. Tällä hetkellä kaikkien eduskuntapuolueiden yhdessä hyväksymä tavoite on TKI-rahoituksen nostaminen neljään prosenttiin bruttokansantuotteesta vuoteen 2030 mennessä. Akuutti kysymys kuuluu: miten tämä rahoitus kannattaa kohdentaa, jotta se luo Suomeen mahdollisimman tehokkaasti kestävää kasvua ja kansainvälistä uutta liiketoimintaa.

Noustakseen kestävän kasvun kärkimaaksi Suomen on panostettava osaamisalueisiin, joissa meillä on erityistä huippuosaamista ja kilpailuetua ja joihin panostamalla voimme edistää kestävää kasvua maailmanlaajuisesti.

Globaalien haasteiden ratkaisemiseen tarvitaan uusia teknologioita. Siksi teknologia-alojen tutkimukseen ja osaamiseen panostaminen on välttämätöntä kestävän kasvun mahdollistamiseksi.

Lisäksi TKI-rahoitusta on osattava suunnata viisaasti, jotta tutkimukseen perustuvasta teknologiaosaamisestamme todella syntyy kaupallisesti merkittäviä innovaatioita ja siten uutta liiketoimintaa sekä arvoa yhteiskunnalle. Kohdentamisen lisäksi aina tulee tukea myös uusien ratkaisujen ja tieteellisten läpimurtojen versoamista.

Rahoituksen suuntaamista vaikeuttaa se, että tieteen harppaukset ja uudet teknologiat ovat usein monimutkaisia ymmärtää ja erilaisia rahoituksesta kilpailevia tutkimuksen osa-alueita on lukuisia. Miten siis tehdä valintoja eri alueiden välillä, jotta rahoitus olisi mahdollisimman tehokasta sekä Suomen kilpailukyvyn ja talouden että ympäristön, ilmaston ja sosiaalisen kestävyyden kannalta?

Tämä visiopaperi pyrkii avaamaan, mihin tieteen harppauksista nouseviin teknologian osa-alueisiin Suomen kannattaa erityisesti panostaa, jotta saavutamme sekä taloudelliset että kestävyystavoitteemme.

Paperimme kokoaa Suomen johtavien teknologia-alan tutkijoiden näkemyksen lupaavimmista tieteeseen ja tutkimukseen pohjautuvista teknologiaosaamisen alueista sekä innovaatioiden syntyyn keskeisesti vaikuttavista tekijöistä.

Tässä paperissa ei siis puhuta jo markkinoilla olevista teknologioista vaan tutkimukseen pohjautuvista osaamisalustoista. Ne perustuvat tieteen tuoreisiin läpimurtoihin, ja juuri nyt tässä vaiheessa olevat uudet teknologiat etenevät tutkijoiden työpöydillä ja laboratorioissa korkeakouluissa, tutkimuslaitoksissa ja yritysten tutkimus- ja kehitysyksiköissä. Markkinoille edetessään ne mullistavat maailmaa. Jokainen niistä ratkoo myös osaltaan maailman kestävyysongelmia.

Visiopaperimme tarjoaa sisällöllisen näkemyksen kahteen kysymykseen:

1. **Miten julkista TKI-rahoitusta tulisi kohdentaa, jotta se tukee vaikuttavasti tutkimuspohjaisen osaamisen kehittymistä innovaatioiksi ja kestäväksi kasvuksi?**

2. **Mihin tutkimuspohjaisiin teknologiaosaamisen alueisiin Suomen kannattaa panostaa?**

Vihreän siirtymän ja digitaalisen kehityksen sekä maailmaa kohdanneiden kriisien myötä globaalit markkinat ovat suuressa muutoksessa. Nykyisellä teknologiapohjalla ja olemassa olevia kehityspolkuja seuraamalla ei kyetä vastaamaan kohtaamiimme akuutteihin ympäristö- ja sosiaalisiin haasteisiin. Siksi juuri nyt on aika keskustella siitä, millä uuden teknologian osaamisalueilla meillä Suomessa on ainutlaatuista, kansainvälisesti kilpailukykyistä osaamista ja mihin alueisiin meidän sen perusteella kannattaa panostaa.

Valintoja tarvitaan, jotta meille muodostuu globaaleja innovaatioita tuottavia osaamiskeskittymiä. Mitä lähemmäs markkinoita mennään, sitä vähemmän tulisi olla julkista ohjausta. Tässä visiopaperissa puhumme uusiin teknologioihin liittyvästä tutkimusosaamisesta, joka luo valtavasti uusia sovellusmahdollisuuksia. Näitä mahdollisuuksia syntyy, kun osaamispohja on riittävän vahva. Osaamisen vahvistaminen vaatii valintoja ja pitkäjänteisiä panostuksia.

Näillä keinoilla vahvistetaan tutkimuksen vaikuttavuutta

1.Tutkimusalueiden välillä on tehtävä valintoja, ja julkista rahoitusta tulee suunnata pitkäjänteisesti huipputason osaamiskeskittymien kasvattamiseen.

On tärkeää, että Suomessa tehdään valintoja tutkimusrahoituksen suuntaamisesta. Pienen maan resurssit ovat rajalliset. Rahoitusta tulee suunnata erityisesti tutkimusalueille, joiden tieteellinen taso on Suomessa todistettavasti maailman huippua ja joilla on potentiaalia tuottaa kestäviä, skaalautuvia ja kaupallisesti kannattavia ratkaisuja.

Tässä paperissa esitämme näkemyksen, mitkä uusiin teknologioihin liittyvät tutkimusalueet ovat Suomelle lupaavimpia. Näillä kaikilla alueilla on valtavasti erilaisia sovellusmahdollisuuksia. Laajoja taloudellisia ja yhteiskunnallisia hyötyjä syntyy vain, jos tutkimusalueet kasvavat maailmanluokan osaamiskeskittymiksi, niihin kytkeytyy tiivis yhteistyö yritysten kanssa ja niillä voidaan tarjota ratkaisuja globaaleihin haasteisiin.

Kansallisen neljän prosentin tavoitteen saavuttaminen edellyttää, että kaksi kolmasosaa TKI-panosten lisäyksestä tulee yrityksiltä. Se tarkoittaa miljardien eurojen lisäpanostuksia yrityksiltä. Suomessa yksityisistä TKI-investoinneista noin 70 prosenttia tulee teknologiateollisuuden yrityksiltä. Uuden teknologian kehittämiseen ja teknologiaosaamisen vahvistamiseen liittyvät tutkimuspanostukset ovat siis keskeisen tärkeitä yksityisten investointien vivuttamiseksi. Yrityksen investointipäätöksiin vaikuttaa merkittävästi, onko Suomessa tarjolla yrityksen tarvitsemaa vahvaa kansainvälisen tason osaamista ja onko näkymää, että tällaisen osaamisalueen kehittymistä tuetaan pitkäjänteisesti.

Vaikuttavuuden aikaansaamiseksi TKI-rahoitusta tulee suunnata selkeiden periaatteiden ohjaamana ja pitkäjänteisesti.

Ratkaisujen kestävyys on merkittävä tulevaisuuden kehityssuunta ja etu, jolla suomalaiset yritykset voivat erottua kansainvälisistä kilpailijoistaan ja jolla Suomi voi saavuttaa ilmastotavoitteensa ja olla kokoaan suurempi maailman kestävyyshaasteiden ratkaisemisessa. Teknologiaosaamisalueen kyky tuottaa kestävän kehityksen mukaisia ratkaisuja tuleekin olla keskeisessä asemassa tieteellisen tason rinnalla arvioitaessa, mihin TKI-panostuksia suunnataan. Lisäksi valinnoissa on huomioitava erilaisten kasvumahdollisuuksien potentiaali ja niiden merkitys suomalaiselle elinkeinoelämälle.

Rahoituksen suuntaamisessa on huomioitava myös kansainvälinen yhteistyö ja kuinka kilpailukykyistä Suomen osaaminen on kansainvälisesti vertailtuna. Valovoimaisimmat tutkimusideat, konseptit ja keksinnöt syntyvät kansainvälisessä tutkimus- ja kehitysympäristössä. Suomen kannattaa tavoitella merkittäviä “nichejä”, joissa osaaminen on kansainvälisesti ainutlaatuista ja jotka houkuttelevat sekä ulkomaisia yhteistyökumppaneita että uusia osaajia Suomeen. Tämä tarjoaa osaamiskeskittymiin kytkeytyneille suomalaisyrityksille oivan kanavan osaamisen vahvistamiseen.

Merkittävien innovaatioiden syntymistä edistää parhaiten se, että kokonaisuutta ja yhteistyötä mahdollistavia rakenteita ja toimintamalleja tuetaan systemaattisesti ja pitkäjänteisesti. Kansalliset ja kansainväliset rahoitusinstrumentit ovat usein siiloutuneita ja lyhytjänteisiä keskittyen innovaatioprosessin yhteen osaan.

Tällöin innovaatioiden synnystä voi tulla sattumankauppaa: sattuuko soveltavan tutkimuksen tekijä löytämään kenties vuosia vanhan perustutkimuksen tuloksen ja sattuuko kaupallistava taho edelleen löytämään tämän soveltavan tutkimuksen. Tällainen järjestelmä ei tue innovaatioita systemaattisesti tai tehokkaimmalla tavalla.

Sen sijaan hyvin toimivassa osaamiskeskittymässä tehdään samanaikaisesti uutta osaamispohjaa luovaa perustutkimusta ja kehitetään aiemmin saavutettuja tutkimustuloksia kohti sovelluksia. Työtä tehdään siis eri aikajänteillä. Tähän tarvitaan monen tahon tehokasta yhteispeliä.

2. Rahoitus- ja toimintamalleja on uudistettava mahdollistamaan tutkimuksen ja yritysten yhteistyö ja ekosysteemien dynaaminen kehittyminen.

Toimintatapoja ja rahoitusmalleja on uudistettava pikaisesti. Innovaatioiden synnyn ja yhteiskunnallisten hyötyjen kannalta tärkeintä on mahdollistaa tutkimuksen ja yritysten tiivis yhteistyö.

Tutkimus-yritys-yhteistyö on ollut Suomen vahvuuksia, mutta se on erityisesti 2010-luvulla heikentynyt merkittävästi[1)]. Muualla maailmassa yritykset ovat päinvastoin lisänneet yhteistyötään tutkimusyhteisöjen kanssa.

Suomeen tarvitaan rahoitusinstrumentteja ja innovaatio-ohjelmia, jotka mahdollistavat tutkijoiden ja yritysten pitkäjänteisen yhteistyön ja aidon yhteiskehittämisen. Useimmiten tämä vaatii myös korkeatasoisen kehitys- ja kokeiluympäristön.

Riskiä jakavan rahoituksen ja yhteisten kehitys- ja kokeiluympäristöjen avulla yritykset voivat liittyä tutkimukseen jo sen varhaisemmassa vaiheessa, jolloin kaikkien osapuolten ymmärrys uuden teknologian potentiaalista kasvaa.

Tällä hetkellä Suomessa ei ole riittävästi rahoitusinstrumentteja, jotka mahdollistaisivat tehokkaan polun, jota pitkin tutkimus voi edetä yritysten kautta yhteiskunnallisiksi hyödyiksi.

Esimerkiksi Suomen Akatemian lippulaivaohjelmalla on kehitetty osaamiskeskittymien akateemista puolta, mutta Suomesta puuttuu ohjelman vastinpari, jolla tiivistää yritysyhteistyötä ja luoda systemaattisia jatkopolkuja kohti innovaatioita.

Business Finlandin rahoituksessa painottuu liiaksi yritysten olemassa olevien tuotteiden ja palveluiden parantaminen sen sijaan, että mahdollistettaisiin radikaalien, teollisuutta uudistavien innovaatioiden synty. Business Finlandilla tulisikin olla nykyistä selvästi paremmat mahdollisuudet rahoittaa yritysten ja tutkimuksen ekosysteemimäistä yhteistyötä sekä merkittävien yhteiskunnallisten haasteiden ratkaisemiseen tähtääviä innovaatio-ohjelmia.

Rahoitusinstrumenttien on myös huomioitava, että mullistavien innovaatioiden kehittämiseen liittyy aina suuria riskejä. Yritykset arvioivat monen potentiaalisen kasvualan riskit itselleen liian suuriksi, elleivät ne saa kehitystoimintaan tukea. Kynnystä madaltamaan tarvitaan rahoitusinstrumentteja ja koehankkeita, jotka mahdollistavat pidemmälle tulevaisuuteen tähtäävän innovoinnin pienemmällä riskillä – ilman korkeaa painetta tuottaa heti vastinetta investoiduille rahoille.

[1)]Hajikhani & Suominen, Elsevier 2021

Miten innovaatiot syntyvät – putkiajattelusta dynaamisen innovaatioprosessin tukemiseen

Innovaatioiden syntyä on perinteisesti kuvattu putkena: perustutkimus, soveltava tutkimus, kaupallistaminen. Tämä malli ei vastaa todellisuutta. Sen sijaan merkittäviä haasteita ratkaisevat innovaatiot syntyvät dynaamisesti, monien toimijoiden tiiviissä yhteistyössä.

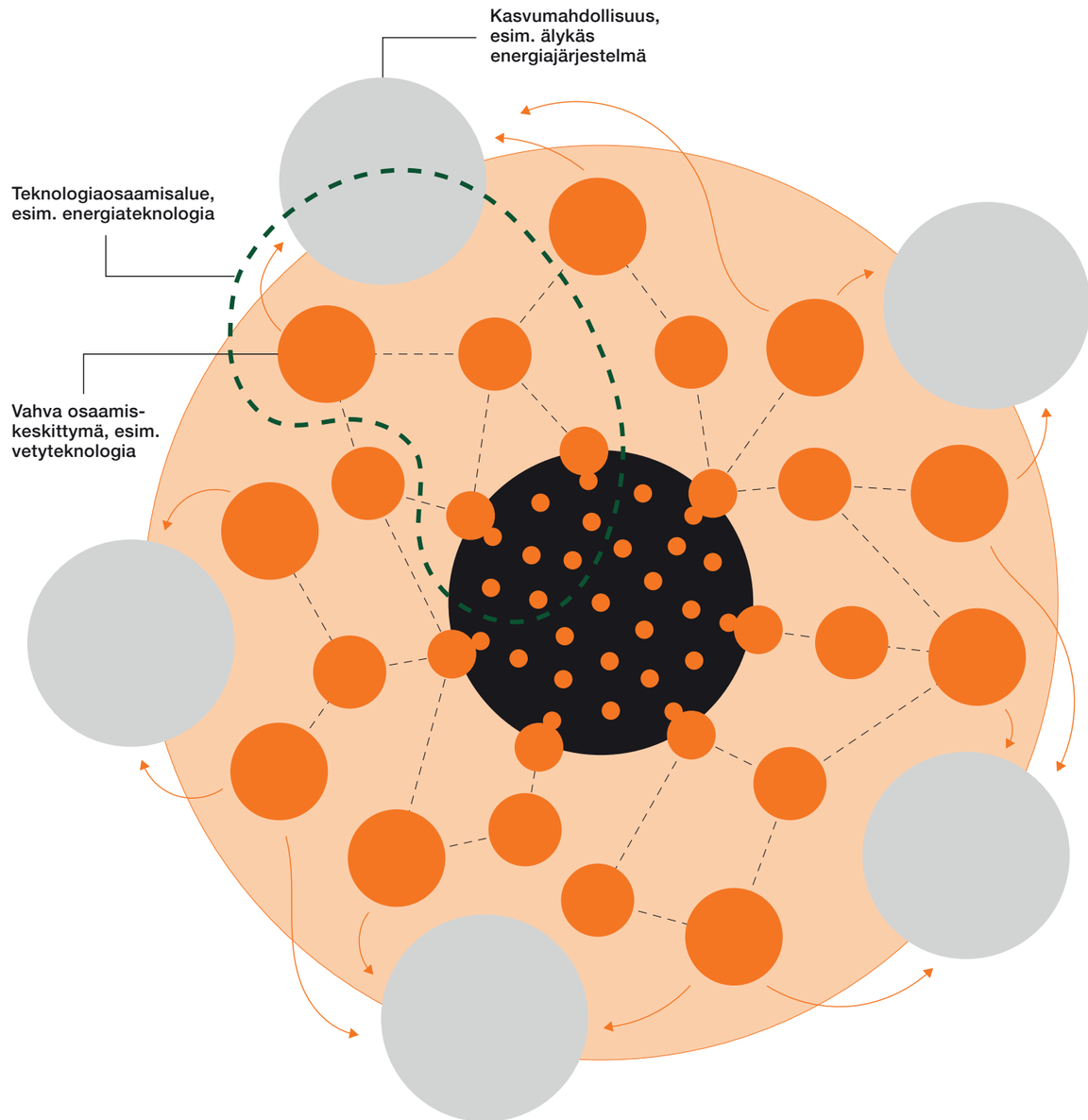
Innovaatioekosysteemissä tutkimusorganisaatioista, yrityksistä ja muista yhteiskunnan toiminnoista tulevat ihmiset työskentelevät tiiviisti yhdessä kehittääkseen uutta. Tavoitteena on ratkoa moniulotteista haastetta, jonka ratkaiseminen ei onnistu yhden tai muutaman toimijan yhteisellä innovaatioprosessilla. Innovaation keskeinen moottori on muutoksen tarve – voimakkaimmillaan yhteiskuntaa tai ympäristöä uhkaava kriisi.

Hyvin toimivassa innovaatioekosysteemissä ihmisillä on toisiaan täydentävää, monialaista osaamista ja verkottuminen on kansainvälistä. Jaettu ymmärrys tavoitteista on keskeinen keino ohjata ekosysteemin kehittymistä. Tarkoitus on viedä tutkimuksesta syntyneitä tuloksia ja osaamista käytäntöön. Lopputuloksena tulisi syntyä uusia ratkaisuita, jotka ovat hyödyllisiä loppukäyttäjille ja tuottavat arvoa yhteiskuntaan.

Ekosysteemin ytimessä on kovatasoinen perustutkimus, joka synnyttää ainutlaatuista osaamista. Globaalisti merkittävien osaamiskeskittymien rakentuminen vaatii valintoja, pitkäjänteistä ja ennakoitavaa rahoitusta ja monialaista kansainvälistä yhteistyötä. Kokonaisuudesta syntyy innovaatioekosysteemi, kun useissa eri rooleissa olevia yrityksiä liittyy tähän verkostoon ja verkoston kumppanit alkavat tehdä tutkimus- ja kehitystyötä aidosti yhdessä. Tämä ristipölytys tuottaa innovaatioita, jotka luovat paljon kasvumahdollisuuksia eri sovellusaloille

Innovaatioiden synty vaatii ennen kaikkea paljon vuorovaikutusta ja aitoa yhdessä tekemistä tutkijoiden, yritysten ja yhteiskunnan toimijoiden välillä kehityksen kaikissa vaiheissa. Lisäksi keskeistä on kyky yhdistää ainutlaatuista osaamista ongelmien ratkaisemiseen. Merkittäviä haasteita ratkaisevia innovaatioita syntyy tehokkaimmin ekosysteemeissä.

Nyt tämä yhteispeli ei Suomessa toimi riittävän hyvin. Sen korjaamiseksi meidän tulee mahdollistaa ihmisten pitkäjänteinen yhdessä tekeminen tutkimuksessa, kehittämisessä ja innovaatiotoiminnassa. On tärkeää, että Suomen innovaatiojärjestelmässä parannetaan sen kykyä edistää ekosysteemien syntyä ja ylläpitää niitä.



Kuinka kestävää kasvua tuottavia innovaatioekosysteemejä syntyy? Vahvan perustutkimuksen myötä syntyneisiin osaamiskeskittymiin kytkeytyy laaja yhteistyö eri rooleissa olevien yritysten ja eri tutkimusalojen välillä. Yhdessä tekemällä syntyy innovaatioita, jotka mahdollistavat kestävää kasvua monella alalla. Kuvassa on hahmotettu tätä periaatetta kokonaisuutena eli kuvattuna on useita eri kehitysvaiheissa olevia innovaatioekosysteemejä.

Lupaavimmat teknologiaosaamisalueemme

Tässä visiopaperissa esitellään 11 tieteeseen ja tutkimukseen pohjautuvaa teknologiaosaamisen alaa, joihin Suomen tulisi panostaa. Alat on valittu suomalaisen tutkimuskentän huippuasiantuntijoiden haastatteluiden ja näkemysten avulla pohjautuen useisiin viimeaikaisiin selvityksiin ja raportteihin[2)].

Aloja on arvioitu kahden kriteerin avulla.

1) Vaikuttavuus

Alalla tulee olla vahva potentiaali luoda kasvua ja kestävää hyvinvointia Suomeen ja maailmaan.

2) Osaaminen

Suomella on alalla erittäin pitkän linjan tutkimus- ja kehitysosaamista, ja siksi juuri meillä on kyky nousta maailman kärkeen ratkaisujen tarjoajana.

Suomelle lupaavat teknologiaosaamisen alueet on ryhmitelty kahteen eri luokkaan:

Alueet 1–6 ovat **mahdollistavia teknologioita** eli teknologian alueita, jotka mahdollistavat erilaisia ratkaisuja lukuisilla eri teollisuudenaloilla.

Alueet 7–11 **ovat kokoavia teknologioita**, jotka ryhmittelevät yhteen erilaisia teknologiaosaamisen alueita, joita käytetään tietyn sovellusalueen (esim. energia, terveys, turvallisuus) kehittämisessä. Esimerkiksi energiajärjestelmän kehittämiseen käytetään useita eri teknologiaosaamisen alueita – esimerkiksi niitä, joita on kuvattu kohdissa 1–6.

2) Suomen teknologiapolitiikka 2020-luvulla: Teknologialla ja tiedolla maailman kärkeen, VM:n julkaisuja 2021:30; OECD:n suositukset koskien Suomen innovaatiopolitiikkaa; Kestävä talouskasvu ja hyvinvointimme tulevaisuus, TEM:n julkaisuja 2021:12; Evaluation of the Academy of Finland, Publications of the Ministry of Education and Culture 2022:7.

Suomelle lupaavimmat teknologiaosaamisen alat:

Mahdollistavat teknologiat:

1. Langattomat tietoverkot
2. Tekoäly
3. Mikroelektroniikka ja fotoniikka
4. Kvanttiteknologia
5. Uudet materiaalit
6. Bioteknologia

Kokoavat teknologiat:

7. Energiateknologia
8. Valmistusteknologia
9. Terveysteknologia
10. Turvallisuusteknologia
11. Avaruusteknologia

1. Langattomien tietoverkkojen kehitys mahdollistaa radikaalin automatisaation

5G- ja 6G-teknologiat mahdollistavat eri teollisuuden alojen radikaalin automatisoinnin. Kyseessä on liiketoiminnallinen murros, jossa Suomi voi vahvan osaamisensa pohjalta toimia suunnannäyttäjänä, jos panostamme 6G-teknologiaan ja vahvistamme kansainvälistä yhteistyötä.

Miksi alue on vaikuttava?

Teollinen tuotanto ei ole juuri enää tehostunut viime vuosikymmeninä, mutta nyt maailma on käymässä läpi uutta murrosta, joka tulee tehostamaan kaikkien alojen prosesseja ja sitä kautta mahdollistaa energian säästämisen, materiaalien käytön tehostumisen ja kaiken kaikkiaan kestävän kehityksen.

Pähkinänkuoressa: asioita tehdään tehokkaammin ja pienemmillä resursseilla.

Tämä murros perustuu langattomien tietoverkkojen kehitykseen. 5G-ekosysteemi jalostuu jatkuvasti. Seuraava aluevaltaus ovat yksityiset 5G-verkot, jotka korvaavat wifi-verkkoja rajatuissa ympäristöissä: tehtailla, lentokentillä ja satamissa. Yksityiset 5G-verkot ovat luotettavampia ja turvallisempia verkkoympäristöjä ja luovat liiketoimintamahdollisuuksia Nokian kaltaisille teknologiayrityksille sekä monille teknologian soveltajille, esimerkiksi suomalaisille koneteollisuuden yrityksille.

6G-teknologia tulee olemaan käytössä noin vuodesta 2028 alkaen. Se mahdollistaa omalta osaltaan murroksen eri aloilla: teollisia prosesseja, tehtaita, työkoneita ja palveluita voidaan tuottaa täysin automaattisesti ilman ihmistyöntekijöitä. Yhteiskunnan automatisaatio viedään aivan uudelle tasolle ja tavaroiden, ihmisten ja tiedon turha liikuttelu loppuu. Monet ratkaisut liittyvät logistiikan tehostamiseen, mikä puolestaan on ensiarvoisen tärkeää päästöjen vähentämiseksi.

Hajautetut, langattomiin verkkoihin integroidut pilvipalvelut tehostavat tietoverkkojen käyttöä ja vähentävät energiankulutusta. Reunalaskennan kaltaiset uudet teknologiat mahdollistavat tiedon käsittelyn paikallisesti lähellä datan keräämispaikkaa, jolloin tiedonsiirron vaatima energiamäärä vähenee ja palvelujen tietoturvaa on mahdollista parantaa.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomi on ollut 30 vuotta mobiiliteknologioissa yksi maailman keskeisin teknologiaosaaja. Erityisesti Nokian tutkimuksen ja liiketoiminnan ansiosta Suomessa on laaja ekosysteemi ja laajaa osaamista sekä korkeakouluissa että yrityksissä juuri langattomien tietoverkkojen ja niihin pohjaavien sovellusten kehittämisessä ja myymisessä maailmalle.

Suomella on mahdollisuudet olla yksi keskeisistä vaikuttajista myös 6G-murroksessa, mutta se ei tapahdu itsestään. Osaaminen kasautuu sinne, missä satsauksia tehdään ja minne osaajat kasautuvat.

Suomi voi kehittyä edelläkävijäksi kestävien ICT-ratkaisujen kehittäjänä. Mobiiliverkot ja datakeskukset kuluttavat entistä enemmän sähköä.

Suomen kansallinen ICT-alan ilmasto- ja ympäristöstrategia (2021) on poikkeuksellinen. Se kuvaa alan potentiaalia vähentää muiden alojen päästöjä ja myös asettaa tavoitteen vähentää ICT:n omaa ilmastojalanjälkeä. Tämä on hyvä lähtökohta sille, että Suomessa voidaan kehittää ratkaisuja, jotka tarvitsevat vähemmän pilvi- ja laskentakapasiteettia, siirtävät vähemmän dataa ja ovat kokonaisvaltaisesti kestävämpiä.

Liikenne ja logistiikka, teolliset ympäristöt, hoiva ja terveydenhuolto, koulutus, maa- ja metsätalous ja niin edelleen ovat kaikki luomassa kukin omanlaisiaan ekosysteemejä ja arvoketjuja. Kyseessä ei ole niinkään teknologiamurros (jota sitäkin tarvitaan) vaan ekosysteeminen- ja liiketoiminnallinen murros, jossa Suomi voi toimia kokonsa vuoksi suunnannäyttäjänä.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Suomessa on tehtävä valintoja, joiden avulla voimme suunnata t&k-investointeja vaikuttavasti. Valinnat on tehtävä kansainvälisten vertailujen pohjalta: millä aloilla suomalainen osaamisen on todella maailman huippua. Langattomien verkkojen alalla se on sitä.

Valintoja on mietittävä kansainvälisen viennin ja tarpeiden näkökulmasta, ei vain Suomen lähtökohdista. Tietoverkoissa meillä on kykyä skaalata paikallisesti toimivat ratkaisut maailman markkinoille.

Suomi toimii osana Euroopan unionia ja Euroopan poliittiset päätökset ja tutkimusrahoitus tukevat langattomien verkkojen kehittämistä. Suomi voi kuitenkin hävitä eurooppalaisen kilpailun, jos se ei itse sijoita 6G-teknologiaan. Maat kuten Saksa, Italia ja Espanja ovat ohjanneet Euroopan RRF-rahoituksesta satoja miljoonia langattomien verkkojen tutkimukseen ja -kehitykseen. 6G:ssä olisi syytä myös rakentaa EU-alueen ulkopuolella yhteistyötä Japanin ja Korean kanssa.

EU:n sisällä pohjoismaista yhteistyötä pitäisi kenties vauhdittaa tätäkin enemmän: Nokia ja Ericsson ovat tällä hetkellä keskeiset veturit 5G- ja 6G-kehityksessä. Miksi emme pyrkisi toimintamalliin, joka loisi Pohjoismaihin ainutlaatuisen osaamiskeskittymän tulevaisuuden kilpailukyvyn vahvistamiseksi?

Kokonaisuutena on tärkeää, että Suomessa koulutetaan monialaisia teknologiaosaajia, koska langattomat verkot, tekoäly, ohjelmistoteknologia, mikroelektroniikka ja komponenttiteknologia toimivat ja kehittyvät kaikki yhdessä ja toisiinsa vaikuttaen. Langaton teknologia on hermoverkosto, joka yhdistää tämän kaiken.

Suomessa on tehtävä valintoja, joiden avulla voimme suunnata t&k-investointeja vaikuttavasti. Valinnat on tehtävä kansainvälisten vertailujen pohjalta: millä aloilla suomalainen osaamisen on todella maailman huippua. Langattomien verkkojen alalla se on sitä.

2. Tekoälyn tehostaminen on Suomen valtti

Tekoäly ajaa eteenpäin digitalisaatiota ja vaikuttaa kaikkeen lääketieteestä ilmastotutkimukseen. Suomi voi tarjota uusia ratkaisuja siihen, miten tekoälyteknologioista luodaan luotettavampia ja ymmärrettävämpiä, niin että ne käyttävät vähemmän dataa, energiaa ja laskentaa.

Miksi alue on vaikuttava?

Tekoälyn vaikuttavuutta tai merkitystä on vaikea tarkkaan rajata, sillä tekoälyä on kaikkialla ja se liittyy ylipäänsä koko digitalisaatioon. Yhtäkään globaalia haastetta ei ratkaista ilman dataa ja tehokasta laskentaa, mitä tekoäly pohjimmiltaan on. Tekoäly siis vaikuttaa kaikkeen lääketieteestä ilmastotutkimukseen.

Tekoälyn tarkkoja taloudellisia vaikutuksia on vaikea arvioida, sillä digitalisaatio on datan ja tekoälyn ajamaa, eikä voida erotella, mitkä talousvaikutukset ovat tekoälyn aikaansaamia ja mitkä digitalisoitumisprosessin. Vaikutukset ovat joka tapauksessa huomattavia.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Hyvin koulutettuna ja teknologiapositiivisena yhteiskuntana Suomi on paikka, jossa digitaalisia teknologioita kannattaa kehittää ja kokeilla. Tämän lisäksi Suomessa on myös valmiiksi huippuosaamista sekä maailman parhaat data-arkistot esimerkiksi lääketieteessä.

Keskeinen tekijä Suomen huippuosaamisessa on teknologinen osaamispohja sekä sen kasvattaminen. Suomessa on ollut intohimoisia tekoälyn tutkijoita, jotka ovat synnyttäneet seuraavan tutkijasukupolven. Nyt tämä osaaminen tulisi kapitalisoida.

Tällä hetkellä kaupallistuvat tekoälyn sovellukset perustuvat 30 vuotta sitten tehtyyn perustutkimukseen ja ovat lyöneet läpi nyt, kun dataa on saatavilla tarpeeksi.

Nykymuotoinen teknologia käyttää paljon dataa ja koneoppimista ja vaatii laskentatehoa, johon nykytietokoneet kykenevät. Tällä hetkellä pikavoittoja ovat siis saaneet yritykset, jotka käyttävät vanhaa teknologiaa ja joilla on paljon dataa käytettävissään, kuten esimerkiksi suuret teknologiayritykset. Datainfrastruktuurien kehitystä tulisikin hyödyntää myös tekoälyä käyttävien palveluiden luomisessa.

Nykymuotoisen tekoälyn skaalautumisessa tulee kuitenkin seinä vastaan. Lisäksi esimerkiksi nykyisin kuvantunnistuksessa käytettävät syvät neuroverkot eivät välttämättä ole aina luotettavia ja niiden toimintaa ohjaavia periaatteita voi olla vaikeaa pukea sanoiksi.

Tulevaisuuden kysymys on, miten luoda luotettavampia ja ymmärrettävämpiä teknologioita, jotka käyttävät vähemmän dataa, energiaa ja laskentaa.

Näitä ongelmia on pyritty ratkaisemaan juuri Suomessa. Meillä on jo pitkään kehitetty teknologiaa, joka ei vaadi isoa määrää dataa.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Suomessa ajatellaan usein, ettei Suomella ole resursseja tekoälyn kehittämiseksi vaan Suomen täytyisi keskittyä sovelluksiin ja niiden kehittämiseen.

Tämä ajattelutapa on kuitenkin ongelmallinen – mikäli jokin on helppoa, tulevat muut tekemään saman. Meidän on tehtävä vaikeaa. Teknologia-alalla tämä ajattelumalli ei toimi siitäkään syystä, että uusien ja kehittyvien teknologioiden käyttöönotto vaatii integrointia ja osaamista teknologiasta.

Esimerkiksi Euroopan komission majakoitten verkosto on esimerkillinen projekti siinä mielessä, että on ymmärretty, ettei kaikkien tarvitse olla huippututkijoita. Huippuosaaminen on majakka, toiminta pitää rakentaa näitten majakoitten ympärille.

Suomella on tekoälyn saralla ”majakka” ja alalla on pyrkimyksiä rakentaa interaktiivista ekosysteemiä. Se on kuitenkin vaikeaa, sillä sille ei ole olemassa omaa rahoitustaan.

Esimerkiksi Finnish Center for Artificial Intelligence (FCAI) saa lippulaivarahoitusta, joka on tarkoitettu perustutkimuksen tekemiseen, eikä riitä itse ekosysteemin pyörittämiseen. Vaihtoehtoisesti Business Finland rahoittaa yksittäisiä projekteja.

Hyvin koulutettuna ja teknologiapositiivisena yhteiskuntana Suomi on paikka, jossa digitaalisia teknologioita kannattaa kehittää ja kokeilla.

3. Mikroelektroniikka ja fotoniikka ovat digimurroksen alusta

Mikroelektroniikan ja fotoniikan innovaatiot ovat keskeisiä muun muassa robotiikan, kvanttitietokoneiden ja viestintäteknologioiden kehityksessä. Suomessa on ainutlaatuista osaamista, mutta sen kaupallistaminen vaatii pitkäjänteisyyttä alan rahoitukseen ja koulutukseen sekä selkeyttä immateriaalioikeuksiin ja tutkimuslaitteiston käyttöön.

Miksi alue on vaikuttava?

Mikro- ja nanoelektroniikka sekä fotoniikka ovat teknologiana mahdollistavia. Tämä tarkoittaa, että muu digitaalinen teknologia rakentuu näiden sovellusten päälle. Vaikkapa robotiikkaa, tekoälyä, kvanttitietokoneita tai viestintäteknologiaa ei voitaisi kehittää ilman, että mikroelektroniikan ja fotoniikan menetelmiä ja innovaatioita hyödynnetään.

Mikroelektroniikka ja fotoniikka käsittävät mm. kaikkeen valon ja sähkövirran ja -kentän käsittelyyn liittyvät teknologiat, kuten kamerat, sensorit, sekä valonlähteet, kuten ledit ja laserit. Lisäksi tärkeä osa-alue on komponenttien ja materiaalien valmistus, joka sisältää muun muassa erilaisia nanovalmistustekniikoita. Monet uudet maailmaa tällä hetkellä mullistavat innovaatiot hyödyntävät jollain tavalla mikroelektroniikkaa ja fotoniikkaa, esimerkiksi tuotantolaitosten laaduntarkkailun sensoreissa, robottien tarvitsemien sensorien datalähteissä tai vaikkapa satelliittien ja kännyköiden kamerateknologiassa.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomessa on monia huipputason työryhmiä, jotka työskentelevät mikroelektroniikan ja fotoniikan sovellusten parissa. Lisäksi Suomesta löytyy ainutlaatuista, maailmanluokan infrastruktuuria mikroelektroniikan ja fotoniikan kehittämiseen.

Suomessa osataan tehdä esimerkiksi tutkimusta, joka luo uusia mekanismeja mikroelektroniikan ja siihen liittyvien sovellusten valmistukselle sekä luo sovellusten prototyyppejä. Esimerkiksi huikeassa kasvussa oleva aurinkoenergia-ala hyödyntää fotoniikkaa ja mikroelektroniikan valmistustekniikoita. Siksi suomalaiselle teknologiaosaamiselle on maailmalla kysyntää, vaikka itse aurinkoenergian tuotanto on lopulta halvempaa Kiinassa kuin Suomessa.

Mikroelektroniikan ja fotoniikan tutkimukseen on panostettu Suomessa 50-luvulta lähtien ja perinteemme alalla etsii vertaistaan maapallolla. Nokia-vuosina Suomessa panostettiin suuria summia erityisesti fotoniikan tutkimukseen kännyköiden valmistuksen tueksi sekä matkapuhelinten kamerateknologian vuoksi. Suomessa on tältä pohjalta rakentunutta korkeatasoista osaamista, jota osataan myös kaupallistaa.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Mikroelektroniikan ja fotoniikan innovaatioita on jalostettu yritystoiminnaksi jo pitkään, ja liiketoimintapotentiaalia löytyy koko ajan lisää. Jotta potentiaalista päästään todellisuuteen, on yritysten ja korkeakoulujen välisiä raja-aitoja purettava.

Suomella on runsaasti mahdollisuuksia kehittää erilaisia mikroelektroniikkaan ja fotoniikkaan pohjautuvia erikoistuneita ratkaisuja sekä muun digitaalisen teknologian valmistamisen mahdollistavia tuotantotekniikoita. On tärkeää, että suomalaisten yritysten oma tutkimus ja kehitys tehdään Suomessa, vaikka massatuotanto toteutetaan kuitenkin mitä todennäköisimmin jatkossakin muualla maailmassa.

Aloittelevien yritysten pitäisi päästä helpommin käyttämään Suomessa olemassa olevaa tutkimus- ja kehitysinfraa, joka sijaitsee yleensä yliopistojen tai tutkimuslaitosten tiloissa. Tällä hetkellä esteiksi tulevat sekä tilankäytön hinta että pitkät käsittelyajat. Suomessa lupamenettelyt vievät liikaa aikaa, jolloin aloittelevien, usein melko suuria investointeja vaativien yritysideoiden parissa työskentelevien uusien yrittäjien into kuivuu helposti kasaan. Kuka haluaa odottaa vuoden, jotta pääsee edistämään omaa ideaansa? Olisi siis luontevaa pyrkiä sujuvoittamaan näihin menettelyihin kuluvaa aikaa, jolloin ideat pääsisivät kehittymään nopeammin liiketoiminnaksi.

Alan investointikustannukset nousevat korkeiksi useista syistä. Ensinnäkin mikroelektroniikan ja fotoniikan kehittämiseen ja prototyyppien rakentamiseen tarvittavat korkeateknologiset laboratoriotilat ovat käyttökustannuksiltaan kalliita. Tutkimus- ja yritystoiminnan edellyttämät hinnat nousevat helposti sellaisiin summiin, joita useimmilla startupeilla ei ole varaa maksaa.

Toisaalta alan yritykset hyödyntävät korkeakouluissa syntyneiden innovaatioiden immateriaalioikeuksia. Ala tarvitsee selkeitä prosesseja, joiden avulla immateriaalioikeudet saataisiin mahdollisimman tehokkaasti hyötykäyttöön niin, että eturistiriitoja ei pääse syntymään.

Tutkimuksen rahoituksen sekä immateriaalioikeuksien ja tutkimuslaitteiston käytön hinnoittelun tulisi olla pitkäjänteistä ja tukea sekä olemassa olevan osaamisen kehittämistä että uusien tutkijoiden ja yritysten houkuttelua Suomeen.

Samalla tulisi kannustaa nuoria hakeutumaan fotoniikan ja mikroelektroniikan aloille opiskelemaan, sillä opiskelijoiden määrä on ollut jo pitkään laskussa, vaikka näiden alojen merkitys yhteiskunnalle ja yrityksille on kasvanut.

Monet uudet maailmaa tällä hetkellä mullistavat innovaatiot hyödyntävät jollain tavalla mikroelektroniikkaa ja fotoniikkaa, esimerkiksi tuotantolaitosten laaduntarkkailussa sensorien sisällä, robottien tarvitsemien sensorien datalähteissä tai vaikkapa satelliittien ja kännyköiden kamerateknologiassa.

4. Kvanttiteknologia mullistaa laskentatehon

Suomalaiselle kvanttialalle on kehittynyt perustutkimuksen, soveltavan tutkimuksen ja teollisuuden muodostama hyvin toimiva ekosysteemi, ja huippuyksiköistä on syntynyt myös menestyviä startupeja. Nyt haasteena on löytää alalle riittävästi koulutettua työvoimaa.

Miksi alue on vaikuttava?

Kvanttiteknologia mahdollistaa mullistavat teknologiset harppaukset laskentatehossa ja tietokonesimuloinnissa. Tulevaisuudessa kvanttiteknologiaa voidaan hyödyntää monella eri toimialalla, kuten esimerkiksi lääketeollisuudessa uusien rokotteiden kehittämiseen, turvallisuusteknologiassa kvanttisalattuun tiedonsiirtoon tai teknologiateollisuudessa äärimmäisen herkkien anturien suunnitteluun.

Korkean teknologian teollisuuden lisäksi sillä kvanttiteknologialla on runsaasti potentiaalisia käyttömahdollisuuksia muun muassa pankki- ja vakuutussektorilla.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomessa on pitkät perinteet kvanttiteknologian tutkimuksessa ja kehityksessä. Meillä on tehty yli puoli vuosisataa kvanttialan tutkimusta, mikä on luonut perustan nykyiselle osaamispohjalle. Osaamista on vahvistettu useilla huippuyksiköillä, joissa tehtävän perustutkimuksen tukemana on voitu kehittää uusia teknologisia innovaatioita.

Kvanttialalle on kehittynyt perustutkimuksen, soveltavan tutkimuksen ja teollisuuden muodostama hyvin toimiva ekosysteemi. Vahva osaamispohja ja vuorovaikutus teollisuuden kanssa ovat mahdollistaneet sen, että huippuyksiköistä on syntynyt myös menestyviä startupeja.

Osaamisen lisäksi Suomessa on kehitetty erinomaiset olosuhteet kvanttialan tutkimukselle. Korkeakoulukampuksille on rakennettu kvanttiteknologialle suotuisaa tutkimusinfrastruktuuria, ja kokeelliseen tutkimukseen tarvittavat valmistus- ja mittausmahdollisuudet ovat vahvistaneet Suomen kilpailukykyä alalla.

Varsinaisen kvanttiteknologian kehittämisen lisäksi meillä on hyvät puitteet myös mahdollistavan teknologian, kuten jäähdytysteknologian kehittämiseen. Mahdollistavaa teknologiaa hyödynnetään nykyisissä kvanttiteknologioiden toteutuksissa. Suomesta löytyy esimerkiksi globaali markkinajohtaja alalla, jossa valmistetaan ultramatalien lämpötilojen jäähdytyslaitteita laboratorio-olosuhteisiin.

Koska kilpailu tulee jatkossa kiristymään, tulee kvanttialan osaamista jatkuvasti kehittää. Tulevaisuudessa fyysisten tuotteiden kehittämisen lisäksi suurin potentiaali löytyy Suomen kannalta varsinkin ohjelmisto- ja algoritmikehityksessä. Etenkin kiinnostavia mahdollisuuksia syntyy, jos yhdistämme tätä uuden laskennan kehittämistä teollisuuden aloihin, joissa Suomessa on olemassa olevaa vahvaa osaamista.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Tällä hetkellä koulutus ja koulutetun työvoiman puute on suurin pullonkaula kvanttiteknologian kehitykselle. Kotimainen kysyntä koulutetulle työvoimalle on huomattavaa. Teknologia on vielä vaiheessa, jossa perustutkimuksen merkitys teknologian kehittämiselle on keskeistä.

Ala on saanut osakseen runsaasti huomiota ja odotuksia sen valtavan potentiaalinsa vuoksi. Odotusten keskellä meillä tulisi olla malttia panostaa alaan pitkäjänteisesti, koulutusta ja perustutkimusta unohtamatta.

Kvanttialalle on kehittynyt perustutkimuksen, soveltavan tutkimuksen ja teollisuuden muodostama hyvin toimiva ekosysteemi. Vahva osaamispohja ja vuorovaikutus teollisuuden kanssa ovat mahdollistaneet sen, että huippuyksiköistä on syntynyt myös menestyviä startupeja.

5. Uudet materiaalit mahdollistavat hiilineutraalin kiertotalouden

Suomalainen materiaalien huippuosaaminen keskittyy uusiutuviin biopohjaisiin materiaaleihin, kiertotalouteen ja kehittyneeseen materiaalisuunnitteluun – ja näiden alueiden yhdistämiseen. Jos suomalaisyritykset kykenevät tarjoamaan kestäviä, skaalautuvia materiaaliratkaisuja, globaalit kasvumahdollisuudet ovat huimat.

Miksi alue on vaikuttava?

Materiaalit ovat ihmiskunnan teknologista kehitystä määrittävä alusta, ja materiaalitieteen innovaatiot vaikuttavat laajasti lähes kaikkiin teollisuudenaloihin rakentamisesta koneteollisuuteen ja ruoasta terveysteknologiaan.

Materiaalien kehitys ja kierto ovat kestävään kasvuun liittyvien kysymysten ytimessä. Tällä vuosikymmenellä jokaisen teollisuudenalan olisi irtauduttava pikavauhdilla fossiilisista raaka-aineista ja korvattava ne hiilineutraaleilla vaihtoehdoilla. Samalla materiaalit olisi myös saatava paremmin kiertoon, jotta ratkomme globaalin resurssipulan ja irrotamme talouskasvun luonnonvarojen ylikulutuksesta.

Nopeasti kehittyvät uudet materiaalit ja kehittynyt materiaalitiede tarjoavat uusia mullistavia ratkaisuja näihin haasteisiin. Ne mahdollistavat kestävän kiertotalouden, jossa materiaalinen kulutus saadaan rajattua luonnon kantokyvyn puitteisiin. Jos suomalaisyritykset kykenevät tarjoamaan kestäviä, skaalautuvia materiaaliratkaisuja sekä kehittämään vähähiilisiä valmistusprosesseja, globaalit kasvumahdollisuudet ovat huimat.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomalainen materiaaliosaaminen ja -innovaatiot ovat olleet jo vuosikymmeniä maailman kärkeä.

Huippuosaamisemme kiteytyy kolmeen alueeseen: uusiutuviin biopohjaisiin materiaaleihin, kiertotalouteen ja kehittyneeseen materiaalisuunnitteluun – sekä näiden alueiden yhdistämiseen.

Uusiutuvilla biopohjaisilla materiaaleilla voidaan korvata fossiilipohjaisia materiaaleja kestävästi. Ne ovat usein uudelleenkäytettäviä, kierrätettäviä ja biologisesti hajoavia eivätkä muodosta jätettä. Pitkä historiamme metsä-, kemian- ja prosessiteollisuudessa on luonut Suomeen ainutlaatuista osaamista esimerkiksi selluloosapohjaisissa bio- ja vaihtoehtomateriaaleissa. Biomateriaaliteknologiat taipuvat muidenkin kuin puupohjaisten jätekuitujen käyttöön: esimerkiksi ruoka- ja tekstiilijätettä voidaan kierrättää uudenveroisiksi materiaaleiksi.

Kiertotalouden ratkaisuissa tuotetaan hyödyttömistä sivuvirroista tai jätteestä jälleen toimivia materiaaleja ja ohjataan materiaalien virta tehokkaammin kiertoon.

Kiertotalouteen pohjaavia materiaali-innovaatioita on tehty Suomessa jo yli 20 vuotta. Niiden avulla kierrätetään esimerkiksi biojätteitä uudenveroiseksi muoviksi, jätetekstiilejä uusiksi tekstiileiksi, rakennusmaiden sivuvirtoja ekobetoniksi tai saadaan arvokkaat metallit romujätteestä kiertoon hydrometallurgialla. Kierrätysmateriaalien avulla yritykset voivat vahvistaa omaa materiaalien valmistustaan, esimerkiksi romurauta voidaan jalostaa jälleen korkea-arvoiseksi jaloteräkseksi, kun sitä sekoitetaan kromiin. Tekstiilien kierrätys avaa uusia mahdollisuuksia myös metsäteollisuuden sellun myynnille.

Kehittynyt materiaalisuunnittelu hyödyntää koneoppimista ja tekoälyä materiaalikehityksen vauhdittamiseen. Siinä missä perinteinen materiaalikehitys on vienyt usein 20–30 vuotta, virtuaalisen materiaalikehityksen ja tekoälyn avulla voidaan suunnitella ja mallintaa materiaaleja atomi atomilta vastaamaan lopullista tarvetta. Suomessa on vahva pohja laskennallisesta virtuaalisesta materiaalitieteestä.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Osaamispohjaa materiaali-innovaatioihin on Suomessa pitkältä ajalta ja laajasti. Onnistuneita esimerkkejä on useita biomuoveista ekobetoniin ja kierrätystekstiileihin.

Sudenkuoppamme liittyvät ennen kaikkea uusien materiaaliratkaisujen skaalaamiseen teolliseen mittakaavaan ja kasvattamiseen kaupalliseksi menestykseksi. Tasohyppy laboratoriosta tehtaalle vaatii usein suuria, jopa kymmenien miljoonien eurojen investointeja.

Jotta materiaaliosaaminen kääntyisi useammin teollisesti ja kaupallisesti merkittäviksi ratkaisuiksi, Suomeen tarvitaan:

a) Pitkäjänteistä tutkimus- ja kehitystyötä tutkimuslaitosten ja materiaali-innovaatioita kehittävien startupien sekä kotimaisten ja kansainvälisten yrityskumppaneiden välille. Julkisen tki-rahoituksen tulisi tukea pitkäjänteisen tutkimus–yritys-yhteistyön syntymistä.

Jos suomalaisyritykset kykenevät tarjoamaan kestäviä, skaalautuvia materiaaliratkaisuja sekä kehittämään vähähiilisiä valmistusprosesseja, globaalit kasvumahdollisuudet ovat huimat.

b) Tukea uusien materiaalien pilotointiin. Tämä voi tarkoittaa yhteisiä pilotointialustoja, joissa tutkimuslaitokset ja yritykset voivat pilotoida ja skaalata materiaali-innovaatioita ilman, että niiden on investoitava omaan tehdasinfrastruktuuriin. Lisäksi taloudellista tukea tarvitaan uusiin koekohteisiin ja pilottiprojekteihin, joissa uusia kestäviä materiaaleja voidaan kokeilla rajatulla riskillä.

c) Materiaaleihin liittyvän sääntelyn järkevöittämistä. Perinteisillä aloilla uusia materiaaleja voi olla vaikea ottaa käyttöön niihin liittyvien riskien ja viranomaissääntelyn vuoksi. Sääntelyn esteistä ja hidasteista tulisi päästä eroon. Tämä tarkoittaa esimerkiksi uusien laitosten luvittamista, mutta myös EU:n kertakäyttömuovidirektiivin kaltaisten määräysten järkevöittämistä (joka nykyisellään niputtaa myös monet kuitu- ja selluloosapohjaiset biomateriaalit kertakäyttömuoveihin). Määräysten ja rajoitteiden on perustuttava tutkimukseen ja mahdollistettava uusien vaihtoehtojen kehitys. Materiaaliosaamiseltaan vahva Suomi voisi ottaa materiaali-innovaatioiden edistäjän roolin niin kansallisessa kuin EU-tason sääntelyssä. Se vaatii, että päättäjämme ja virkamiehemme ovat tiiviissä vuoropuhelussa tutkimus- ja innovaatiokentän kanssa.

6. Bioteknologia mahdollistaa radikaalit kestävät innovaatiot

Bioteknologia hyödyntää luonnon omia prosesseja teollisuudenalojen uudistamiseen kestäviksi. Suomella on mahdollisuus olla tämän radikaalin teknologia-alueen kärkiosaajia, jos panostamme pitkäjänteisesti läpimurtotiedettä ja edistyksellisiä menetelmiä hyödyntävään bioteknologian tutkimukseen.

Miksi alue on vaikuttava?

Bioteknologia on yksi tämän hetken radikaaleimmista teknologia-alueista, joka mahdollistaa kestävän kehityksen mukaisten ratkaisujen kehittämisen laajasti eri aloille, esimerkiksi energia-, kemian-, lääke-, metsä-, ruoka- tai kaivosteollisuudelle.

Bioteknologia hyödyntää luonnon omia prosesseja teollisuuden käyttöön. Synteettisen biologian avulla tutkijat muokkaavat elävien organismien DNA:ta ja luovat uudenlaisia biologisia eliöitä, jotka toimivat tuotantoprosessissa niin sanottuina “solutehtaina”.

Geenimuokatut mikrobit voivat tuottaa esimerkiksi biopolttoaineita, kemikaaleja, muovin- tai nahkankaltaisia materiaaleja, lääkkeitä tai ruokaa – tai toimia kaivoksissa metallien liottajina.

Kyky muokata luonnon omia prosesseja ja saada ne toteuttamaan haluttua lopputulosta on niin perustavanlaatuista teknologiaa, että bioteknologian sovellusalueet ovat käytännössä loputtomat. Koska bioteknologiset prosessit jäljittelevät luonnon periaatteita, ne ovat myös sisäsyntyisesti kestäviä eli mahdollistavat uusiutuvien raaka-aineiden ja jätevirtojen käytön, ja materiaalien kierron. Monet maat, mukaan lukien EU, katsovatkin bioteknologian olevan, erityisesti synteettisen biologian vauhdittamana, yksi tärkeimmistä tulevaisuuden teknologioista.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomessa on rakennettu yli 30 vuotta vahvaa bioteknologian osaamista, erityisesti teollisessa ja lääketieteellisessä biotekniikassa olemme olleet edelläkävijöitä. Yrityksistä esimerkiksi Alko, Cultor ja Valio tekivät vuosikymmenien ajan pitkäjänteistä ja rohkeaa tutkimus- ja kehitystyötä. Lisäksi VTT:llä ja yliopistoilla on ollut merkittävä rooli. Tässä pohjana oli Sitran merkittävä rahoitus, jolla geenitekniikan menetelmät otettiin käyttöön Suomessa hyvin varhain. Suomi olikin 1980- ja 90-luvuilla bioteknologian pioneereja.

Vuosikymmenten ajan tehdyt satsaukset biotekniikkaan näkyvät nykypäivänä merkittävinä yrityksinä ja teollisuuden kiinnostuksena. Suomessa valmistetaan esimerkiksi teollisuusentsyymejä ja perinteinen teollisuutemme, kuten metsäteollisuus, pyrkii hyödyntämään yhä enemmän biotekniikkaa tuotantoprosesseissaan. Perinteisten teollisen yritysten rinnalle on syntynyt myös pienempiä bioteknologia-startupeja, jotka keskittyvät esimerkiksi terveysteknologiaan, kuten diagnostiikkaan ja lääkekehitykseen tai uusiin ruoka- ja materiaali-innovaatioihin. Tulevaisuudessa erityisvahvuutemme voisi löytyä tekoälyn ja bioteknologisen osaamisen yhdistämisestä, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi ennenäkemättömien biosynteettisten materiaalien luomiseen.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Bioteknologia on niin kiivaalla vauhdilla kehittyvä ala, että kehityksen kelkassa pysyminen vaatii Suomelta nyt pitkälle katsovaa strategista panostusta. Olennaista olisi saada aikajänteeltään riittävän pitkäjänteistä ja merkittävää rahoitusta sellaiseen bioteknologian tutkimukseen, joka hyödyntää uusinta läpimurtotiedettä ja viimeisimpiä menetelmiä.

Koko bioteknologian ekosysteemiä on vahvistettava. On tärkeää, että Suomessa on laadukasta bioteknologian koulutusta ja nuoria tutkijoita innostetaan alalle. Lisäksi on tuettava alan startup-yritysten syntyä ja kehitystä, investoitava tutkimuksen vaatimaan infrastruktuuriin, kuten robotiikkaan ja automaatioon, ja tuettava yritysten ja tutkimuslaitosten yhteistyötä.

Erityisvahvuutemme voisi löytyä tekoälyn ja bioteknologisen osaamisen yhdistämisestä, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi ennenäkemättömien biosynteettisten materiaalien luomiseen.

7. Energiateknologia on ilmastonmuutoksen torjunnan ytimessä

Suomessa on hyvin järjestäytynyt energiasektori sekä osaamista uusista energiaratkaisuista monella eri teollisuudenalalla. Energiajärjestelmän uusien ratkaisujen kehittäminen on Suomelle valtava mahdollisuus, mutta kehitys vaatii kuitenkin entistä kärsivällisempää ja pitkäjänteisempää rahoitusta.

Miksi alue on vaikuttava?

Ilmastonmuutoksen torjumiseksi energiajärjestelmää on muutettava. Tähän uuden oman ulottuvuutensa tuo geopolitiikka. Koko energiajärjestelmän muuttaminen on suururakka, joka kuitenkin tarjoaa lukemattomia mahdollisuuksia uusien ratkaisujen kehittäjille.

Energiateknologia vaikuttaa liki kaikkiin teollisuudenaloihin.

Energiateollisuudessa sähkön ja lämmön tuotantoa on pakko muuttaa nykyisestä.

Prosessiteollisuudessa taas päästöt halutaan muuttaa raaka-aineiksi. Hiilivetyjä tullaan tarvitsemaan jatkossakin teollisuuden raaka-aineena. Esimerkiksi kemianteollisuus käyttää metanolia raaka-aineenaan. Siinä missä hiilivedyt tuotetaan tällä hetkellä fossiilisesti voisi niitä jatkossa koostaa prosessiteollisuuden päästöistä.

Sähköteknisessä teollisuudessa vihreän vedyn tuotanto sähköllä vaatii valtavan infran ja uudella tavalla optimoituja laitteita.

Vedyn ja muiden kaasujen käyttäminen vaatii taas uudenlaisia energiansiirtoverkkoja.

Kemianteollisuudessa on jo tällä hetkellä näköpiirissä vihreästä vedystä tehtyjä lannoitteita.

Lisäksi sähköinen liikkuminen tulee edellyttämään latausinfrastruktuurin kehittämistä ja akkujen kierrätysratkaisuja. Koko liikennesektori tulee muuttumaan.

Konepajateollisuudelle merkittäviä mullistuksia ovat uudet prosessilaitteet, elektrolyyserit, synteesireaktorit ja energiavarastojen rakentaminen.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomessa energiasektori on hyvin järjestäytynyt ja edistyksellinen, sähköverkko ja infrastruktuuri ovat hyvässä kunnossa ja uuden rakentaminen nykyisen päälle on mahdollista. Lisäksi uusiutuvan energian tuotanto vaatii pinta-alaa, jota Suomessa olisi käytettävissä, ja esimerkiksi tuulivoiman tuotantoa voisi Suomessa lisätä paljon.

Lisäksi Suomessa on osaamista uusista energiaratkaisuista monella eri teollisuudenalalla ja energiajärjestelmän uusien ratkaisujen kehittäminen on Suomelle mahdollisuus.

Kemianteollisuuden ja esimerkiksi lannoitteiden osalta Suomessa on jo nyt käynnissä teollisia hankkeita, ja pilottilaitoksia kehitellään parhaillaan.

Konepajateollisuutta on Suomessa paljon, ja teollisuudenala on tottunut tekemään prosessilaitteita. Muutos sellun tuotannosta synteettisen polttoaineen valmistustehtaaksi olisi hyvinkin mahdollinen.

Suomalaista osaamista voisi hyödyntää myös älykkäissä sähköverkoissa ja latausinfrassa, jossa informaatioteknologia ja tietoliikenne on isossa roolissa. Suomalainen tietoliikenne ja ohjelmisto-osaaminen tukee sitäkin kehitystä, että tietotekniikan ja energiateknologioiden parasta osaamista integroidaan ja luodaan näin uutta.

Suomessa on myös raskaan teollisuuden rakentamisperinnettä vientituotteeksi asti. Esimerkiksi prosessilaitteiden kohdalla suomalainen teknologia ja konepajateollisuus pystyisi tuottamaan esimerkiksi synteesireaktoreita, elektrolyysereitä, näiden sähkönsyöttölaitteita, energiavarastoja sekä akkuteknologiaa, kunhan tuotekonseptit olisivat kilpailukykyisiä.

Lisäksi esimerkiksi Suomen vahva prosessiteollisuus tarjoaa mahdollisuuksia synteettisten polttoaineiden valmistukseen ja tukemiseen. Keskeinen kysymys on, miten Suomeen saadaan uutta tuotantoa.

Lisäksi Suomelle tärkeä metsäteollisuus on murroksessa ja vaatii uusia ratkaisuja, kun paperin kysyntä vähenee mutta kartongin ja sellun nousee. Metsäteollisuus on sektori, jossa on paljon pääomaa ja sillä on edellytykset uusiutua. Uudet biomassaa hyödyntävät ratkaisut ja muu kuitujen käyttö esimerkiksi vaatteiden valmistukseen on Suomelle mahdollisuus. Tulevaisuudessa biomateriaalien valmistaminen kuitenkin vaikeutuu EU:ssa, mikäli valmistusprosessien päästöjä ei saada alas. Siksi Suomessa on tärkeää panostaa vähävetisten ja vähähiilisten prosessien kehittämiseen ja tarkastella, voisiko hiilidioksidia hyödyntää jatkossa synteettisiin polttoaineisiin.

Lisäksi Suomessa on kehitteillä suurnopeustekniikkaa eli kaasuturbiinien ja mikroturbiinien kehittämistä sekä vedynpolttoa mikroturbiineissa ja uudenlaisia lämpöpumppuja. Kysymys niiden osalta tällä hetkellä kuuluu, mikä teollisuuden ala tai yritys pystyy tarttumaan näihin uusiin ratkaisuihin.

Ilmastonmuutoksen torjumiseksi energiajärjestelmää on muutettava. Tähän uuden oman ulottuvuutensa tuo geopolitiikka. Koko energiajärjestelmän muuttaminen on suururakka, joka kuitenkin tarjoaa lukemattomia mahdollisuuksia uusien ratkaisujen kehittäjille.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Siinä missä esimerkiksi peliyhtiöt pystyvät luomaan kaupallistettavan liiketoimintamallin nopeasti, energiasektorin innovaatioiden kehitys vaatii pidempiaikaista työtä, joka myös vaatisi kärsivällistä ja pitkäjänteisempää rahoitusta. Perusrahoitusta olisi nostettava ja hankerahoitusta suunnattava pitkäaikaisemmaksi.

Esimerkiksi Nokian menestyksen taustalla oli pitkäkestoinen kehitystyö. Lisäksi tutkijoiden rinnalle tulisi löytää oikeat kaupallistavat tahot, eli tutkimus ja liiketoiminnassa kokeneet ihmiset tulisi saada kommunikoimaan keskenään.

8. Valmistusteknologialla on suuri rooli kestävyyshaasteiden ratkomisessa

Suomessa on kovaa valmistusteknologian osaamista, mutta tki-satsaukset kohdistuvat melko yksipuolisesti tuote- ja tuotantoteknologiainnovaatioiden rahoittamiseen. Lisäpanostusta kaivattaisiin pitkäjänteiseen tutkimus–yritys-yhteistyöhön, joka tähtää esimerkiksi teollisuuden prosessien tai valmistuksen digitalisoinnin kehittämiseen.

Miksi alue on vaikuttava?

Valmistusteknologia on toimiala, jossa tuotetaan teknologiaa fyysisten tuotteiden valmistamiseen.

Toimiala kattaa hyvin laajan otoksen eri teknologioita. Aloja yhdistävä tekijä on se, että niillä valmistetaan fyysisiä tuotteita, joita jatkokehitetään edelleen erilaisiin tarpeisiin. Digitaalisuus on lähes aina läsnä tuotteiden valmistuksessa.

Tuotteesta luodaan aluksi digitaalinen malli, jonka jälkeen tuotteelle luodaan fyysinen olemus pitkälle automatisoidulla tuotantoprosessilla. Digitaalisuus seuraa valmistettua tuotetta useimmiten myös sen valmistumisen jälkeen erilaisten digitaalisten palveluiden, kuten etähuollon, muodossa.

Valmistusteknologia omalta osaltaan sekä aiheuttaa että ratkoo globaaleja haasteita.

Kun uusista innovaatioista kehitettyjä tuotteita tuotetaan markkinoille ja niiden kysyntä kasvaa, tulisi samalla pystyä kasvattamaan tuotteiden määrää niin, että kehitys on myös kestävää. Valmistusteknologioilla on näin ollen suuri rooli sen varmistamisessa, että tuotteiden määrän kasvu ei kuluta resursseja kohtuuttomasti tai lisää osaltaan kertakäyttökulttuuria.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomessa fokusoidaan varsinkin korkean jalostusarvon tuotteiden valmistamiseen. Nämä korkean teknologian tuotteet ovat ottaneet isoja askeleita kohti autonomisia toimintoja. Kotimaisesti tuotettuja korkean jalostusarvon tuotteita ovat esimerkiksi hissit, kallioporat tai metsäkoneet.

Korkean jalostusasteen tuotteiden valmistaminen vaatii vahvaa osaamista. Ihanteellisesti työntekijät sitoutuvat yritykseen ja kehittyvät yrityksen mukana. Tällöin jatkuva oppiminen on isossa roolissa, jotta tuotanto- ja laatutavoitteisiin päästään.

Suomessa on hyvät valmiudet varsinkin robotiikkaa ja joustavaa automaatiota hyödyntävien teknologioiden kehityksessä ja tuotannossa. Useat pienemmät yritykset ovatkin lähteneet kehittämään teknologisia ratkaisuja, joissa tuotteiden valmistus perustuu vahvasti robotiikkaan.

Tällä hetkellä valmistusteknologian kotimaista kehitystä rajoittaa kuitenkin akuutti osaamispula. Suomessa valmistuu alan tarpeeseen nähden liian vähän diplomi-insinöörejä tai insinöörejä, joiden pääaineena olisi tuotantotekniikka, pakkausteknologia tai vastaava valmistusteknologian osa-alue. Osaajapulan vuoksi varsinkin robotiikan ja automaation kehittämiseen valmistavassa teollisuudessa tarvitaan jatkossa huomattavia investointeja.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Tehokkain tapa tukea valmistusteknologian kehitystä Suomessa on panostaa alan koulutukseen, sekä tutkimusorganisaatioiden ja valmistavan teollisuuden yritysten väliseen tutkimusyhteistyöhön.

Tällä hetkellä kotimainen rahoitus kohdistuu melko yksipuolisesti tuoteinnovaatioiden ja tuotantoteknologiainnovaatioiden rahoittamiseen. Tästä syystä moneen valmistusteknologian osa-alueeseen ei juurikaan panosteta Suomessa ja esimerkiksi teollisuuden prosessien tai valmistuksen digitalisoinnin kehittäminen jäävät kehityksessä jälkeen. Tämä johtaa siihen, että tuotanto ja sitä kautta myös verorahat valuvat pois Suomesta.

Puhuttaessa läpimurtoteknologioista kehityksen aikajänne saattaa hämärtyä. Tämä pätee varsinkin valmistusteknologiaan, joissa fyysisten laitteiden kehittymiseen menee vuosikymmeniä, ja useita kymmeniä vuosia sitten kehitettyjä uusia teknologisia innovaatioita, kuten esimerkiksi alumiinin käsittelyssä hyödynnettävää kitkahitsausta, pidetään edelleen uutena teknologiana. Tästä syystä alalle tehdyt investoinnit vaativat erityistä pitkäjänteisyyttä.

Valmistusteknologian kehitykseen tulisi löytää uusia, kestäviä tapoja pienentää kehitysprojektien suurten aloitusinvestointien sekä kehitystyön pitkän aikajänteen aiheuttamia riskejä.

Valmistusteknologioiden tulee varmistaa, että tuotteiden määrän kasvu ei kuluta resursseja kohtuuttomasti tai lisää osaltaan kertakäyttökulttuuria.

9. Terveysteknologia mahdollistaa ennakoivan ja vaikuttavan hoidon

Terveysteknologian innovaatiot siirtävät hoidon painopistettä reagoinnista ennakointiin ja yksilölliseen hoitoon. Suomessa on ainutlaatuiset mahdollisuudet terveysdatan hyödyntämiseen sekä kovatasoista terveysteknologian osaamista. Pullonkaulana ovat julkisen sektorin resurssit sekä osaamisen siiloutuminen.

Miksi alue on vaikuttava?

Nykyinen terveydenhuoltojärjestelmä on luonteeltaan reaktiivinen. Kun potilaalla on vaiva, hän hakeutuu hoitoon ja häntä hoidetaan parhaaseen saatavilla olevaan tietoon perustuen. Valitettavan usein potentiaali parempaan jää hyödyntämättä.

Terveysteknologia avaa uusia mahdollisuuksia siirtää painopistettä reaktiivisesta sairaudenhoidosta kohti ennakointia: riskien tunnistamista, niiden minimoimista ja vaikuttavaa yksilöllistä hoitoa. Terveysteknologian ratkaisujen avulla voidaan seurata potilaiden pärjäämistä kotona, terveystilan kehittymistä sekä hoidon vaikuttavuutta.

Tämän siirtymän hyödyt yksilöille ovat ilmeiset – varhainen diagnostiikka ja tiiviimpi hoidon seuranta tukevat potilaan terveyttä, hyvinvointia ja työkykyä.

Hyödyt heijastuvat myös talouteemme.

Sosiaali- ja terveyspalvelut ovat länsimaisten yhteiskuntien suurimpia menoeriä. Väestön ikääntyminen ja sen myötä lisääntyvä palveluntarve haastaa Suomen kuten monien maiden sote-järjestelmän. Ilman teknologiaa laadukkaiden palveluiden takaaminen kaikille on mahdotonta.

Terveysteknologia voi tehostaa resurssien käyttöä ja hoitoa.

Siirtymä entistä ennakoivampaan hoitoon myös hillitsee kustannusten kasvua: jo syntyneen ongelman hoito on tyypillisesti paljon kalliimpaa kuin ongelman ehkäiseminen.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomessa on vahvaa terveysalan teknologiaosaamista, ja tieteellisiä edistysaskeleita on nähty runsaasti tällä saralla.

Kaiken taustalla on toimiva terveydenhuollon infrastruktuuri ja ymmärrys siitä, miten voimme hyödyntää kertynyttä ja kertyvää terveysdataa. Suomessa on ainutlaatuiset terveysrekisterit sekä lainsäädännöllinen selkänoja terveysdatan toissijaisen hyödyntämiseksi.

Tämän pohjalle Suomeen on rakentunut maailmanluokan osaamista esimerkiksi mittausteknologiassa. Teknologian käyttötarkoitus voi olla esimerkiksi terveysriskien tunnistaminen ja diagnostiikka tai sairastuneiden potilaiden hoidon ja terveydentilan seuranta.

Potentiaalia on erityisesti datapohjaisissa innovaatioissa riskipotilaiden tunnistamiseksi, hoidon vaikuttavuuden seuraamiseksi tai terveydenhuollon palveluyksiköiden toiminnan tehostamiseksi.

Suomalaisilla terveysteknologiayrityksillä on merkittäviä kansainvälisiä kasvu- ja liiketoimintamahdollisuuksia.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Terveysteknologian potentiaalista huolimatta innovaatioiden ja kasvun tiellä on yhä useita esteitä. Osa haasteista ovat systeemisiä, sillä teknologiakehitystä tehdään terveydenhuollon palvelujärjestelmän armoilla.

Vaikka vahva osaamispohja synnyttääkin käänteentekevää teknologiaa, terveydenhuoltoyksiköillä on usein rajallinen kapasiteetti ryhtyä soveltamaan uutta ratkaisua osaksi palvelujärjestelmää.

Pullonkaulana on julkisen sektorin henkilöresurssit ja investointikyky. Mikäli näihin ei synny parannusta ei myöskään synny imua uusille teknologiapohjaisille innovaatioille terveydenhuollon arjessa.

Kasvun synnyttäminen edellyttää myös suomalaisen osaamisen kehittämistä ja törmäyttämistä.

Suomalainen teknologiaosaaminen on vahvaa, mutta huipputeknologiaa syntyy usein kapeilla alueilla, omissa siiloissa. Yritys voi saada alustavaa näyttöä siitä, että uusi teknologia mittaa lääketieteellisesti merkittäviä asioita ja on käytettävyydeltään hyvä, mutta tämä ei vielä riitä. On panostettava näiden lupaavien aihioiden jatkojalostamiseen ja siiloissa syntyneiden teknologioiden paketoimiseen kaupallisiksi tuotteiksi.

Tärkeää on tutkimustoimijoiden ja yritysten välisen vuorovaikutuksen lisääminen. Nykyisellään yhteistyö on pistemäistä. Parhaimmillaan kaupallisesti menestyviä tuotteita synnytetään prosessissa, jossa ideoidaan, testataan, tutkitaan ja ammutaan alas heikkoja sovelluksia. Terveysteknologian alalle tarvitaan isoja veturiyrityksiä ja ekosysteemejä, jotka pohjautuvat konkreettisiin yhteiskehittämisprojekteihin.

Kaiken taustalla on toimiva terveydenhuollon infrastruktuuri ja ymmärrys siitä, miten voimme hyödyntää kertynyttä ja kertyvää terveysdataa. Suomessa on ainutlaatuiset terveysrekisterit sekä lainsäädännöllinen selkänoja terveysdatan toissijaisen hyödyntämiseksi.

Lisäksi on selvää, että terveysalan kasvumahdollisuudet vaativat myös rahoitusta toteutuakseen. Pienille terveysalan kasvuyrityksille rahoituksen saaminen varhaisessa vaiheessa on haaste ja innovaatioiden elinehto. Ilman sijoittajia yrityksen on vaikea kehittää teknologiaa riittävän pitkälle, jotta se olisi valmiustasoltaan jatkokehitettävissä kaupalliseksi tuotteeksi.

Niin kutsuttu toisiolaki avaa mahdollisuuden tehdä tutkimusta ja yhdistellä terveysdataa eri lähteistä, mutta toisaalta se ei mahdollista yrityksille pääsyä julkisomisteiseen terveysdataan. Data tulisi saada nykyistä paremmin myös terveysteknologian kehityksen käyttöön.

10. Turvallisuusteknologiat tarjoavat kriittistä suojaa yhteiskunnalle ja yrityksille

Suomessa on edistyksellistä turvallisuusteknologioiden tutkimusta ja globaalisti kilpailukykyisiä yrityksiä. Kansainvälisen kilpailun voittaminen vaatii yritysten ja tutkimuslaitosten yhteistyön tiivistämistä. Teoriaa ja käytäntöä yhdistävät yhteistutkimukset sekä alan kansallinen rahoittaminen tukisivat edelläkävijäasemaa.

Miksi alue on vaikuttava?

Turvallisuusteknologioilla on kriittinen merkitys koko yhteiskunnan toimivuudelle, sillä teollinen ja yhteiskunnallinen infrastruktuurimme sekä palvelumme aina energiatuotannosta pankkialaan toimivat nykyään hyvin pitkälle digitaalisten järjestelmien varassa.

Toimiala pitää sisällään tietoturva-alan lisäksi kyberfyysiset toimialat, joissa fyysiset ja ohjelmistokomponentit on integroitu yhtenäiseksi toimivaksi kokonaisuudeksi. Turvallisuusteknologioiden tavoitteena on parantaa ihmisten turvallisuutta ja elämänlaatua kaikkialla maailmassa.

Yksittäisten ihmisten hyvinvoinnin lisäksi turvallisuusteknologioilla on ratkaiseva merkitys myös yritysten ja organisaatioiden perustoimintojen ja tietosuojan turvaamisessa.

Toimialalla pyritään luomaan ratkaisuja ja varautumis- ja palautumiskeinoja tilanteisiin, joissa erilaisiin digitaalisiin palveluihin tai kyberfyysisiin järjestelmiin kohdistetaan hyökkäyksiä. Turvallisuusteknologioiden palveluihin kuuluvat muun muassa fyysisten laitteiden, verkon ja pilvipalveluiden sekä varmenteiden turvallisuuden ylläpito.

Koska toimiala on globaalisti todella vaikuttava, sillä on näin ollen runsaasti kaupallista potentiaalia.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Suomessa tehdään runsaasti turvallisuusteknologioihin liittyvää tutkimusta eri tutkimuslaitoksissa ja yliopistoissa. Tämän lisäksi alalla on paljon käynnissä olevia, yritysten ja tutkimusorganisaatioiden välisiä yhteistutkimushankkeita. Suomesta löytyy sekä globaalilla tasolla toimivia että pieniä ja kasvavia yrityksiä, jotka ovat erikoistuneet turvallisuusteknologioiden kehitykseen.

Tällä hetkellä alalla tutkitaan esimerkiksi pääsynvalvonta- ja yksityisyysteknologioita, kvanttikryptografiaa sekä kriittisiä kommunikointiratkaisuja. Viime vuosina turvallisuusteknologiat ovat tulleet yhä tärkeämmiksi erityisesti kyberfyysisillä toimialoilla.

Meillä löytyy turvallisuusteknologioista sekä horisontaalista osaamista, että ymmärrystä yhdistellä ja soveltaa eri alojen sektorikohtaista osaamista osaksi kyberfyysistä prosessia.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Turvallisuusteknologioiden kehittäminen on jatkuvaa kansainvälistä kilpajuoksua, jossa kotimaisten toimijoiden tulisi pysyä mukana. Kehityksessä mukana pysyminen vaatisi laajempaa yritysten ja yliopistojen sekä tutkimuslaitosten välistä yhteistyötä. Tämän lisäksi alan sisäistä yhteistyötä tulisi tukea vahvemmin kansallisella rahoituksella.

Esimerkiksi turvallisuusteknologioihin erikoistuneiden organisaatioiden tekemä yhteistutkimukset kyberfyysisten yritysten kanssa tukisivat koko toimialan kehitystä. Yhteistyöhankkeita on toki käynnissä jo tällä hetkellä, mutta kansainvälisten kilpailukyvyn kannalta tämän tyyppistä käytäntöä ja teoriaa yhdistävää yhteistyötä tulisi edistää.

Yhteistutkimushankkeisiin tarvittaisiin yrityksiä, joilla on tavoitteena aikaansaada uudenlaisia lisäarvoa tuottavia liiketoimintasuhteita toistensa välille. Tällä tavalla hankkeiden ympärille saataisiin muodostettua moniketjuisia kokonaisuuksia, jotka onnistuessaan tuottaisivat uutta liikevaihtoa yrityksille.

Akateemisen tutkimuksen rahoittamiselle on erityistä tarvetta, sillä perustutkimuksella luodaan perusta tulevien vuosien kaupallisille läpimurroille. Rahoituksen kohdistamisessa tulisi siis huomioida teknologisen kehittymisen aikajänne, eli akateemista ja soveltavaa tutkimusta tulisi rahoittaa tasapainoisesti kaupallisten hankkeiden rahoituksen kanssa.

Alalla tulisi panostaa varsinkin tilannetietoisuuden havainnointiin ja riskien ymmärtämisen kehittämiseen sekä valmistautumiseen poikkeuksellisiin tilanteisiin ja tapahtumiin. Kun kyberhyökkäyksiä tapahtuu, organisaatioilla tulee olla etukäteen hyvin suunnitellut toiminta- ja palautumissuunnitelmat, jotta riskien realisoituessa yhteiskunnan toiminnat kyettäisiin pitämään pystyssä.

Turvallisuusteknologioiden kehittäminen on jatkuvaa kansainvälistä kilpajuoksua, jossa kotimaisten toimijoiden tulisi pysyä mukana. Kehityksessä mukana pysyminen vaatisi laajempaa yritysten ja yliopistojen sekä tutkimuslaitosten välistä yhteistyötä. Tämän lisäksi alan sisäistä yhteistyötä tulisi tukea vahvemmin kansallisella rahoituksella.

11. Avaruusteknologia mullistaa liikkumisen, viestinnän ja havainnoinnin

Avaruusteknologian tuotantokustannusten lasku antaa pienille toimijoille, kuten Suomelle, mahdollisuudet menestyä. Suomalaisosaamista löytyy esimerkiksi pienistä satelliiteista ja niille rakentuvista palveluista. Yritykset tulisi houkutella mukaan kansallisilla investoinneilla ja koehankkeilla.

Miksi alue on vaikuttava?

Avaruusteknologia toimii satelliittien välityksellä avaruudesta käsin, mutta sen vaikutukset näkyvät maapallolla niin yhteiskunnan parempana toimivuutena kuin kansallisessa turvallisuudessa. Sen avulla luodaan radikaalisti parempia edellytyksiä liikkumiselle, viestimiselle ja havainnoimiselle.

Teknologian avulla saamme luotettavaa ja tarkkaa tietoa navigoimiseen, kykenemme havainnoimaan tapahtumia luonnossa ja kaupungeissa aivan uudella tavalla sekä kykenemme viestimään alueilla, joissa ei ole edellytyksiä maanpäällisiin tietoverkkoihin joko taloudellisista tai maantieteellisistä syistä.

Kaukokartoitus- ja kuvantamispalveluilla saadaan ajantasaista tietoa maapallon ja ilmaston tilasta, kuten esimerkiksi ilmastonmuutoksesta tai tilannekuvaa turvallisuus- ja puolustussektorin käyttöön.

Paikannus- ja ajastuspalvelut puolestaan luovat perustan esimerkiksi pörssin ja energiaverkkojen tarkalle ajastamiselle sekä Uberin tai Woltin tapaisille paikannukseen perustuville kuluttajapalveluille.

Tietoliikennepalveluilla kyetään luomaan yhteys ulkomaailmaan vaikkapa arktisilla alueilla tai paikoissa, joissa maanpäälliseen infraan ei ole mahdollisuutta esimerkiksi taloudellisista syistä - tai jos se on tuhoutunut.

Miksi suomalainen osaaminen on maailman huippua?

Viime vuosina avaruusteknologia on ollut nopeasti kasvava ja kehittyvä toimiala.

Perinteisesti satelliittien kehitys on ollut hidasta ja kaikki teknologiset valinnat on pitänyt lukita vuosia etukäteen. Taivaalle laukaistu laite on myös toiminut taivaalla hyvin pitkään juuri sellaisena kuin millaiseksi se oli alun perin suunniteltu.

Tässä on tapahtunut suuri harppaus eteenpäin: elämme tätä nykyä niin kutsuttua New Space -aikakautta. Tuotantokustannusten laskiessa myös Suomen tapaisilla pienillä toimijoilla on nyt aiempaa paremmat mahdollisuudet osallistua satelliittiteknologian kehittämiseen. Suomalaista osaamista löytyy varsinkin pienten satelliittien ja niille rakennettujen palveluiden kehittämisessä sekä tietoliikennepalveluissa.

Kutistettua teknologiaa voidaan hyödyntää hyvinkin pienissä satelliiteissa. Tällä tavalla kohtalaisen huokeilla laitteilla voidaan saada hyvinkin arvokasta dataa. Tällä osa-alueella meillä on vahvaa osaamistaustaa.

Suomalaiset avaruusteknologia-alan toimijat ovat kunnostautuneet viime vuosina muun muassa piensatelliittikonstellaation toteutuksissa ja SAR-tutkateknologian miniatyrisoimisessa kaukokartoituksen ja kuvantamisen tarpeisiin. Tämän lisäksi Suomella on Nokian perintönä pitkä historia ja osaamistausta tietoliikennejärjestelmien kehittämisessä.

Satelliittitietoliikennejärjestelmiin tullaan tulevaisuudessa globaalisti kohdistamaan suuria investointeja, ja Suomella on hyvät edellytykset päästä tähän kehitystyöhön mukaan. Suurista tietoliikennejärjestelmistä hyvinä esimerkkeinä ovat jo yli 2000 satelliitin SpaceX:n Starlink sekä Eurooppaan suunnitteilla oleva Secure Connectivity -järjestelmä.

Miten osaaminen käännetään kestäväksi kasvuksi?

Suorin tapa edistää avaruusteknologian kehitystä Suomessa on lisätä yritysten ja tutkimuslaitosten välisiä yhteistyöhankkeita.

Kansallinen rahoitus on keskeinen osa avaruusteknologian kehitystä. Tällä hetkellä yritykset kokevat avaruusalalle lähtemisen suurena taloudellisena riskinä. Kynnystä madaltamaan tarvittaisiin kansallisia investointeja ja koehankkeita, jotta saataisiin onnistumisia ja referenssejä kansallisella tasolla, ja sitä kautta paremmat edellytykset kansainvälisiin hankkeisiin osallistumiseen. Tällä voitaisiin myös houkutella kansainvälisiä riskirahoittajia.

Kansainväliset hankkeet ja yhteistoiminta ESA:n, NASA:n ja JAXA:n tapaisten suurien avaruusalan toimijoiden kanssa edellyttää hyviä referenssejä. Kansallisella rahoituksella toteutetut paikalliset hankkeet ja niistä saadut referenssit voisivat toimia organisaatioille tehokkaana kanavana kansainvälisille markkinoille.

Kansallinen rahoitus on keskeinen osa avaruusteknologian kehitystä. Tällä hetkellä yritykset kokevat avaruusalalle lähtemisen suurena taloudellisena riskinä. Kynnystä madaltamaan tarvittaisiin kansallisia investointeja ja koehankkeita, jotta saataisiin onnistumisia ja referenssejä kansallisella tasolla, ja sitä kautta paremmat edellytykset kansainvälisiin hankkeisiin osallistumiseen.

Kiitokset asiantuntijoille!

VTT on koostanut tämän visiopaperin näkemykset suomalaisen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiokentän huippuasiantuntijoiden haastattelujen perusteella. Lämpimät kiitokset taustakeskusteluista, asiantuntemuksesta ja ajastanne.

Haastatellut asiantuntijat:

Professori Markus Forsberg, VTT
Professori Ali Harlin, VTT
Professori Marko Höyhtyä, VTT
Professori Olli Ikkala, Aalto yliopisto;
Professori Heli Jantunen, Oulun yliopisto
Tutkimusjohtaja Heli Koski, ETLA & Aalto-yliopisto
Professori Minna Lanz, Tampereen yliopisto
Professori Matti Latva-aho, Oulun yliopisto
Johtava tutkija, Juhani Latvakoski, VTT
Professori Anssi Laukkanen, VTT
Professori Jukka Manner, Aalto yliopisto
Professori Petri Myllymäki, Helsingin yliopisto
Professori Jukka Pekola, Aalto yliopisto
Professori Merja Penttilä, VTT
Professori Olli Pyrhönen, LUT-yliopisto
Professori Jyrki Saarinen, Itä-Suomen yliopisto
Professori Hele Savin, Aalto yliopisto

Ohjausryhmä:

Pääsihteeri, Anita Juho, Valtiovarainministeriö
Strategiajohtaja, Laura Juvonen, VTT
Rehtori, Jukka Kola, Turun yliopisto
Rehtori, Jukka Mönkkönen, Itä-Suomen yliopisto
Rehtori Ilkka Niemelä, Aalto-yliopisto
Hallituksen puheenjohtaja, Risto Siilasmaa, WithSecure Oyj
Toimitusjohtaja, Antti Vasara, VTT
Neuvotteleva virkamies, Kirsti Vilén, Työ- ja elinkeinoministeriö

Innovaatioiden synty vaatii aitoa yhdessä tekemistä tutkijoiden, yritysten ja yhteiskunnan toimijoiden välillä kehityksen kaikissa vaiheissa. Rahoituksen tulisi mahdollistaa merkittävien ekosysteemien syntyminen ja pitkäjänteinen yhteispeli.

VTT

VTT on visionäärinen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiokumppani. Tartumme globaaleihin haasteisiin ja luomme niistä kestävän kasvun mahdollisuuksia. Autamme yhteiskuntaa kehittymään ja yrityksiä kasvamaan teknologisten innovaatioiden avulla – ajattelemme beyond the obvious. Meillä on 80 vuoden kokemus huippututkimuksesta ja tieteeseen perustuvista tuloksista. VTT luo vaikuttavuutta, kun innovaatiot ja liiketoiminta kohtaavat.

vtt.fi

beyond the obvious