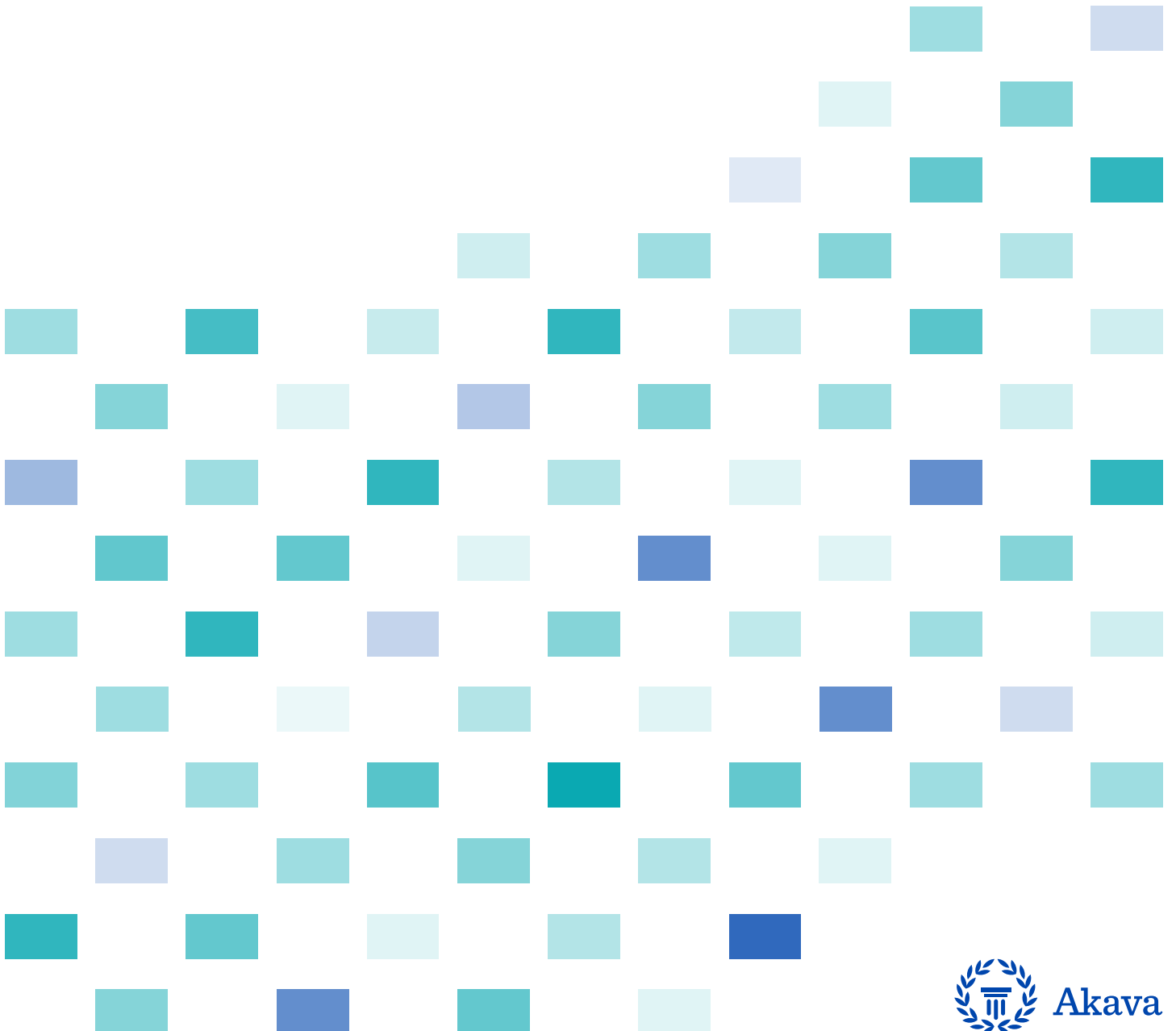


Yritysten ja yliopistojen yhteistyöstä TKI- toiminnassa

Artikkeli 2/2021



Artikkeli 2/2021

Kirjoittajat: Yrjö Neuvo ja Seppo Tikkanen

Tekniikan tohtori Yrjö Neuvo on ollut vahvistamassa Suomen osaamispohjaa tietotekniikan perustutkimuksessa ja teollisissa sovelluksissa. Neuvolla on laaja kokemus yliopisto-, tutkimus- ja yritysmaailmasta. Hän työskenteli muun muassa Aalto-yliopistossa professorina ja tutkimusjohtajana sekä pitkään Nokian teknologiajohtajana. Professori Neuvo on ollut Academia Europæan jäsen vuodesta 1989 ja Suomalaisen Tiedeakatemian jäsen vuodesta 1993.

Tekniikan tohtori Seppo Tikkanen on työskennellyt pitkään teollisuudessa ja Tampereen yliopiston palveluksessa, muun muassa automaatiotekniikan professorina. Tällä hetkellä Tikkanen työskentelee teollisuuden digitalisaatioon keskittyvässä innovaatioalusta DIMECCissä. Tikkanen vastuualla on yrityksiä ja tohtoreita yhdistävä Post Docs in Companies eli PoDoCo-ohjelma.

Avainsanat: korkeakoulut, yritykset, TKI-toiminta

Päivämäärä: 25.3.2021

Yhteenveto

Artikkeli tuo näkökulmia yliopistojen ja yritysten yhteistyöhön tutkimus-, kehitys- ja innovaatio toiminnassa. Siinä kuvataan tapausesimerkkinä Nokian TKI-toimintaa, jolla oli tärkeä merkitys Suomen teknologisessä kehityksessä ja kansantaloudelle, mutta myös kansainvälisesti matkaviestinteknologian edelläkävijänä. Artikkelin nostaa esiin TKI-toiminnan rahoitusmalleja, menestyksellisiä yhteistyön tapoja ja esimerkkejä perustutkimuksen tulosten kaupallistamisesta.

Artikkeli nostaa esiin, että viime vuosina TKI-rahoitukseen on muodostunut aukko. Perustutkimuksen ja kehittämistoiminnan välimaastoon, jonne sijoittuisivat monivuotiset yritysten ja yliopistojen yhteistyöhankkeet, ei ole tarjolla rahoitusta entiseen tapaan.

Tohtorien työllistyminen yrityssektorille on yrityksille tärkeä linkki yliopistomaailmaan. Tähän pitää luoda uusia polkuja, koska yritysten menestyminen rakentuu niiden osaamisesta.

Akava Works

Akavan tiedontuotanto toimii nimellä Akava Works.

Akava Works tarjoaa monipuolisesti tietosisältöjä raporteina, selvityksinä ja tutkimuksina. Tavoitteenamme on lisäksi herättää yhteiskunnallista keskustelua erityisesti akavalaisille tärkeistä ja ajankohtaisista aiheista. Akava Works -sisällöt eivät ole Akavan virallisia kannanottoja.

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	3
Nokia esimerkkinä: TKI-yhteistyö parantaa kilpailukykyä	4
Nokia yliopistojen ja yritysten välisen yhteistyön edelläkävijänä	4
Tietoliikenne muutti maailman	5
Perustutkimus luo pohjan TKI-toiminnalle	7
Esimerkkejä perustutkimuksen pohjalta innovoiduista tuotteista	7
TKI-yhteistyö Suomessa	8
Julkinen TKI-rahoitus ohjaa	9
Tiederahoitus kasvaa, TKI-yhteistyörahoitus laskusuunnassa	10
Immateriaalioikeuskysymykset (IPR) kiistakapula.....	11
Onnistuneessa hankkeessa kaikki voittavat.....	12
Tohtorit tärkeä rajapinta yritysten ja yliopistojen välillä.....	12
Lisää liikkuvuutta yritysten ja yliopistojen välille.....	13
TKI-yhteistyömalleja lähimaista	14
Yhteenveto	15
Lähteet	16

Yritysten ja yliopistojen yhteistyöstä TKI-toiminnassa

Artikkeli 2/2021

Alkusanat

Tässä artikkelissa tarkastelemme yritysten ja yliopistojen välisiä tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoimintaa (TKI) edistäviä yhteistoiminnan muotoja, sisältöä ja tavoitteita.

Korkeakoulujen ja yritysten yhteistyöllä on suuri merkitys kansakunnan kilpailukyvyille. Suomessa julkinen rahoitus ohjaa voimakkaasti yritysten ja yliopistojen yhteistyötä. Viime vuosina TKI-rahoitukseen on syntynyt selkeä aukko. Perustutkimuksen ja kehittämistoiminnan välimaastoon, monivuotisille yritysten ja yliopistojen yhteistyöhankkeille ei ole tarjolla rahoitusta entiseen tapaan.

Yrityksissä työskentelevät tohtorit ovat yrityksille tärkeä linkki yliopistomaailmaan. Tohtoreiden työllistymiselle yrityksiin pitää luoda uusia polkuja, koska yritysten osaaminen on niiden menestymisen perusta.

Yleispätevää ja parasta tapaa toteuttaa TKI-hankkeita ei ole, mutta toivomme, että tämä artikkeli antaa käyttökelpoista taustatietoa uusien hankkeiden valmisteluun. Aihepiiri on äärimmäisen tärkeä ja on hienoa, että Akava Works on ottanut asian esille.

Case Nokia: TKI-yhteistyö parantaa kilpailukykyä

Elämme jatkuvasti muuttuvassa maailmassa, jossa kaikki edistys rakentuu aikaisemman osaamisen, tietojen, kokemuksen ja käytäntöjen päälle. Millainen on edistykselle suotuisa ympäristö?

Kun ”pieni Suomi” oli 1990-luvulla noussut kansainvälisesti merkittäväksi matkapuhelinteknologian kehittäjäksi ja valmistajaksi, tätä ilmiötä ihmeteltiin monella taholla: ”Miten se on mahdollista?” tai ”Onko suomalaisilla jokin erityinen kyky tai luonteenpiirre, jota muilla kansakunnilla ei samalla tavalla ole?”.

Moni etsi selitystä historiasta, maan koululaitoksesta tai hankalissa oloissa eläneen kansan innosta hyödyntää uutta teknologiaa. Eräs merkittävä tekijä Suomen elektroniikkateollisuuden synnylle, kehitykselle ja menestykselle on ollut alan harrastustoiminta. Viestinnän professori Osmo A. Wiion ja diplomi-insinööri Unto V. Somerikon kirjoittama *Harrastelijan Radiokirja* ilmestyi vuonna 1950. Moni matkapuhelinalalla työskennellyt ammattilainen sai innostuksen alan opiskeluun Wiion ja Somerikon kirjan lukuisista painoksista.

Harrastustoiminta kehittää TKI-taitoja

Tietokoneiden ja internetin aikakaudella meille on avautunut oiva mahdollisuus hakea tietoa ja tehdä yhteistyötä joustavasti katsomatta paikkaan ja etäisyyteen. Tälle perustalle on syntynyt aktiivista harrastustoimintaa, joka harjaannuttaa TKI-yhteistyössä tarvittavia taitoja, tiimityöskentelyä ja innovatiivisuutta.

Junction on teknologiayhteisö, joka sai alkunsa Suomessa vuonna 2015 ja toimii nyt kansainvälisesti. Se järjestää hackathoneja, eri alojen osaamista yhdistäviä, luovaan ongelmanratkaisuun kannustavia tapahtumia. Kevään 2021 ohjelmassa on esimerkiksi seuraavat verkkotapahtumat: Hack & Heal – The Future of Healthcare, Hack the Arctic (ilmasto ja ympäristö näkökulma) sekä IoT (Internet of Things) Innovation Challenge. Ennen koronapandemiaa Suomessa järjestettyihin vuotuisiin Junction-päätapauksiin on osallistunut tyypillisesti noin 1 500 henkilöä. Tietotekniikkaharrastajien suur tapahtuma Assembly on ennen koronapandemiaa kerännyt Messukeskukseen vuosittain noin 5 000 nuorta alan harrastajaa.

Nokia yliopistojen ja yritysten välisen yhteistyön edelläkävijänä

Nokia-yhtiön kasvu yhdeksi maailman johtavista matkapuhelinten ja matkapuhelinverkkojen valmistajista on hyvä esimerkki siitä, miten teknologiamurroksessa, jossa siirryttiin analogiatekniikasta digitaalitekniikkaan ja

prosessoreihin, tehty strateginen päätös luopua vanhasta ja panostaa tulevaisuuteen johti kansainväliseen menestykseen.

Nokia oli jo 1980-luvulla sijoittanut TKI-toimintaansa Suomessa yliopistopaikkakunnille huomioiden itselleen relevantit tutkimustyön vahvuudet: Oulussa radiotekniikka, Tampereella digitaalinen signaalinkäsittely ja pääkaupunkiseudulla tietoliikenneverkot (hieman pelkistäen).

Teknologiamurroksen vuoksi Suomessa vallitsi pula uuden polven insinööreistä. Tätä paikkaamaan aloitettiin 1980- ja 90-luvuilla osin kansallisella tuella ohjelmia, joissa insinöörejä koulutettiin diplomi-insinööriksi ja diplomi-insinöörejä vastaavasti lisensiaateiksi tai tohtoreiksi. Nämä muun työn ohessa toteutetut ohjelmat olivat vaativia, mutta myös antoisia sekä opiskelijoille että opettajille. Samalla ne vahvistivat Nokian ja yliopistojen välistä luottamusta ja yhteistyön kulttuuria ja loivat pohjan vaativille yhteistyönä toteutetuille TKI-projekteille.

Tietoliikenteessä erittäin arvokkaita patentteja ovat niin sanotut essentiaalipatentit. Kaikilla, jotka tekivät tietyn essentiaalipatentin sisältävän standardin mukaisia puhelimia, tuli olla lisenssi patentin käyttöön. Nokian ensimmäinen essentiaalipatentti *Enhanced Fullrate Codec* saatiin Yhdysvaltain GSM-markkinoille. Patentissa kuvattu menetelmä parantaa GSM:n puheen laatua ja se perustui Tampereen teknillisen yliopiston ja Nokian monivuotiseen tutkimusyhteistyöhön. Menetelmä otettiin käyttöön vuonna 1995.

Oulun yliopiston ja Nokian vuosikymmeniä jatkunut TKI-yhteistyö radiotekniikan alalla on luonut Oulun seudulle merkittävän radiotekniikan osaamiskeskittymän. Parhaillaan käynnissä oleva Oulun yliopiston 6G Flagship -projekti on alan kansainvälistä huippua.

Nokian TKI-toiminta oli jo 90-luvulla erittäin kansainvälistä. Toimipisteitä oli kaikilla merkittävillä markkina-alueilla. Tämä edellytti tiivistä keskustelua ja viestintää sekä selkeitä yhteisiä prosesseja. Nokia panosti paljon henkilökunnan koulutukseen. Koulutukseen sisältyneet ryhmätyöt varsinaisen substanssiaiheen opiskelun lisäksi vahvistivat kykyä tiimityöskentelyyn eri alojen osaajien kesken. Nokian johtotehtävissä toimiville suunnattu Panorama-koulutusohjelma oli mallina Aalto-yliopiston tohtoriopiskelijoille suunnatuille lukuvuoden pituisille Bit Bang -kursseille, joita järjestettiin vuosina 2008–2013. Kursseilla opetettiin tuleville tohtoreille niitä yleisiä taitoja, joita työelämässä tarvitaan, kuten tiimityöskentelyä, yhteistyötä eri alojen välillä, jatkuvaa opiskelua sekä kirjoitus- ja esiintymistaitoja.

Tietoliikenne muutti maailman

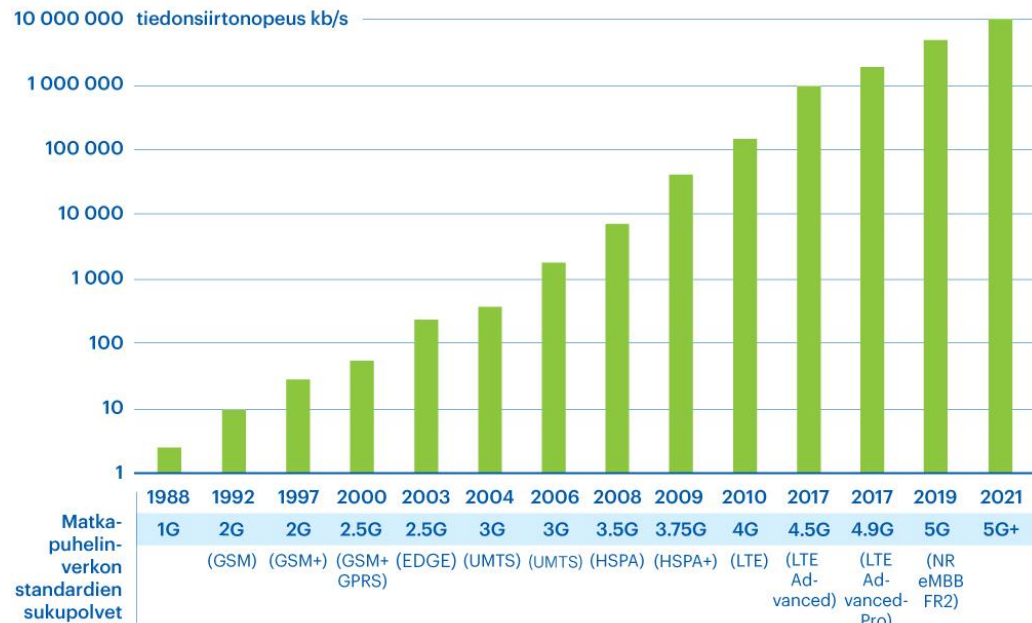
Fyysikko ja keksijä Nikola Tesla (1855–1943) visioi langattoman tietoliikenteen tulevaisuutta vuonna 1893 kauniisti sanoin:

When wireless is perfectly applied, the whole earth will be converted into a huge brain, all things being particles of a real and rhythmic whole.

Mikroelektroniikan kehitysvauhti on jo yli 50 vuotta ollut eksponentiaalista. Kuuluisaa Mooren lakia noudattaen mikropiirien suorituskyky on kaksinkertaistunut kahdessa vuodessa. Kahdessakymmenessä vuodessa tämä merkitsee tuhatkertaista parannusta.

Elektroniikan kehitys on ollut välttämätön edellytys matkapuhelintekniikan vallankumoukselle. Matkapuhelinverkot ovat kehittyneet vielä mikroelektroniikkaakin nopeammin. Tiedonsiirron nopeus on kaksinkertaistunut vain 18–19 kuukauden välein.

Matkapuhelinverkkojen tiedonsiirtonopeuden kehitys verkosta mobiililaitteeseen (logaritminen asteikko)



Kuva: Timo Ali-Vehmas et al.

Kuvio 1: Matkapuhelinstandardien sukupolvet ovat kehittyneet kymmenen vuoden jaksoina. 5G-verkot ovat datanopeudeltaan 5 000 000 kertaa matkapuhelinten 1G-sukupolvea nopeampia. Datanopeus on kaksinkertaistunut 19 kuukauden välein.

Nyt matkapuhelinverkot, pitkän matkan yhteyksiä hoitavat optiset kuidut sekä eri puolille maapalloa sijoitetut datakeskukset muodostavat kokonaisuuden, joka on jo hyvin lähellä Nikola Teslan visioimaa tulevaisuutta. Pelkästään sosiaalisen median palvelu Facebookilla oli vuoden 2020 lopussa 2,8 miljardia käyttäjää, joka vastaa yli kolmasosaa maailman väkiluvusta.

Jos elektroniikan kehitys loi pohjan globaalille tietoliikenteelle, internet ja sen päätelaitteiden kehitys on taas ollut mahdollistajana lukemattomille uusille toimialoille ja yrityksille.

Yksi menestystarina on pienen ruotsalais-virolaisen ryhmän kehittämä Skype-ohjelmisto. Se haastoi suurten teleoperaattorien liiketoiminnan tarjoamalla lähes ilmaisia ääni- ja videopuheluita sekä pikaviestipalvelua internetin kautta.

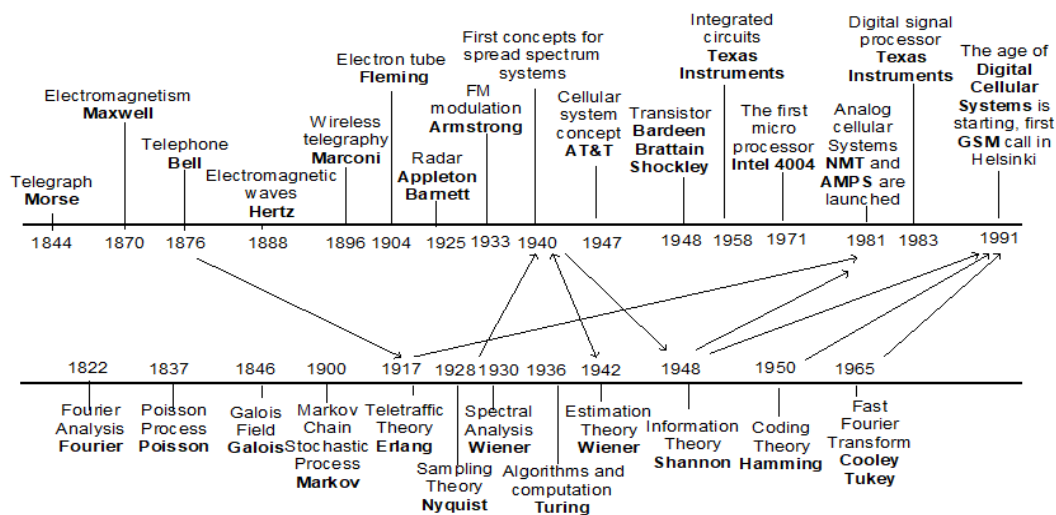
Suomalainen peliteollisuus on sekin oivallinen esimerkki internetin avaamista uusista liiketoimintamahdollisuuksista. Globaali menestys kumpuaa tekijöiden luovuudesta, innosta ja kokemuksesta, ei niinkään tietotekniikan osaamisesta tai taloudellisista resursseista.

Perustutkimus luo pohjan TKI-toiminnalle

Perustutkimus on tieteellisen tutkimuksen muoto, joka lisää ymmärrystä tutkimuskohteesta, mutta ei johda suoriin käytännön sovelluksiin. Perustutkimuksessa ei ole välittömiä käytännön päämääriä, mutta sen tulokset ovat välttämättömiä soveltavalle tutkimukselle.

Perustutkimuksella on merkittävä asema kansakunnan kilpailukyvyyn ylläpitäjänä. On vaikea nimetä toimialaa, joka ei viime vuosikymmeninä olisi tavalla tai toisella hyötynyt perustutkimuksesta liikkeelle lähteneestä innovaatioiden ketjusta.

Oheisessa kuvassa on Nokia-yhtiön tutkimuskeskuksessa tehty historiallinen aikajana, joka kuvaa matematiikan ja fysiikan perustutkimuksen saavutuksia. Ne kaikki olivat välttämättömiä, jotta maailman ensimmäinen GSM-puhelu voitiin soittaa vuonna 1991 Helsingissä.



Kaavio 2. Matematiikan ja fysiikan merkittäviä saavutuksia

Suomessa on vahva teknologiateollisuus, jonka tulevaisuuden kannalta on erittäin tärkeää, että meillä on alaa tukevaa ja uudistavaa perustutkimusta. Pienen maan merkitys perustutkimuksessa on kuitenkin väistämättä pieni. Panostamalla tutkijoiden kansainväliseen verkostoitumiseen pienikin maa pystyy ylläpitämään osaamis pohjaa, jonka varassa sen elinkeinoelämä jatkuvasti uudistuu.

Perustutkimus on luonteeltaan vaihtokauppaa: huipputason tutkimukseen pääsee mukaan vain, jos siihen on jotain annettavaa.

Esimerkkejä perustutkimuksen pohjalta innovoiduista tuotteista

Professori Esko Kauppinen laboratoriossa on tutkittu hiilen nanoputkien ominaisuuksia ja valmistusta 1990-luvun loppupuolelta lähtien. Tutkimusyhteistyön kumppaneita ovat olleet muun muassa Tokion ja Nagoyan yliopistot Japanissa ja Stanfordin yliopisto Yhdysvalloissa. Teknologiaa kaupallistava Canatu Oy perustettiin vuonna 2004.

Tehdas, joka sijaitsee Vantaalla, valmistaa nyt läpinäkyviä, 3D-muotoiltavia ja sähköä johtavia kalvoja globaalin autoteollisuuden sovelluksiin.

Tuore esimerkki suomalaisen teknologian käytöstä vaativassa ympäristössä ja kansainvälisesti kiinnostavassa sovelluksessa on Yhdysvaltojen avaruushallinto Nasan Mars 2020-tutkimushanke. Mars-mönkijä Perseverance laskeutui Marsin pinnalle maaliskuussa 2021 ja se suorittaa vaativat kaasukehän kosteus- ja painemittauksensa Vaisalan valmistamilla HUMICAP®- ja BAROCAP®-antureilla. Niiden tarkkuus ja luotettavuus edustavat maailman huippua. Anturit perustuvat tekniikan tohtori Tuomo Suntolan keksimään atomikerroskasvatus- eli ALD-tekniikkaan (Atomic Layer Deposition).

Diplomi-insinööri Martti Harmoisen johdolla kehitetty taajuusmuuttaja, joka otettiin käyttöön 1980-luvulla, mahdollisti ensimmäistä kertaa vaihtovirtamoottorin portaattoman nopeudensäädön. Taajuusmuuttajan kehitystyössä tarvittiin laajaa teknistä osaamista moottorin käyttäytymisestä, tehopoulijohteista ja tehopiireistä ohjauselektroniikkaan, jäähdytykseen ja valmistustekniikkaan.

Taajuusmuuttajatekniikka on säästänyt valtavan määrän energiaa ja se on levinnyt maailmalle esimerkiksi osana suomalaisvalmisteisia laivoja ja paperikoneita.

Kymmenien miljoonien naisten käyttämä hormonikierukka on ollut suomalaisen lääketeollisuuden suurin vientituote jo kahdenkymmen vuoden ajan. Hormonikierukan tutkimus- ja kehitystyö on hyvä esimerkki siitä, miten perustutkimus mahdollistaa uusia lääketeollisuuden innovaatioita. Lääkeyhtiö Leiraksen Turun kehitystiimin työtä edelsi jo 1970-luvulla alkanut tutkimustyö Helsingin yliopiston silloisen lääkekemian laitoksen steroidilaboratoriossa.

TKI-yhteistyö Suomessa

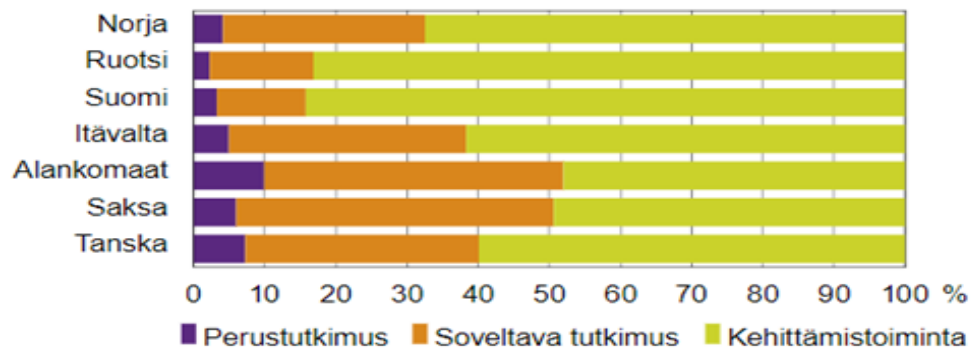
Korkeakoulujen ja yritysten yhteistyöllä on suuri merkitys kansakunnan kilpailukyvyille. Hyvät TKI-yhteistyön toimintamallit ja -verkostot ovat erittäin arvokasta pääomaa, jota kannattaa vaalia ja kehittää yli hallituskausien ja teknologiamurrosten.

Yhteistyötä edistäviä tahoja on lukuisia ja niiden toimintaperiaatteissa on suuria eroja. Yhteistyön tuki voi yksinkertaisessa muodossa olla ruohonjuuritason opastusta tai toisessa ääripäässä miljoonien eurojen TKI-rahoitusta. Hyvin toimivassa innovaatioekosysteemeissä yhteistyön eri muodot muodostavat eheän kokonaisuuden. Ekosysteemit ovat keskinäisriippuvuuksiin perustuvia verkostoja. Yhteistyöstä hyötyvät sekä ekosysteemin yritykset että korkeakoulut ja niissä työskentelevät henkilöt.

Yritysten ja yliopistojen yhteistyöllä on moninaisia muotoja. Laaja-alaisin yritysten ja yliopistojen yhteistyön muoto lienee opiskelijoiden lopputyöt. Lopputöiden rinnalle ovat tulleet erilaiset opiskelunaikaiset projektityöt, joita opiskelijaryhmät työstävät yritysten ehdottamista aiheista ohjaajien opastamina ja tukemina. Näitä yrityslähtöisiä projektitöitä organisoivat yliopistot itse. Hyvänä esimerkkinä ovat Aalto-yliopiston Design Factory sekä erilaiset yritykset, esimerkiksi DEMOLA. Aalto-yliopiston maisteritason Advanced Energy Project Course ratkaisee yritysten antamia konkreettisia ongelmia ja kouluttaa tiimityöskentelyyn.

Edellä mainitut hankkeet ovat resursseiltaan suhteellisen pieniä ja kestoaltaan lyhyitä. Toisena ääripäänä ovat suuret monivuotiset ekosysteemihankkeet, joihin osallistuu useita yliopistoja ja yrityksiä.

Tilastojen mukaan suomalaisten yritysten TKI-toiminta painottuu kehittämistoimintaan (Tieto&Trendit 2018). Tässä suhteessa Suomi eroaa suuresti Keski-Euroopan maista, joissa tutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen osuus on merkittävästi suurempi. Näkykö tässä yritystemme TKI-toiminnan lyhytjänteisyys – onko kyse siitä, että lyhyillä kehityshankkeilla pyritään noukkimaan pikavoittoja ja pitkäkestoisen osaamisen kehittäminen jää taka-alalle?



Lähde: Eurostat

Kuvio 3. Yritysten tutkimus- ja kehitystyön menojen jakautuminen eräissä EU-vertailumaissa vuonna 2015

Tietyn TKI-aihepiirin sisäistä ruohonjuuritason kansallista yhteistyötä voidaan edistää luomalla alan toimijoiden tiedon vaihtoa ja näkyvyyttä edistävä verkosto, ekosysteemi. Se auttaa löytämään yhteistyökumppaneita ja levittää yhteisössään tietoa alan uusista näkymistä. Tämä on toimintaa, jonka kustannukset ovat vähäiset. Sen arvo tutkimus- ja kehitystyötä tekeväälle yhteisölle voi kuitenkin olla merkittävä sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä.

Kannustava esimerkki verkostomaisesta toiminnasta ja sen hyödyistä on fotoniiikan yritysten ja tutkimuksen yhteinen Photonics Finland, alan toimijoiden yhteistyötä edistävä yhdistys. Hyvin organisoitunut Photonics Finland on lisännyt merkittävästi alan kansallista yhteistoimintaa sekä kytkenyt Suomen mukaan alan kansainväliseen yhteistoimintaan. Yhteistyön hieno saavutus on Suomen Akatemian Flagship-tutkimushanke Flagship on Photonics Research and Innovation (PREIN).

Julkinen TKI-rahoitus ohjaa

Valtaosa Suomen yliopistojen tutkimuksesta rahoitetaan kilpaillulla ulkopuolisella projektirahoituksella. Yhteistutkimushankkeet ovat vain harvoin täysin yritysten rahoittamia, jos ei oteta lukuun pienimuotoisia tilaustutkimushankkeita ja yksittäisiä väitöstutkimushankkeita. Mittavammat yhteistyöhankkeet vaativat siis ulkopuolisen julkisen rahoittajan.

Yrityksen ja yliopiston yhteisen tutkimushankkeen on täytettävä julkisen rahoittajan asettamat ehdot, jotka vaihtelevat suuresti hanketyypeittäin. Julkinen rahoitus toimii merkittävänä ohjaavana instrumenttina ja rahoitusehdot määrittelevät yritysten ja yliopistojen yhteistyöhankkeiden sisältöjä ja muotoja. Julkisella rahoituksella on mahdollistajan aseman lisäksi myös voimakas ohjaava ja rajoittava merkitys. Lukuisista

pienistä, lähtökohtaisesti hyvää tarkoittavista vaatimuksista voi helposti tulla yhteistyöhankkeita rajoittava tekijä.

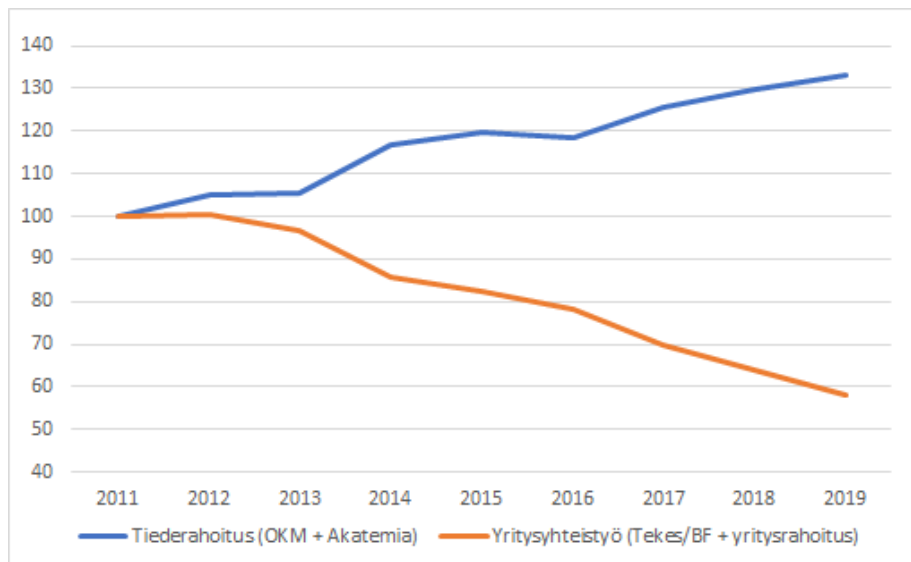
Viime vuosikymmenen merkittävin muutos julkisessa TKI-rahoituksessa on ollut entisen Tekesin, nykyisen Business Finlandin, rahoitusresurssien pieneneminen. Tämän seurauksena yritysten ja yliopistojen yhteistyörahoitus on vähentynyt (Ormala 2019). Merkittävin yksittäinen selitys on SHOK-rahoitusinstrumentin lopettaminen. Vaikka strategisen huippuosaamisen keskittymä eli SHOK-malli ei täyttänyt kaikkia sille asetettuja suuria tavoitteita, sillä oli merkittäviä myönteisiä vaikutuksia yhteistyökulttuuriin (Business Finland Report 4/2019).

Valtaosa, noin 80 prosenttia tutkimusrahoituksesta, on julkista rahaa (Teknologiateollisuus 2014). Julkisen rahoituksen ohjausvaikutus on suuri ja rahoituskanavien painotuksilla on paljon merkitystä. Opetus- ja kulttuuriministeriön myöntämän tutkimusrahoituksen suuruus määräytyy pääasiassa tiedeperusteisesti, jolloin arviointiperusteena ovat julkaisut ja ulkoinen rahoitus, samoin Suomen Akatemian myöntämän hankerahoituksen perusteena on tieteellinen vertaisarviointi. Tutkimusta yliopistoissa rahoittavat myös Business Finland ja yritykset. Yliopistojen Business Finland -rahoituksen edellytys on aina jonkinasteinen yritys yhteistyö.

Tiederahoitus kasvaa, TKI-yhteistyörahoitus laskusuunnassa

Useissa viimeaikaisissa kirjoituksissa on harmiteltu kadonnutta yhteistyötä yritysten ja yliopistojen välillä. Kehitystrendi on selvä, kun vertaamme yliopistojen tiedeperusteisen ja yritys yhteistyöperusteisen rahoituksen kehittymistä 2010-luvulla. Vuosina 2011–2019 tiedeperusteinen rahoitus kasvoi 33 prosenttia. Vuonna 2019 tiederahoituksen määrä oli 1,3 miljardia euroa, missä oli nousua vuoteen 2011 verrattuna noin 250 miljoonaa euroa.

Samalla tarkastelujaksolla yliopistojen saama Business Finland -rahoitus ja suora yritysrahoitus on pudonnut 42 prosenttia, 118 miljoonaan euroon. Vuositasolla tämä merkitsee 700 tutkijatyövuoden leikkausta yliopistojen yhteistyörahoituksessa.



Kuvio 4. Tiedeperusteisen ja yritysyhteistyöperusteisen rahoituksen kehitys yliopistoissa 2010-luvulla. Luvut Tilastokeskus, tutkimus- ja kehittämistoiminta, tiedejatutkimus.fi

Samanaikaisesti Business Finland on suunnannut omaa rahoitustaan enintään kahden vuoden mittaisiin hankkeisiin, joissa odotetaan tuottoa heti hankkeen päätyttyä. TKI-näkökulmasta tämä tarkoittaa keskittymistä kehityshankkeisiin tutkimushankkeiden sijaan.

Tämä strateginen muutos yhdessä yhteistyörahoituksen alenemisen kanssa on romahduttanut yritysten ja yliopistojen pitkäjänteisen tutkimusyhteistyön 2010-luvun alun tasolta. Tutkimushankkeissa 2 + 2 vuotta ei ole sama kuin 4 vuotta: Lyhyillä erikseen rahoitettavilla hankkeilla ei voi saavuttaa samoja tuloksia kuin yhdellä pitkäkestoisella.

Rahoitusinstrumenttien tarjonnassa on jo vuosia ollut selkeä aukko. Suomen Akatemia rahoittaa yliopistojen ja tutkimuslaitosten hankkeita tieteellisin perustein, Business Finland -rahoitus taas keskittyy lyhyisiin, vientiä edistäviin hankkeisiin. Monivuotisille yritysten ja yliopistojen yhteistyöhankkeille, jotka rakentavat siltaa Suomen Akatemian rahoittamasta perustutkimuksesta soveltavan tutkimuksen kautta tuotekehitykseen, ei ole tarjolla rahoitusta entiseen tapaan. Tämä vaihe ei ole tutkimusrahoituksen näkökulmasta houkutteleva, koska se ei tarjoa riittäviä akateemisia tuloksia. Innovaatorahoituksen näkökulmasta aika hyödyntämisvaiheeseen taas on liian pitkä.

Missä aikaikkunassa julkisrahoitteisissa TKI-hankkeissa on saatava hyötyjä? TKI-toiminnalta vaaditaan läpimurtoja ja uusia innovaatioita. Tällöin julkisen rahoituksen tulisi kannustaa yritysten ja yliopistojen pitkäjänteiseen yhteistyöhön. Läpimurtojen takana on aina vuosien työ.

Tästä esimerkkinä on akkuteknologian kehitys. Kymmenen viime vuoden aikana olemme tuon tuosta lukeneet uutisia läpimurroista alan tutkimuksessa, mutta luvutut läpimurrot ovat yhä matkalla markkinoille. Matka tutkimustuloksesta tuotteeseen on pitkä. Jos julkiselle TKI-tuelle vaaditaan lyhyttä takaisinmaksuaikaa, pitää hyväksyä myös, että tällöin tehdään vain asteittaisia parannuksia – ei vallankumouksellisia läpimurtoja.

Immateriaalioikeuskysymykset (IPR) kiistakapula

Yritysten ja tutkimuslaitosten yhteistyötä ekosysteemeissä jarruttavat usein immateriaali- eli IPR-oikeudet. Yhteistyön tuloksena syntyvistä oikeuksista sopimisesta on tullut yhä hankalampaa (T&T 2020). Tähän on monia syitä. Yliopistot ja tutkimuslaitokset ovat alkaneet pitää entistä tarkemmin kiinni oikeuksistaan. Myös julkisrahoitteisten hankkeiden rahoitusehdot yliopistoille ja yrityksille ovat erilaiset. Tämän takia laajemmissa ekosysteemihankkeissa ajaututaan helposti tulkintakeskusteluun valtiotukisäännöistä ja sen asettamista rajoituksista IPR-sopimukseen.

Yhtenäiset ehdot ja yksi, kaikkien osapuolten yhteinen rahoituspäätös, auttaisivat yhteistyösopimusten teossa ja vähentäisivät juristien työtä sopimusvaiheessa.

Neuvoteltavaa riittää myös vastuu- ja salassapitokysymyksissä. Yritysten ja yliopistojen yhteistyöstä sopiminen on tulevaisuudessa entistä vaikeampaa, varsinkin jos kansainvälisten yritysosapuolten sopimuskulttuuri poikkeaa tšekäläisestä ja tulostavoitteet ovat korkeat. Sopimukset ovat välttämättömiä yhteistyölle, mutta niiden yksityiskohdista sopiminen saattaa viivästyttää hankkeita merkittävästi.

Onnistuneessa hankkeessa kaikki voittavat

Yhteistyöhankkeita voi olla hyvin eritasoisia, lopputöistä aina monivuotisiin tutkimushankkeisiin. Myös hankkeiden lähtökohdat vaihtelevat voimakkaasti. Yritysten ja yliopistojen yhteistyön edellytyksiä voi tarkastella myös kannusteiden ja rahoituksen näkökulmasta. Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen yhteisillä hankkeilla yritysten kanssa on usein hyvin tärkeä merkitys alueensa elinkeinojen, elinvoiman ja työllisyyden näkökulmasta. Onnistuneessa yhteistyössä kaikki osapuolet saavat jotain. Silloin kaikilla osapuolilla on intressi edistää yhteistyötä.

Yhteistyön edellytyksiä ei pidä tarkastella vain organisaatioiden näkökulmasta. Myös yhteistyöhön osallistuvien henkilöiden näkökulma on tärkeä. Yliopistot tarkastelevat yhteistyöhankkeita yritysten tapaan: miten hanke hyödyttää yliopistoa, mitä resursseja se vaatii ja mitä se maksaa. Yhteistyöhankkeen on tuotava hyötyjä yliopistotutkijalle, hänen tutkimusyksikölleen ja koko yliopistolle. Tutkimushankkeiden on tuotettava julkaisuja, jotka kerryttävät kirjoittajille akateemisia meriittejä ja tuovat opetus- ja kulttuuriministeriön rahoitusmallin edellyttämiä tulospisteitä yliopistolle.

Kannusteiden merkitys yhteistyöhön tuli ilmi haastattelututkimuksessa (Davey et al 2018). Siinä tutkijat havaitsivat yhdeksi ongelmakohdaksi yliopistojen kannustejärjestelmät, jotka eivät tunnistanee yritys-yhteistyötä saavutukseksi, joka muodostaisi tulospisteitä.

Tohtorit tärkeä rajapinta yritysten ja yliopistojen välillä

Voimme perustellusti väittää, että tohtoreiden lukumäärä yrityksessä korreloi positiivisesti yritys-yliopistoyhteistyön määrään yrityksessä. Työntekijän tutkijatausta auttaa hahmottamaan yhteistyön mahdollisuudet ja rajoitteet.

Ylemmän korkeakoulututkinnon tai tutkija-asteen tutkinnon suorittaneiden työntekijöiden osuus suomalaissa yrityksissä on noin 10 prosenttia. Heistä joka kahdeskymmenes on väitellyt. Kiinnostavaa on, että maistereiden ja tohtoreiden osuus Suomen kymmenessä suurimmassa vientiyrityksessä on kaikkiin yrityksiin verrattuna kaksinkertainen. Nämä lukemat ovat silti pienemmät kuin muissa Pohjoismaissa. Parhaiten pärjänneissä vienti-yrityksissä on selvästi suurempi osuus tohtorikoulutuksen saaneita henkilöitä muissa Pohjoismaissa kuin Suomessa, kun verrataan tätä kaikkiin yrityksiin keskimäärin. Tanskassa ja Norjassa kymmenen suurimman vientiyrityksen henkilöstöstä väitelleitä on 3,4 prosenttia, kolme kertaa enemmän kuin Suomessa (1,1 %). (Tieto&Trendit 2019).

Tohtorikoulutus tarjoaa erinomaisen alustan yritysten ja yliopistojen väliselle yhteistyölle, kun väitöstutkimuksen tekijän tai tutkijatohtori- eli postdoc-vaiheen tutkimustyön tavoite on linjassa yrityksen kiinnostuksen kohteiden kanssa. Esimerkiksi Tanskan Industrial PhD -ohjelman seurantatutkimuksessa havaittiin ohjelmassa mukana olleiden yritysten patentointiaktiivisuuden olleen lähes kaksinkertainen vertailuyrityksiin verrattuna.

Tampereen yliopiston teollisuuden tohtorikoulu (Doctoral School of Industry Innovations www.dsii.fi) on rakennettu yritysten ja yliopiston välisen yhteistyön pohjalle. Siinä väitöstutkimuksen ongelmanasettelu ja tutkimuskysymykset tulevat yritykseltä ja kysymyksiin etsitään vastaus tutkimusmenetelmien avulla. Väitöstyötä ohjaavat sekä professori että yrityksen edustaja. Ohjelman tavoitteena on tohtorien työllistyminen yrityksiin.

PoDoCo-hankkeissa (PostDocs in Companies, www.podoco.fi) postdoc-tutkija ja yritys toteuttavat kaksivuotisen, osittain säätiöiden rahoittaman projektin, jonka tavoitteena on luoda yritykselle uutta osaamista ja antaa tohtorille työpaikka kyseisessä yrityksessä. PoDoCo-ohjelmaan voi osallistua toimialasta riippumatta mikä tahansa yritys ja kuka tahansa väitöskirjan vastikään tehnyt tai lähiaikana väittelevä henkilö. Ohjelma on ollut toiminnassa viisi vuotta ja se myöntää noin 35 kokovuosiapurahaa vuosittain. Tähän mennessä noin 90 prosenttia loppuunviedyistä PoDoCo-projekteista on saavuttanut kummatkin tavoitteet. Ohjelma on onnistunut erinomaisesti myös Suomeen muuttaneiden tohtoreiden työllistämisessä suomalaisiin yrityksiin.

Lisää liikkuvuutta yritysten ja yliopistojen välille

Monissa keskusteluissa yhdeksi yhteistyön lisääjäksi mainitaan ihmisten liikkuvuuden lisääminen yritysmaailman ja yliopistojen välillä. Liikkuvuutta on enimmäkseen vain yhteen suuntaan, yliopistoista yrityksiin. Työelämäprofessorit ovat kääntäneet virtaa

myös toiseen suuntaan ja tuoneet kokeneita yritystaustaisia ihmisiä yliopistoihin. Toinen ryhmä ovat väitöskirjatutkijat, jotka ovat palanneet yrityksistä yliopistoon tekemään väitöskirjaa ja parantamaan osaamistaan. Yksi käytännön este yrityksistä yliopistoon siirtymisessä on palkkataso.

Perinteisesti yliopistojen ja yritysten yhteistyö on Suomessa painottunut insinööritieteisiin, luonnontieteisiin ja lääketieteeseen. Tämä painotus juontaa juurensa teolliseen historiaamme. Valtaosa tuotteista on ollut tuotantohyödykkeitä, joiden tärkeimpiä myyntivaltteja ovat olleet ominaisuudet, suorituskyky ja hinta.

Palvelujen merkitys nousussa

Fyysisten tuotteiden rinnalle ovat tulleet asiakkaille lisäarvoa tuovat palvelut. Palveluissa ja kuluttajatuotteissa ei riitä tekninen paremmuus. Hankintaan vaikuttavat monet muut seikat kuin itse teknologia. Tässä muun muassa yhteiskuntatieteet auttavat ymmärtämään yhteiskunnan, verkostojen ja ihmisten käyttäytymistä. Yliopistoistamme valmistuu vuosittain satoja tohtoreita kasvatusta-, humanististen ja yhteiskuntatieteiden aloilta.

Heillä on osaamista, jota tarvitaan uusien palveluiden ja liiketoimintamallien luomisessa. Hyvänä esimerkkinä tästä on koulutusvienti ja sen palveluiden ja tuotteiden sovittaminen kohdemaan kulttuuriin ja toimintatapoihin soveltuvaksi.

TKI-yhteistyömalleja lähimaista

Ruotsissa yksi merkittävä yritysten ja yliopistojen yhteistyön edistäjä on Wallenbergien säätiön ohjelma WASP - Wallenberg Artificial Intelligence, Autonomous Systems and Software. (WASP). Sen budjetti on 5,5 miljardia ruotsin kruunua vuosille 2015–2029. Ohjelman tavoitteena on vahvistaa tekoälyn, autonomisten järjestelmien ja taustalla olevien ohjelmistomenetelmien ja -teknologian osaamista Ruotsissa. Ohjelmassa on monia instrumentteja yritys-yhteistyölle, yhtenä näistä teollisuuden tohtoriohjelma. Ohjelmassa tuetaan rahallisesti yrityksiä, jotka palkkaavat väitöstutkimuksen tekijän. WASPin tavoitteena on kouluttaa vähintään 150 yrityksissä työskentelevää tohtoria. (<https://wasp-sweden.org>).

Tanskassa aloitettiin jo vuonna 1971 Industrial PhD programme, jonka tavoitteena on lisätä tietämyksen jakamista yliopistojen ja yksityisen sektorin yritysten kesken, edistää tutkimusta kaupallisilla näkökulmilla ja hyödyntää yksityisen liiketoiminnan osaamista ja tutkimuslaitoksia tohtorintutkintojen määrän lisäämiseksi. Ohjelmassa tohtoriopiskelijat viettävät ajastaan puolet yliopistolla ja puolet yrityksessä. Innovation Fund of Denmark tukee yritystä kiinteällä kuukausimaksulla, joka vastaa suunnilleen 30–50 prosenttia henkilön kokonaispalkasta. Tällä hetkellä reilut 100 uutta hanketta alkaa vuosittain. Innovation Fund Denmark rahoittaa myös Industrial Postdoc -ohjelmaa, joka tukee postdoc-tutkijoita 1–3 vuodeksi palkkaavia yrityksiä. Yritys saa jopa 50 prosentin tuen palkkakuluihin.

Saksan suurissa yrityksissä on omat tohtorikoulutusjärjestelmänsä, joilla varmistetaan tulevaisuuden osaajien rekrytointi ja tuetaan pitkäkestoista yhteistyötä yliopistojen kanssa. Yritys palkkaa tohtoriopiskelijan yleensä kolmeksi vuodeksi tekemään väitöstutkimuksen yrityksen määrittelemästä aiheesta. Työn valmistuttua yritys on

saanut uutta tietoa tutkimusaiheesta ja samalla työntekijän, jolla on yrityksen tarvitsemaa osaamista.

Saksa on tunnettu vahvasta koneenrakennuksen osaamisesta ja alan teollisuudesta. Teollisuuden ja yliopistojen yhteistyötä myös arvostetaan yliopistoissa. Tämä näkyy esimerkiksi professorien pätevyysvaatimuksissa. Yksi niistä on ollut työkokemus teollisuudessa eli professorilta on vaadittu työuraa yliopiston ulkopuolella. Käytäntö näyttäisi kuitenkin olevan heikkenemässä yliopistojen akateemisten vaatimusten kasvaessa.

Forschungscampus, suomeksi tutkimuskampus, on Saksan opetus- ja tiedeministeriön Public Private Partnership - hanke, jolla tuetaan yliopistojen, tutkimuslaitosten ja yritysten yhteisiä tutkimusympäristöjä. Tutkimusympäristöjen tukemisessa ei odoteta nopeita pikavoittoja. Niitä tuetaan jopa 15 vuoden ajan viiden vuoden jaksoissa. Rahoituksen edellytyksenä on ollut, että sekä yliopistot että yritykset panostavat myös omia varojaan. Osapuolten yhteinen panostus on ollut julkista tukea suurempaa.

Kampuksen perusideana on toiminta yhden katon alla ja keskittyminen johonkin aiheeseen. Aihepiirit vaihtelevat tartuntatautiin diagnostiikasta tulevaisuuden sähköverkkojen hallintaan ja innovatiivisiin tuotantotekniikoihin. Suomessa lähinnä tutkimuskampusmallia on Vaasassa toimiva VEBIC – Vaasa Energy Business Innovation Centre, jossa paikalliset yritykset ja yliopisto ovat toteuttaneet yhteisen yhteistutkimusalueen laboratorioineen.

Kaikissa mainituissa esimerkeissä osaamista ja yhteistyötä rakennetaan pitkäjänteisesti, ei lyhyissä toisiaan seuraavissa projekteissa. Toinen yhteinen nimittäjä on tutkimuksen ja yrityksen tavoitteiden yhdistäminen uusien asioiden tekemisessä.

Yhteenveto

Korkeakoulujen ja yritysten välinen yhteistyö on monimuotoista tavoitteiltaan, sisällöltään, organisoinniltaan ja kustannuksiltaan. Hyvin toimivassa yhteistyössä toimijoiden kesken vallitsee vahva luottamuksen ja innostuksen ilmapiiri. Tämä ei synny hetkessä, mutta kun se on saavutettu, se luo pohjan pitkäjänteiselle yhteistyölle ja kaikkien osapuolten (yritykset, korkeakoulut, rahoittajat) kannalta hyvään toimintakulttuuriin.

Julkisrahoitteisten TKI-ohjelmien tulee olla riittävän pitkiä ja tavoitteeltaan houkuttelevia ja niiden tulee ulottua yli hallituskausien. Vain siten syntyy kestävä tuloksia tuottava yhteistyön kulttuuri. Yhdellä ja samalla työkalulla ei voi korjata kaikkia havaittuja TKI-yhteistyön puutteita, vaan tarjolla olisi oltava katkeamaton työkalujen ketju perustutkimuksesta tuotekehitykseen ja viennin tukemiseen.

Läpimurtoinnovaatioita tuotteissa ei voida saavuttaa lyhyiden projektien ketjuna, koska matka perustutkimuksesta tuotteeksi on pitkä. Tällä hetkellä Suomen innovaatioketjun heikoin lenkki on tutkimuksen ja tuotekehityksen välissä.

Tohtoreiden työskentely yrityksissä tarjoaa alustan pitkäjänteiselle yliopistoyhteistyölle ja yhteistyön kulttuurin luomiselle. Suomella on tutkitusti heikko asema tässä suhteessa. Näköpiirissä on kasvava tarve saada elinkeinoelämän palvelukseen kasvatus-, humanististen ja yhteiskuntatieteiden tohtoreita insinöörityöelämän tohtoreiden lisäksi.

Suomessa väittelevistä uusista tohtoreista yhä suurempi osa on ulkomaalaistaustaisia. Meillä ei ole varaa menettää heitä ulkomaille valmistumisen jälkeen. Tohtoreiden työllistymiselle yrityksiin pitää luoda uusia polkuja, koska yritysten osaaminen on niiden menestymisen perusta.

Lähteet

Analysis of the Industrial PhD Programme. The Danish Agency for Science, Technology and Innovation, ISBN: 978-87-92372-65-9

The big Three – Impact study of research organisations, large enterprises and SHOKS, Business Finland Report 4/2019. ISBN 978-952-457-647-5

Bică M., Sathyan S., Aleksandrova I., Dziobzenski P., Alimohammadisagvand B., Mokammel F.: *Changing Hats: From Academics to Entrepreneurs: Bit Bang 9*. ISBN-60-3725-7 (pdf)

Davey, T., Meerman, A., Korpela, M., Pienonen, T., Orazbayeva, B., Galán-Muros, V., Trount, M. & Melonari, M.: *State of University-Business Cooperation in Finland – University perspective. Study of the cooperation between higher education institutions and public and private organizations*. 2018.

Epstein D.: *Range – How Generalists Triumph in a Specialized World*. Macmillan 2019..

Ganivet A.: *Suomalaiskirjeitä*, 1898, suomennettu 1964

Häikiö M.: *Nokia Oyj:n historia* 1–3, Edita 2001

Häikiö M. & Ylitalo E.: *Bit Bang Yrjö Neuvo ja digitaalinen kumous*, SKS 2013

Ormala E. *Suomen kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaaminen 2020-luvulla*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:1. ISBN 978-952-327-388-7

Tweedie A.: *Matkalla Suomessa 1896*, Otava 1989

Verkkolähteet

ETN – Suomi 100 innovaatiot, sija 5, taajuusmuuttaja <https://etn.fi/index.php/13-news/7240-suomi100-innovaatiot-sija-5-taajuusmuuttaja>

Hormonikierukasta tehtiin miljardibisnes, TEK-lehti, 5.4.2017, <https://lehti.tek.fi/tekniikka/hormonikierukasta-tehtiin-miljardibisnes>

Hormonikierukka kehitettiin Suomessa, Turun Sanomat, lukijoilta, 16.6.2015 <https://www.ts.fi/lukijoilta/782928/Hormonikierukka+kehitettiin+Suomessa>

Industrial Phd – Research with Grants, Innovation Fund Denmark https://www.sdu.dk/en/om_sdu/fakulteterne/teknik/samarbejde/forskningssamarbejde/erhvervsphd

Kierukan kehittäjät yllättivät itsekkin miljardimyynnistä, Turun Sanomat, 5.4.2017 <https://www.ts.fi/uutiset/talous/3461918/Kierukan+kehittajat+yllattivat+itsekin+miljardimyynnista>

Maailmalla kehuja kerännyt yhteistyö rakoilee Suomessa – yritykset ja tutkimuslaitokset kiistelevät IPR-oikeuksista T&T 31.1.2020 <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/maailmalla-kehuja-kerannyt-yhteistyo-rakoilee-suomessa-yritykset-ja-tutkimuslaitokset-kiistelevat-ipr-oikeuksista/0a5ba0a0-120a-4e20-bcea-35008a2f89d5>

Osaavatko Suomen huippuviejät hyödyntää korkeimmin koulutettua työvoimaa? Tieto&Trendit 2019. <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/osaavatko-suomen-huippuviejat-hyodyntaa-korkeimmin-koulutettua-tyovoimaa/>

Power 125 vuotta sähköistä sankaritarinaa – juhluvuoden erikoisnumero 3/13
<https://docplayer.fi/4139002-Power-125-vuotta-sahkoista-sankaritarinaa-juhlavuoden-erikoisnumero.html>

T&K-panostukset lopultakin kasvusuuntaan – menestyminen vaatii laaja-alaista osaamista ja kehittämistä, Tieto&Trendit 2018:

<http://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/tk-panostukset-lopultakin-kasvusuuntaan-menestyminen-vaatii-laaja-alaista-osaamista-ja-kehittamista/>

Taajuusmuuttajasta tuli Suomen suuri innovaatio, Insinöörilehti 6/19,

<https://insinööri-lehti.fi/digilehti/in0619/taajuusmuuttajasta-tuli-suomen-suuri-innovaatio>

TEK – 120 osaa 35/120, Martti Harmoinen, Sähkömoottorin kaasupolkimen kehittäjä

<https://www.tek.fi/fi/uutishuone/tek-120-vuotta/osaajat/martti-harmoinen>

Tutkimustoiminnan vaikuttavuus yliopistojen rahoitusmallissa – selvitys TEK,
Teknologiateollisuus 2014, ISBN 978-952-5998-78-8 (PDF)