

Tämä on rinnakkaistallennettu versio alkuperäisestä julkaisusta.

Tämä on julkaisun kustantajan pdf.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Jokela, T.; Kalliovaara, J.; Katz, M.; Mäkelä, J.; Paavola, J.; Pirinen, P.; Posti, H.; Pouttu, A.; Raatikainen, P.; Rantakokko, M.; Rautiola, K.; Rieki, J.; Sauvola, J. & Tirkkonen, O. 2019. Teoksessa Rautiola, K.; Rieki, J.; Tarkoma, S.; Tyrväinen, P. & Sauvola, J. (toim.) Langaton tietoliikenne Suomessa 2019-2029. Allied ICT Finland strategiasarja 1. Oulu: Allied ICT Finland.

URL: https://alliedict.fi/wp-content/uploads/2019/11/1.Langaton_tietoliikenne_Suomessa_2019-2029.pdf

CC BY 4.0

Kaikki julkaisut Turun AMK:n rinnakkaistallennettujen julkaisujen kokoelmassa Theseuksessa ovat tekijänoikeussäännösten alaisia. Kokoelman tai sen osien käyttö on sallittu sähköisessä muodossa tai tulosteena vain henkilökohtaiseen, ei-kaupalliseen tutkimus- ja opetuskäyttöön. Muuhun käyttöön on hankittava tekijänoikeuden haltijan lupa.

This is a self-archived version of the original publication.

The self-archived version is a publisher's pdf of the original publication.

To cite this, use the original publication:

Jokela, T.; Kalliovaara, J.; Katz, M.; Mäkelä, J.; Paavola, J.; Pirinen, P.; Posti, H.; Pouttu, A.; Raatikainen, P.; Rantakokko, M.; Rautiola, K.; Rieki, J.; Sauvola, J. & Tirkkonen, O. 2019. In Rautiola, K.; Rieki, J.; Tarkoma, S.; Tyrväinen, P. & Sauvola, J. (eds.) Langaton tietoliikenne Suomessa 2019-2029. Allied ICT Finland strategiasarja 1. Oulu: Allied ICT Finland.

URL: https://alliedict.fi/wp-content/uploads/2019/11/1.Langaton_tietoliikenne_Suomessa_2019-2029.pdf

CC BY 4.0

All material supplied via TUAS self-archived publications collection in Theseus repository is protected by copyright laws. Use of all or part of any of the repository collections is permitted only for personal non-commercial, research or educational purposes in digital and print form. You must obtain permission for any other use.

Allied
ICT Finland

Strategiasarja

1. Langaton tietoliikenne Suomessa 2019-2029

Tero Jokela, Juha Kalliovaara, Marco Katz, Jukka Mäkelä, Jarkko Paavola, Pekka Pirinen,
Harri Posti, Ari Pouttu, Pertti Raatikainen, Mika Rantakokko, Kyösti Rautiola,
Jukka Rieki, Jaakko Sauvola, Olavi Tirkkonen

Toimittaneet: Kyösti Rautiola, Jukka Rieki, Sasu Tarkoma,
Pasi Tyrväinen, Jaakko Sauvola

Dokumentin tarkoitus

Tämän dokumentin tarkoitus on kuvata langattoman tietoliikenteen tutkimuksen ja kehityksen merkitystä sekä niiden luomia mahdollisuuksia Suomen yhteiskunnalle ja teollisuudelle. Lisäksi tarkoitus on visioida Suomen tavoitetilaa 10 vuoden päähän ja määritellä vision toteuttamiseksi tarvittavat toimenpiteet.

Allied ICT Finland: Taustaa

Allied ICT Finland (AIF) on suurin pohjoismainen ICT-alan TKI-allianssi. AIF on kansallisen tason keskittymä, joka yhdistää suomalaisen ICT-tekniikan osaamisen tutkimuksesta liiketoimintaan.

AIF-kumppanuudet

- 18 korkeakoulua ja tutkimusorganisaatiota
- 9 ICT-kaupunkia edustettuna elinkeino-yhtiöiden kautta
- yli 1200 ICT-toimialueen yritystä
- 13 kansallisen tason ekosysteemiä

AIF-toiminta

- Erityisosaamisen yhdistäminen
- Strategiset avaukset ja investoinnit
- Kansallisen tason kärkihankkeet
- Toimijoiden jaetut TKI-infrat
- Kansainväliset liiketoimintakumppanuudet
- Euroopan unionin sisäinen ja muu kansainvälinen tutkimusyhteistyö
- Rahoituspalvelut ja sparraus tutkimuksesta liiketoimintaan

Tavoitteena vaikuttavuus

AIF-verkoston korkeakoulujen, tutkimuslaitosten, elinkeinokohentajien ja kaupunkien toimijoiden keskittymä pyrkii yhdistämään alueellisia ja alakohtaisia osaamisalueita, voimavaroja ja tarpeita keskenään.

Yritysten yhteistyö Suomen voimavarana

Verkostoon kuuluvat yritykset toteuttavat kansainvälisiä tuote- ja palveluratkaisuja usean eri toimialan tarpeisiin.

Ryhmäketteryys ja alustatalousmallit

AIF hyödyntää uusimpia toimintamalleja, olemassa olevaa tutkimusta sekä korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kapasiteettia koordinoitusti.

Tekijät

Tero Jokela/TurkuAMK, Juha Kalliovaara/TurkuAMK, Marco Katz/Oulun yliopisto, Jukka Mäkelä/VTT, Jarkko Paavola/TurkuAMK, Pekka Pirinen/Oulun yliopisto, Harri Posti/Oulun yliopisto, Ari Pouttu/Oulun yliopisto, Pertti Raatikainen/VTT, Mika Rantakokko/Oulun yliopisto, Kyösti Rautiola/VTT, Jukka Rieki/Oulun yliopisto, Jaakko Sauvola/Oulun yliopisto, Olavi Tirkkonen/Aalto-yliopisto

Tomittaneet: Kyösti Rautiola/VTT, Jukka Rieki//Oulun yliopisto, Sasu Tarkoma/Helsingin yliopisto, Pasi Tyrväinen/Jyväskylän yliopisto, Jaakko Sauvola/Oulun yliopisto

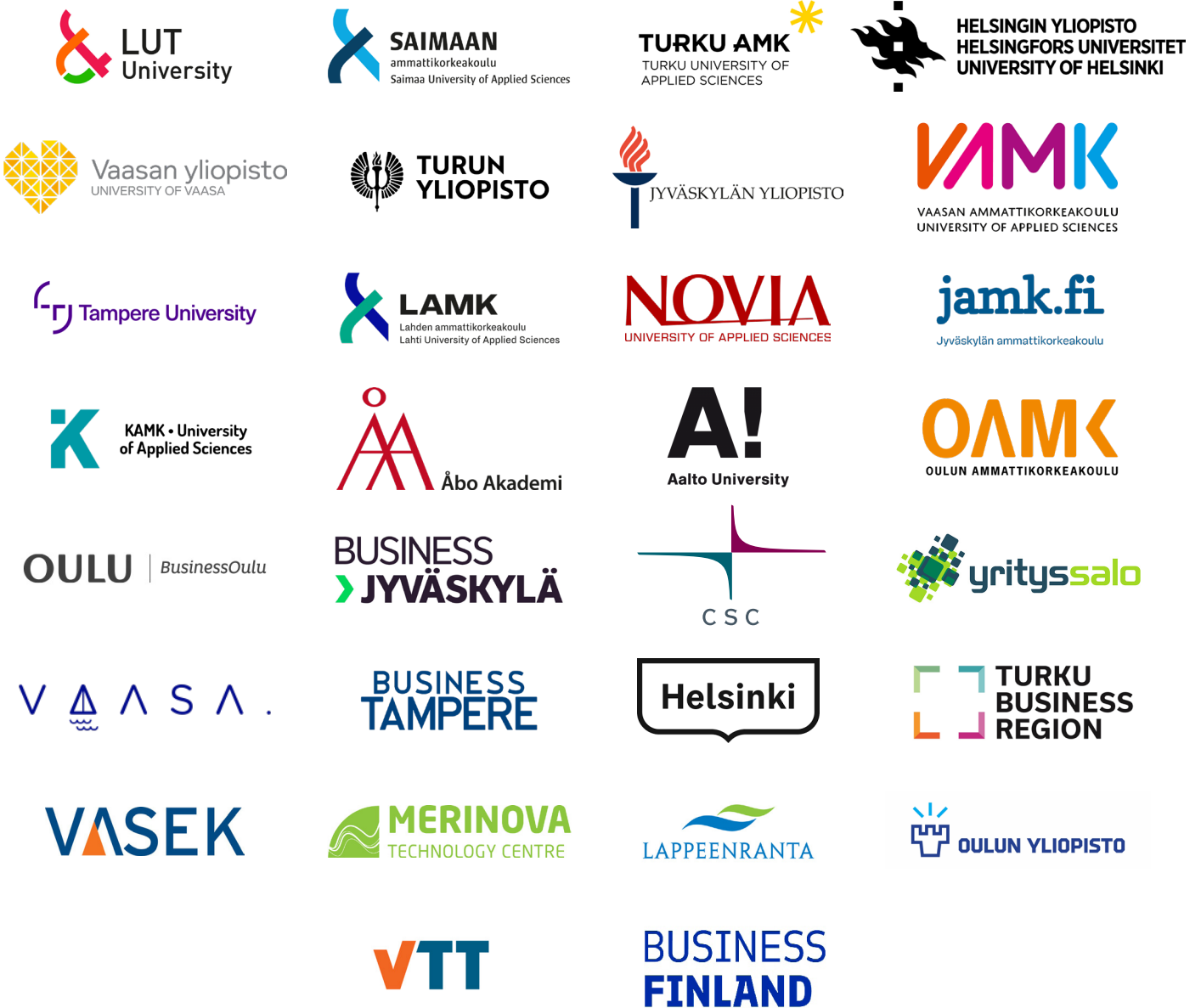
Kiitämme Sami Paateroa ja Pasi Pirttiahoa heidän panoksestaan tämän julkaisun tekemisessä.

Allied ICT Finland Strategiasarja 1: Langaton tietoliikenne Suomessa 2019-2029

ISBN 978-952-62-2472-5

Teosta saa käyttää Creative Commons BY 4.0 Kansainvälinen -lisenssin mukaisesti.





Sisältö

Digitalisaatio ja ICT-alan merkitys Suomessa 2019–2029	6
1 Johdatus aiheeseen – merkittävyys, laajuus	11
2 Strategiset kysymykset	15
3 Langaton tietoliikenne Suomessa 2019-2029	17
3.1 Merkitys Suomelle	18
3.2 Positio Suomessa	24
3.3 Suomen tarjoama ja toimenpiteet	26
4 Toimenpiteet ja tiekartta	28
5 Kiteytys ja loppusanat	31
6 Viitteet ja liitteet	33

Lyhenteet

AI	artificial intelligence, tekoäly, keinoäly
AR	augmented reality, lisätty todellisuus
B5G	Beyond 5G, 5G-evoluutio
BF	Business Finland (ent. Tekes)
FP9	framework programme 9, Euroopan unionin 9. puiteohjelma
HW	hardware, laitteisto, ”kovo”
IoT	internet of things, esineiden/laitteiden internet
ML	machine learning, koneoppiminen
NFV	network function virtualization, verkkotoimintojen virtualisointi
RF	radio frequency, radiotaajuus
SW	software, ohjelmisto
VR	virtual reality, virtuaalitodellisuus, keinotodellisuus
TKI	tutkimus, kehitys ja innovaatio

Digitalisaatio ja ICT-alan merkitys Suomessa 2019-2029

Digitalisaation kehityskulku muuttaa voimakkaasti työmarkkinoita. Yrityksillä on aito mahdollisuus hyödyntää uusia teknologioita samalla kun ne päivittävät muutos- ja työvoimastrategioitaan. Työtehtävät muuttuvat tai korvautuvat uusilla. Osaamisen kehittäminen on jatkossakin menestymisen avain.

Suomalaisten koulutus- ja tutkimuslaitosten, kaupunkien ja yritysten yhteistyöverkosto Allied ICT Finland (AIF) on selvittänyt ICT-alan ja digitalisaation mahdollisuuksia Suomessa 2030-luvulle siirryttäessä. AIF on tarkastellut ICT-alan keskeisimpien osa-alueiden merkitystä ja näiden yhteisvaikutusta sekä ICT-alan sisäisen kehittämisen ja kilpailukyvyn että myös sovellusalueiden kehittämisen kautta. Selvityksessä nousi esiin erityisesti neljän painopistealueen yhteiskehittäminen ja

niistä syntyvät synergiaedut käytännön sovellusalueilla:

1. Langattomuus/viestintäverkot
2. Ohjelmistokehitys
3. Kyberturvallisuus
4. Tekoälyn aikakausi

Näitä osa-alueita tulee kehittää yhteistyössä ja niiden avulla tulee hakea uutta lisäarvoa eri sovellusalueille, kuten esimerkiksi terveysteknologioiden kehittämiseen ja personoituihin hoitotarpeisiin, erilaisten tuotantolaitosten kilpailukyvyn kehittämiseen, kaupunkien ja muiden toimijoiden digitaalisten palveluiden kehittämiseen tai ilmastotyössä ilmakehän muutosten seurantaan ja vaikutusarvointiin.

1

Nopeat, lähes viiveettömät, turvalliset ja toimintavarmat langattomat tietoliikennejärjestelmät ja niiden kautta välitetty digitaalinen tieto mahdollistavat runsaasti uusia palveluita ja innovaatioita. Langaton tietoliikenne muodostaa yhdessä ohjelmistojen, tekoälyn ja kyberturvallisuuden kanssa yhteisen alustan digitalisaatiolle. Suomella on jo nyt vahva asema 5G-tekniikan tutkimuksessa ja kaupallistamisessa: merkittävä 4G- ja 5G-radiojärjestelmien teknologia- ja liiketoimintaosaaminen, veturiyritys (Nokia) ja sen ympärille kehittynyt yhteistyöverkosto, sekä testiympäristöjä ja yhteistyöverkostoja langattomien teknologioiden ja sovellusten kehitykseen. 2-3 vuoden tähtäimellä Suomella on mahdollisuus olla merkittävä toimija 5G:tä hyödyntävässä liiketoiminnassa 2-3 vuoden tähtäimellä. Kolmen viiva viiden vuoden tähtäimellä vahva asema voidaan rakentaa Beyond 5G -teknologioissa sekä älyverkkojen ja 6G-tekniikan tutkimuksessa. Kymmenen vuoden tähtäimellä 6G:n ja älyverkkojen kaupallistaminen tarjoaa Suomelle huomattavat mahdollisuudet.

2

Digitalisaation myötä kaikki liiketoiminta on ohjelmistoliiketoimintaa. Alustatalous toimii täysin ohjelmistojen varassa. Kaikki uusi liiketoiminta tarvitsee uusia ohjelmistoja ja kun liiketoiminta digitalisoituu, liiketoiminnan muutokset toteutetaan ohjelmistoilla. Kuusi maailman suurinta yritystä on ohjelmistoyrityksiä. Perinteinenkin teollisuus muuttuu jatkuvasti ohjelmistopainotteisemmaksi, ja esimerkiksi autojen uusista innovaatioista 80% toteutetaan ohjelmistoilla. Ohjelmistojen rakentaminen ja tuotanto muodostaa merkittävän teollisuudenalan, joka työllistää Suomessa vähintään 100 000 ihmistä. Ohjelmistot voivat kasvaa erittäin merkittäväksi vientituotteeksi (jopa 20-30% Suomen viennistä). Toimiala kasvaa jatkuvasti voimakkaammin kuin muu talous, minkä vuoksi kymmenessä vuodessa muutos on jo merkittävä.

3

Kyberturvallisuus on keskeinen osa teknistyvän maailman turvallisuuden kokonaisuutta. Pelkäämään kyberrikollisuudesta johtuvien taloudellisten menetysten arvioidaan nousevan maailmanlaajuisesti 3 000 miljardiin dollariin vuoteen 2020 mennessä. Sekä julkisella sektorilla että yrityksillä on lisääntyvä tarve investoida kyberriskeihin varautumiseen. Forbesin mukaan kyberturvallisuuden tuotteiden ja palveluiden arvo oli vuonna 2018 yli 114 miljardia dollaria, mikä oli 12,4 % enemmän kuin edellisellä vuonna. Tänä vuonna markkinan arvo tulee olemaan 124 miljardia dollaria ja vuonna 2020 jopa 170 miljardia dollaria. Kyberturvallisuusala työllistää tällä hetkellä Suomessa arviolta 6 000 henkilöä, ja alan liikevaihto on noin miljardi euroa. Ala tulee kasvamaan voimakkaasti tulevina vuosina.

4

Tekoälyä pidetään yhtenä vuosisadan tärkeimmistä teknologioista sekä muutosvoimana, jonka ennakoitaan merkittävästi lisäävän yritysten ja kansakuntien tuottavuutta ja kilpailukykyä. Kehitettäessä uusia tapoja parantaa tuottavuutta ja tarkentaa tiedonsaannin tuloksia, laskennallinen analyysi, datankeruu ja pilveen sijoitettavien erilaisten älykkäiden palveluiden merkitys nousee entisestään. Analytiikkayritys Gartner on arvioinut tekoälymarkkinoiden arvoksi 3,9 biljoonaa dollaria vuonna 2022. Esimerkiksi Accenturen arvioiden mukaan Suomi voi olla tekoälyn soveltamisen suurimpien hyötyjien joukossa ja saavuttaa sen avulla jopa 2,0 % vuosittaisen kumulatiivisen kansantuotteen kasvun. Tekoälyn hyödyt kansantaloudelle saavutetaan soveltamalla tekoälyä laajasti liiketoiminnan kehittämiseen ja julkisen sektorin uudistamiseen. Jo nyt käytössä olevia tekoälyn sovelluskohteita ovat mm. luonnollisen kielen tuottamiseen ja tunnistamiseen erikoistuneet järjestelmät, hahmontunnistus, asiantuntijajärjestelmät, robottitekniikka ja viihdesovellukset. Kaikki nämä nykyiset ja tulevat innovaatiot vaativat jatkuvaa osaamis pohjan kehittämistä sekä uudistumista.

Hallitusohjelma

Yritysten toimintaympäristön ja strategisten valintojen tarkastelu on erittäin tärkeää alkavan hallituskauden näkökulmasta ja vaikuttaa merkittävästi Suomen kilpailukykyyn, kansantalouden kasvuun sekä luonnollisesti suomalaisten työllisyyteen ja hyvinvointiin. Tässä kokonaisuudessa innovatiivisen ja aktiivisen tutkimus- ja tuotekehitystoiminnan ylläpito ja edelleen kehittäminen ovat ratkaisevan tärkeitä. Suomelle keskeistä on luoda korkean lisäarvon työpaikkoja ja houkutella investointeja korkean teknologian kehittämiseen.

Pitkän aikavälin hankkeissa korostuu myös teknologian tulevaisuuden ennakointi ja hankkeiden suunnittelu tulevaisuuden teknologiaympäristöihin. Teknologian kehitys kiihtyy, ja suunnitteluprosessien on oltava dynaamisia, jatkuvia muutoksia huomioivia prosesseja. Tämä korostuu esimerkiksi sosiaali- ja terveystalouden hankkeissa ja

yleisissä julkisten digitaalisten palveluiden kehittämisessä sekä pitkän rakennusajan liikenne- ja infrastruktuurihankkeissa, kuten raidehankkeissa.

Allied ICT Finland (AIF) tarjoaa koko TKI-osaamis- potentiaalin Suomen kilpailukykyyn kehittämisen ja talouskasvun avuksi. AIF:n piiristä löytyy maailman huippuluokan osaamista ja tieteelliseen tutkimukseen perustuvaa tietoa. AIF pitää tärkeänä, että suoraa yhteyttä tiedemaailmasta päättäjiin tiivistetään. Tutkimukseen ja tuotekehitykseen liittyvistä tulevaisuuden näkymistä, mahdollisuuksista ja rahoitustarpeista on voitava keskustella nykyistä aktiivisemmin juuri teknologian kehityksen kiihtyvän tahdin johdosta. AIF:n jäsenet toivovat, että nämä tekijät otetaan huomioon hallitusohjelman neuvotteluissa, ja että riittävällä hallitusohjelmakirjauksilla ja toimeenpanosuunnitelmilla varmistetaan suomalaisen osaamisen, työllisyyskehityksen ja kilpailukykyyn tulevaisuus.



1. Johdatus aiheeseen – merkittävyys, laajuus

1

Nopeat, lähes viiveettömät, turvalliset ja toimintavarmat langattomat tietoliikennejärjestelmät ja niiden kautta välitetty digitaalinen tieto muodostavat alustan uusille palveluille ja innovaatioille [LVM]. Kehittynyt tietoliikenneinfrastruktuuri ja edistyneet tietoliikennelaitteet vaikuttavat yhteiskuntaan myönteisesti ja luovat positiivisen liiketoimintavaikutuksen koko niiden vaikutuspiirissä olevalle alueelle ja kaikille vaikutuspiirin yrityksille ja ihmisille.

Langattomalla tietoliikenteellä on tärkeä rooli globaalien haasteiden ratkaisemisessa (Taulukko 1). Yhdistyneiden kansakuntien vuoden 2030 strategian kestävä kehityksen tavoitteet [SDG] vaativat toteutuakseen älykkäitä tietoliikenneverkkoja ja tarkoituksenmukaisia viestintäteknologioita yhteiskunnan ja talouden digitalisoinnin tueksi kehitysmaissa ja kehittyneissä maissa. Yhdistyneiden kansakuntien laajakaistakomission kestävä kehityksen toimikunta on asettanut 75 % maailmanlaajuisen laajakaistan käyttöönotto tavoitteen (sisältäen sekä kiinteän että langattoman laajakaistan) vuoteen 2025 mennessä [SD2025] korostaakseen tietoliikennejärjestelmien ja -verkkojen merkitystä.

Jotta yllä lueteltuihin globaaleihin haasteisiin voidaan vastata, tarvitaan palveluiden toteutusalus, joka perustuu joustavaan, suorituskykyiseen, turvalliseen, kustannustehokkaaseen ja autonomiseen älyverkkoon. Tämä edellyttää kommuni-

kaatio-, laskenta- ja ohjauskyvykkyyden integroimista sekä 5G-teknologioiden evoluutiota. Uudet alustat edesauttavat uusien työpaikkojen syntymistä palvelualueille ja mahdollistavat Euroopalle paremman kontrollin (data, algoritmit ja avaimet) kansalaistensa tietoturvaan.

Langattomalla tietoliikenteellä on siis nähtävissä merkittävä rooli monien muiden ICT-alan mahdollisuuksien toteuttamisessa. Esimerkiksi 5G-evoluutio tuo mukanaan erittäin lyhyet (1 ms) vasteajat ja luotettavan kommunikaation, mikä mahdollistaa langattoman tietoliikenteen hyödyntämisen esimerkiksi autonomisessa liikenteessä, sähköverkoissa ja satama-automaatiossa [TT].

Tulevaisuuden älykkäät, kustannustehokkaat ja kyberturvalliset tietoliikennejärjestelmät ja -verkot (Smart Networks) tulevat enenevässä määrin perustumaan tehokkaaseen hajautettuun tietojenkäsittelyyn, tekoälyyn, koneoppimiseen ja ohjelmoitavuuteen [SN]. Suomen digitaalisen infrastruktuurin strategian mukainen tavoite on olla tietoliikenneverkkojen kärkimaa seuraavan sukupolven mobiiliverkkojen kehityksessä ja käyttämisessä [LVM].

Langattoman tietoliikenteen taloudellinen merkitys on suuri. Maailmanpankin mukaan langattomien laajakaistapalveluiden saatavuus kiihdyttää talouskasvua ja lisää työllisyyttä [WB]. Langaton tietoliikenne on tärkeä osa digitaalisia alustoja, joihin yhdistyvät ekosysteemit luovat arvoa kaikille

Langaton tietoliikenne voi auttaa mm. seuraavien globaalien haasteiden ratkaisemisessa [GOIS]:**1. Elämänlaadun parantaminen**

- älykäs rakennettu ympäristö
- ihmiskeskeinen terveydenhoito
- työn muuttuminen: tekoälyn roolin kasvu/hyödyntäminen
- kaikkien ihmisten mukaan ottaminen digitaaliseen yhteiskuntaan

2. Yhteiskuntien kokonaisturvallisuuden takaaminen

- kriittisten resurssien turvaaminen
- kyberturvallisuus
- turvallinen autonominen liikenne

3. Uudistuvan teollisuuden tarpeet

- automaatio, robotisaatio, AI-integraatio
- datan ja resurssien hyödyntäminen, tuottajien ja kuluttajien yhteistyö

4. Ilmastonmuutoksen torjunta

- järjestelmien, tuotteiden ja tuotannon energiatehokkuus
- älykäs, hajautettu, uusiutuva, puhdas ja vähähiilinen energian tuotanto
- energiatehokas tietoliikenne

5. Maapallon resurssien riittävyyden varmistaminen

- ruoantuotanto, kierrätys, puhdas vesi ja cleantech

tahoille sekä mahdollistavat merkittäviä muutoksia teollisuudessa ja yhteiskunnassa. Esimerkiksi esineiden Internetin hyödyntäminen eri teollisuuden alojen automaatiassa mahdollistaa arvioiden mukaan 4 000– 11 000 miljardin Yhdysvaltain dollarin kasvun [IOT].

Tieto- ja viestintätekniiikan (information and communication technology, ICT) osuus Euroopan talouden bruttokansantuotteesta on merkittävä, noin 5 % (~600 mrd. €). Tietoliikennejärjestelmät ja -verkot kattavat 40 % (237 mrd. €) Euroopan ICT-markkinasta, työllistävät 28 % ICT-alan työntekijöistä (1,76 miljoonaa työntekijää) ja niihin käytetään 49 % ICT-alan tutkimuksen ja kehityksen rahoituksesta Euroopassa (14,4 mrd. €) [DAS].

Täysin toimivan digitaalisen sisämarkkinan vuosittaisen arvon Euroopan bruttokansantuotteelle

arvioidaan olevan 415 mrd. euroa [DSM]. Kokonaisuutena yhteiskunnan digitalisaatio kuitenkin on vielä alkutekijöissään. Esimerkiksi Europe's Digital Progress Report 2017 [DPR] mainitsee, että vain 20 % yrityksistä EU28-maissa on pitkälle digitalisoituneita. Accenturen tekemän tutkimuksen [ETNO] perusteella digitalisoitumisen luoma liiketoimintamahdollisuus eurooppalaisille yrityksille on yli 1 mrd. euroa päivässä. Älykkäät langattomat tietoliikenneverkot ovat tärkeä digitalisoitumisen mahdollistaja kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Tällä hetkellä langattoman laajakaistan levinneisyysaste Euroopassa on yli 72 %, mutta maailmanlaajuisesti lukema on vasta 43 % [GSMA].



Strategiset kysymykset

2

Strategiajulkaisun sisältö perustuu kirjoittajien ja haasteltujen henkilöiden näkemyksiin alla olevista strategisista kysymyksistä.

1. Langattoman tietoliikenteen merkitys Suomelle

- a. Langattoman tietoliikenteen merkitys tutkimuksessa, liiketoiminnassa ja yhteiskunnassa?
 - I. Nyt
 - II. 5v päästä
 - III. 10v päästä
- b. Langattoman tietoliikenteen globaalit trendit ja Suomen positio (vahvuudet/heikkoudet/mahdollisuudet/uhat)?
 - I. Nyt
 - II. Lähitulevaisuudessa (määrittele strateginen aikaikkuna, esim. 1-3 vuotta, johon keskitytään toimenpitein, kun kokonaisuus on perusteltu)
- c. Missä Suomen pitäisi olla 10v päästä (maalitetaan tavoite selkeästi)?
 - I. 10v kirkastettu tavoitetilä
 - II. Keskeiset välitavoitteet esim- 1-3v., 5v., 10v., että etenemme kansakuntana oikealla ”liikeradalla”

2. Langattoman tietoliikenteen positio Suomessa

- a. Vahvuudet – millä alueilla olemme hyviä
 - I. Tutkimuksessa
 - II. Liiketoiminnassa
 - III. Julkistoiminnoissa
- b. Keihäänkärkien tunnistaminen
 - I. Tutkimuksen vahvuus, infrat ja toimijat
 - II. Yritysten panostukset, volyymit (yritysten lkm, liikevaihto, kasvu/startup trendit)
 - III. Julkistoimintojen kärkialueet
 - IV. Ekosysteemin tila
- c. Kehityskohteet ja ongelmat
 - I. Nykytilä vs. tarpeet [nyt – 5v. – 10v.]
 - II. Peak vs. long-tail: huippuosaaminen ja muut

osaamistarpeet

- III. Koulutus, työllistyminen, jatkuva oppiminen
- IV. Infrat, työkalut ja ympäristöt
- V. Rahoitus: määrä, nopeus, läpinäkyvyys, vaikutavuus, kohdentuminen
- VI. Lainsäädäntö, sääntely, avoimuus, alustatalous

3. Teknologia

- a. Miksi tämä teknologia on tärkeää globaalissa mitta-kaavassa?
 - I. Missä globaaleissa haasteissa ja mahdollisuuksissa tällä teknologialla on keskeinen rooli?
 - II. Mikä on tähän teknologiaan liittyvä markkina-logiikka ja koska siitä tulee maailmanlaajuisesti merkittävää liiketoimintaa?
- b. Mitä suomalaiset tutkimuslaitokset ja yritykset voivat tuottaa globaaleille markkinoille tällä teknologia-alueella?
 - I. Mitkä ovat suomalaiset osaamisalueet ja muut vahvuudet tässä teknologiassa ja sen sovelluksissa?
 - II. Mitkä ovat konkreettiset markkinamahdollisuudet ja niiden koko tälle suomalaiselle osaamiselle?
- c. Mitä toimenpiteitä tarvitaan näiden mahdollisuuksien hyödyntämiseksi?
 - I. Tutkimuslaitosten, yritysten ja julkisen sektorin toimenpiteet?
 - II. AIF:n toimenpiteet?



Langaton tietoliikenne Suomessa 2019-2029

3

Tässä luvussa kuvataan Suomen asemaa langattomassa tietoliikenteessä seuraavan 10 vuoden aikana. Suomen vahvuuksia ja kehittämiskohteita sekä tarvittavia toimenpiteitä tarkastellaan tutkimuksen, liiketoiminnan ja yhteiskunnan näkökulmista.

3.1 Merkitys Suomelle

Digitalisaation edetessä langattoman tietoliikenteen merkitys kasvaa jatkuvasti. Tässä luvussa peilataan Suomen tämänhetkistä tilannetta lähitulevaisuuden nähtävissä olevia kansainvälisiä kehityskulkuja vasten.

3.1.1 Langattoman tietoliikenteen merkitys tutkimuksessa, liiketoiminnassa ja yhteiskunnassa

Taulukko 2 kiteyttää tilanteen: 5G:tä seuraavien älykkäiden verkkojen, älyverkkojen (Smart Network) [SN], merkitys kasvaa lähivuosina. Älyverkkojen keskeisiä ominaisuuksia ovat mm. liitettävyyden sekä laskenta- ja ohjauskyvykkyyden integraatio, kiinteiden verkkojen ja mobiiliverkkojen konvergenssi, parantunut kattavuus, tuki sadoille biljoonille liittymille ja erilaisille palveluille ja vertikaalisovelluksille, verkon automaattinen toiminta sekä merkittävästi suorituskykyisempi radio- ja verkkoteknologia. Reunalaskennan (Edge Computing) avulla verkon toimintoja saadaan hajautettua lähelle käyttäjää, mikä parantaa tietoturva-

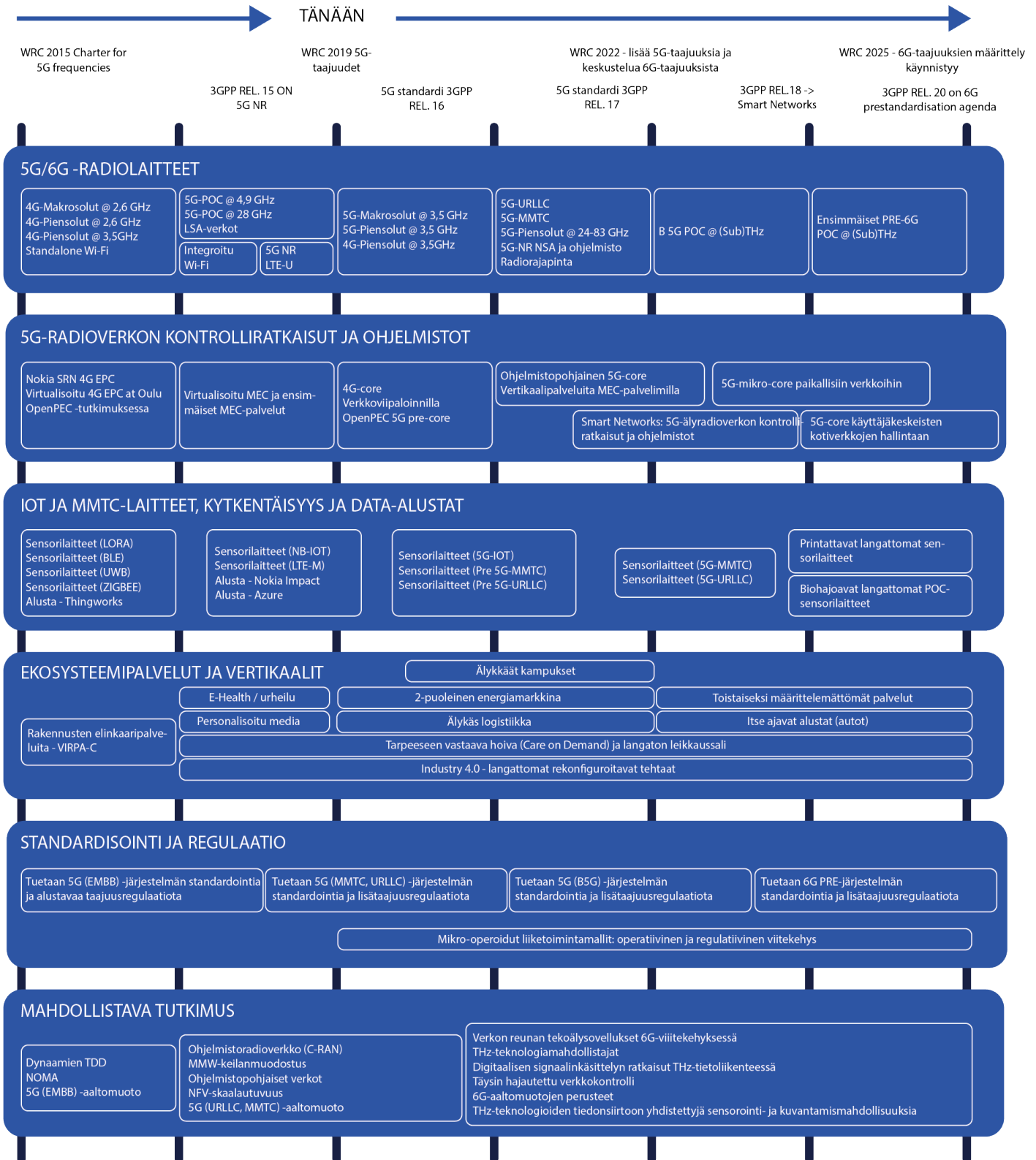
ja energiatehokkuutta, lyhentää vasteaikoja sekä tasaa kuormitusta.

Taulukossa 2 mainitut Smart Networks ja B5G (Beyond 5G) viittaavat samaan 5G:n jälkeen kaupallistuvaan konseptiin. Smart Networks -konseptin keskeinen ero 5G:hen on tietoliikenne-, laskenta- ja ohjauskyvykkyyksien laajempi integroituminen muiden liiketoiminta-alueiden teknologioihin sekä liiketoimintaan. Samalla tietoliikenteen suorituskyky kasvaa. Varsinainen 6G-standardointi käynnistyy n. 5 vuotta Smart Networks:in jälkeen ja sisältää enemmän disruptiivisia konsepteja ja teknologioita (mm. THz-teknologioiden avulla toteutettuja tiedonsiirtoon yhdistettyjä sensorointi- ja kuvantamismahdollisuuksia). Kuvaan 3.1 on koostettu ennuste tiekartaksi radiolaitteiden, radioverkon, ja palveluiden sekä tutkimuksen että standardoinnin ja sääntelyn osalta.

Kuva 3.2 (a) havainnollistaa ohjelmistotuotannossa työskentelevien vakaasti kasvavaa määrää viime vuosien aikana. Myös langattoman tietoliikenteen näkökulmasta ohjelmistoilla on yhä kasvava rooli, koska monet langattomien verkkojen avaintoiminnot ovat jo ohjelmistopohjaisia tai muuntumassa sellaisiksi. Sen sijaan tuotteiden valmistuksessa työntekijöiden määrä on laskenut. Kuvasta 3.2 (b) vastaavasti nähdään, että laitetuotannon liikevaihto on laskenut voimakkaasti, mutta tasaantunut viime aikoina. Näiden trendien lisäksi tietoliikennevälineiden vienti laski 2010-luvun alussa rajusti, mutta on viime vuosina alkanut jälleen kasvaa. Täl-

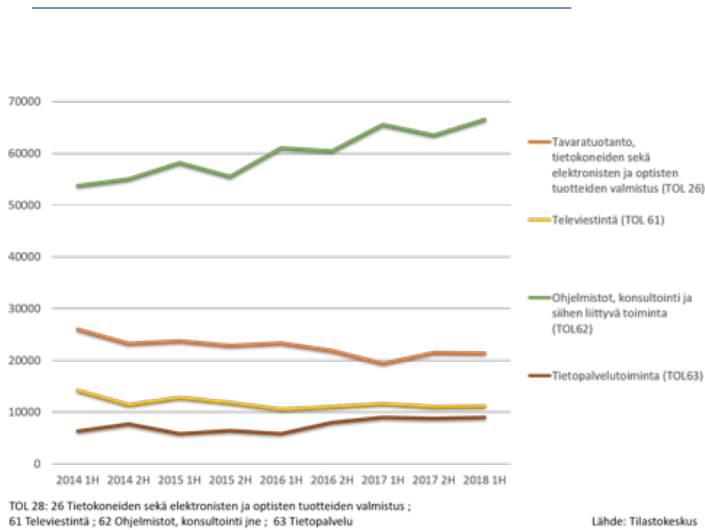
	Tutkimus	Liiketoiminta	Yhteiskunta
Nyt	<p>5G-teknologiaa ja sen evoluutiota (3GPP Rel. 16 -ratkaisusta alkaen) hyödyntävien vertikaaliratkaisujen kehitys kiihtyy, Smart Networks (Beyond 5G) -tutkimus alkamassa (etenkin yliopistot ja tutkimuslaitokset).</p> <p>Satelliittitietoliikenteen integraation kehitys kiihtymässä.</p>	<p>5G:n kaupallinen leviäminen alkamassa. Kriittisen kommunikaation (public safety) osalta eteneminen liiketoimintaan on monien toiminnallisuuksien osalta hidasta.</p> <p>3GPP Rel. 16 standardi valmistelussa ja Rel. 17 valmistelu käynnistymässä.</p>	<p>Langattomaan tietoliikenteeseen perustavat Internet-palvelut laajasti ihmisten käytössä (esim. pankkipalvelut ja mobiilimaksaminen).</p>
5v päästä	<p>Smart Networks (Beyond 5G) -teknologiatutkimus laajimmillaan (myös yritykset), 5G-verkkojen ja satelliittitietoliikenteen integraatio.</p> <p>Tutkimustestiverkko jakaa joustavasti taajuuksia ja verkkoinfrastruktuuria kaupallisten operaattorien kanssa Suomessa ja Euroopassa.</p> <p>6G-tutkimus kasvamassa voimakkaasti.</p>	<p>5G-verkkojen kattavuus tiheästi asutuilla alueilla vastaa 4G-verkon kattavuutta.</p> <p>Smart Networks-verkkojen leviäminen alkamassa. Satelliittitietoliikenteen integroituminen maanpäällisiin verkkoihin alkamassa.</p> <p>6G:n esistandardointi käynnistyy.</p>	<p>5G-evoluutioon perustuva laitteiden välinen kommunikaatio ja vertikaaliteollisuuden järjestelmät ja palvelut yleistymässä.</p> <p>5G-pohjainen mobiililaajakaisista laajasti ihmisten käytössä ja sen uudet sovellukset (mm. AR/VR-laitteet) yleistymässä.</p>
10v päästä	<p>10 v. päästä Smart Networks -toteutuksen optimointi.</p> <p>6G-verkkojen tutkimus.</p> <p>Disruptiivisten kommunikaatiokonseptien (nano-, bionano- ja kvanttikommunikaatio, valo...) tutkimus kasvanut merkittäväksi.</p>	<p>5G:n kaupallinen leviäminen alkamassa. Kriittisen kommunikaation (public safety) osalta eteneminen liiketoimintaan on monien toiminnallisuuksien osalta hidasta.</p>	<p>Tietoturvallisten tietoliikenneverkkojen, IT-järjestelmien ja tekoälyn/koneoppimisen (AI/ML) integroituminen ja sulautuminen osaksi yhteiskuntien rakenteita vahvistumassa.</p>

Taulukko 2 Tilanne nyt ja tulevaisuudessa tutkimuksen, liiketoiminnan ja yhteiskunnan kannalta.



Kuva 3.1. Radiolaitteiden, -verkon ja palveluiden sekä tutkimuksen että standardoinnin ja reguloinnin ennustettu roadmap [APO].

Langaton tietoliikenne Suomessa 2019-2029

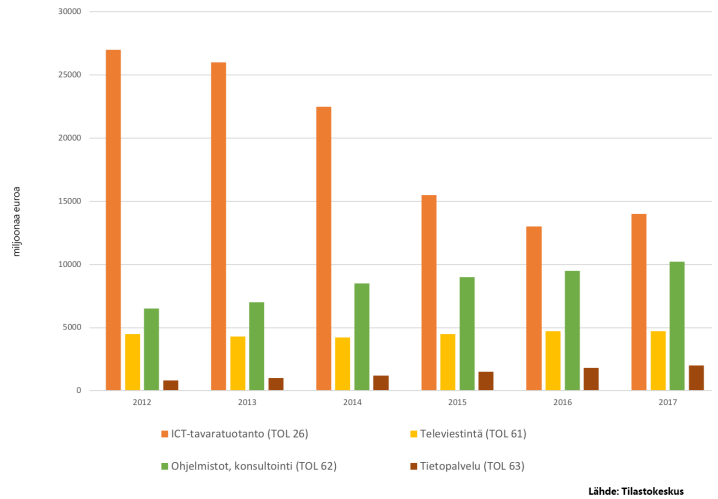


Kuva 3. 2. a) ICT-alan työlliset

lä hetkellä elektroniikkaa ja tietoliikennevälineitä, jotka suureksi osaksi ovat langatonta tietoliikennetekniikkaa, viedään Suomesta noin 1,5 miljardin euron arvosta vuosittain. Tämä on noin 38 % Suomen korkean teknologian viennistä ja 2,5 % kokonaisviennistä [TUL].

3.1.2 Langattoman tietoliikenteen globaalit trendit ja Suomen positio niissä

Taulukko 3 tiivistävää Suomen aseman langattomassa tietoliikenteessä.



Kuva 3. 2. b) ICT-alan yritysten liikevaihto viime vuosina [STAT].

3.1.3 Suomen tavoitetilä 10 vuoden päästä

Taulukossa 4 esitetään Suomen tavoitetilä 10 vuoden päästä sekä välitavoitteet 3 ja 5 vuoden päästä. Keskeisenä sisältönä korostuu osaamis pohjaa ja vahvuuksia hyödyntävä teknologiajohtajuus, AI- ja kyberturvallisuusosaamisen hyödyntäminen, testiverkot sekä liiketoiminnan kasvu.

	Nyt	Lähitulevaisuudessa (3v päästä)	3-5 vuoden päästä	5-10 vuoden päästä
Vahvuudet	4G- ja 5G -radiojärjestelmien teknologia- ja liiketoimintaosaaminen, veturiyritys (Nokia) ja sen ympärille kehittynyt yhteistyöverkosto. Testiympäristöt ja yhteistyöverkostot / ekosysteemi 5G:n evoluution teknologioiden ja sovellusten kehitykseen. Suomessa langattoman laajakaitan käyttö asiakasta kohden on maailman huippua.	B5G-teknologiat, AI/ML- ja kyberturvallisuusosaaminen sekä niihin pohjautuvat vertikaaliteollisuuden ratkaisut.	6Genesis-lippulaiva [6Genesis]. Finnish Center for Artificial Intelligence [FCAI].	
Heikkoudet	Vertikaaliteollisuuden tarpeiden ja uusien liiketoimintamallien tuntemus, AI/ML-osaaminen, yritysten vähäisyys. Muiden kuin 3GPP-teknologioiden pieni rooli Suomessa.	Tutkimuksen mahdollinen volyymi vrt. Aasia, USA ja Euroopan isot maat. Riippuvuus Nokian roolista Suomessa.	Tutkimusrahoituksen rajallisuus. RF- ja millimetriaaltoalueen osaajien ja koulutuksen vähäisyys.	Tutkimusrahoituksen rajallisuus. RF- ja millimetriaaltoalueen osaajien ja koulutuksen vähäisyys.
Mahdollisuudet	5G-pohjaiset ratkaisut vertikaaliteollisuuteen, satelliittitietoliikenteen integraatio, kansainvälinen kauppapolitiikka.	5G-evoluution teknologiat, AI/ML- ja kyberturvallisuusosaaminen sekä niihin pohjautuvat vertikaaliteollisuuden ratkaisut. Smart Networks- ja 6G -konseptit ja teknologiakehitys. Ydinverkkojen kehitystä ajaa radorajapinnan toiminnallisuus.	5G:n luoma uusi liiketoiminta vertikaaleissa. Millimetritaajuuksien RF-osaamisen sekä AI/Big Data/Security/reunalaskennan pätevä soveltaminen. Regulaatio tukee uuden liiketoiminnan vaatimien ekosysteemien syntymistä.	Suomi on edelläkävijä 6G/Beyond 5G-teknologiassa. Avainosaamisen laajentaminen verkkokonvergenssin vaatimille alueille.
Uhat	Suomen rooli Nokiassa pienenee edelleen. AI/ML-osaamisen vähäisyys hidastaa kilpailukyvyyn kasvua, satelliittitietoliikenteen rooli kasvaa, jolloin pieni osaajien määrä estää liiketoiminnan kasvun. Yliopistoihin ei hakeudu riittävästi alasta kiinnostuneita lahjakkaita opiskelijoita.	Tutkimusvolyymi hajotetaan liian laajalle, jolloin ei pääse kehittymään globaalisti vahvoja keihäänkärkiä. Riittävän suurten ICT-yritysten vähäisyys pienentää kansainvälisesti merkittävien tutkimuksen mahdollisuuksia omilla aloillaan (mm. RF/signaalinkäsittely, älykkäät antenniratkaisut, AI/ML ja tietoturva).	Alan osaajien puute ja siirtyminen ulkomaille. Opiskelijapula heijastuu myöhemmin teollisuudessa.	Alan osaajien puute. Langattoman tietoliikenteen tuotteiden katteiden pieneminen ja kilpailun kiristyminen.

Taulukko 3. Suomen asema langattomassa tietoliikenteessä

Suomen tavoitetilä 10 vuoden päästä

1. Smart Networks- ja 6G-tekniologiajohtajuus

- Smart Network -arkkitehtuuri: yhdistävä ohjauskonsepti (unifying control framework), radio- ja verkkotekniologiat, hajautettu laskenta, AI/ML ja kyberturvallisuus
- radiotekniologiat ja signaalinkäsittely: konseptit, menetelmät, ja toteutustekniologiat (antennit/ RF, digitaalinen HW/SW)
- verkkoarkkitehtuurit ja verkon kontrolli, toteutustekniologiat, hajautettu laskenta
- älyverkkojen tietoturva huomattavasti parantavat tekniologiat
- luonnolliset (puhe, eleeet, jne) päätelaitteiden ja sovellusten käyttöliittymät
- joustava, uusia liiketoimintamalleja mahdollistava taajuuksien regulaatio
- satelliittitietoliikenteen integraatio maanpäällisten verkkojen kanssa
- Nokia johtava tietoliikennetoimija; Suomi Nokian tärkein osaamiskeskittymä
- Suomi on houkutteleva maa parhaille ulkomaisille työntekijöille
- Olemme merkittävä vertikaaliratkaisujen toimittaja
- Verkkotoimintojen virtualisoinnin ja konvergenssikehityksen myötä muita suomalaisia toimijoita on saatu mukaan kärkeen

2. AI/ML- ja kyberturvallisuusmenetelmien hyödyntäminen Smart Networks- ja 6G-verkoissa ja eri vertikaaleissa.

3. Useilla paikkakunnilla (Suomen lisäksi Euroopassa) toimiva tutkimustestiverkko tukee 5G-evoluution lisäksi uusimpia Smart Networks- ja 6G-tekniologioita ja sovellusten rakentamista eri vertikaalialueille. Tutkimustestiverkko jakaa joustavasti taajuuksia ja verkkoinfrastruktuuria kaupallisten operaattorien kanssa.

4. Kohdissa 1–3 kuvattujen tekniologioiden kanssa liiketoimintaa tekevien yritysten määrä ja liiketoiminnan volyymi on kasvanut selvästi. Alalle on noussut runsaasti uusia pk-yrityksiä.

Välitavoite 3v päähän

5G:n evoluutio tuottaa tekoälyä (koneoppimista) ja tietoturvaa hyödyntäviä vertikaaliratkaisuja useille sovellusalueille: valmistus, merenkulku ja satamat, liikenne, kytketyt autot, media, hyvinvointi, hoiva sekä urheilu. Kansallinen tutkimustestiverkko jakaa joustavasti 5G-taajuuksia ja verkkoinfrastruktuuria kaupallisten operaattorien kanssa. Smart Networks -tutkimus on kasvamassa. Nokia nousee johtavaksi 5G-toimittajaksi ja Suomella on Nokian toiminnassa kasvava rooli.

Välitavoite 5v päähän

Smart Networks -arkkitehtuuri ja sen ydintekniologiat ovat Suomessa hallussa, satelliittitietoliikenteen osajamäärä kasvaa. Tutkimustestiverkko jakaa joustavasti 5G- ja Smart Networks -taajuuksia ja infrastruktuuria kaupallisten operaattorien kanssa. Syntyy uusia suomalaisia yrityksiä, joilla on kansainvälistä 5G-liiketoimintaa ym. alueilla.

3.2 Positio Suomessa

Tämä luku keskittyy kuvaamaan Suomen vahvuuksia ja kehityskohteita tietoliikenteen eri sektoreilla.

Suomen vahvuudet tutkimuksessa, liiketoiminnassa ja julkistoiminnoissa

Tutkimuksen osalta Suomi on vahva 5G:ssä, etenkin radioteknologioissa ja signaalinkäsittelyssä ja muissa mobiileissa radioverkoissa, verkkoteknologioissa ja testiverkoissa. Lisäksi tutkimusorganisaatioiden ja yritysten yhteistyö on tiivistä ja sujuvaa. Liiketoimintasektorilla Nokia on johtava matkapuhelinverkkojen toimittaja; tosin suurin osa Nokian liiketoiminnasta on Suomen ulkopuolella. Kiinnostusta uusien yritysten perustamiseen ja kehittämiseen löytyy: esimerkiksi pk-yritysten määrä kasvaa nopeasti mm. Oulun ja Helsingin seudulla. Julkistoiminnoissa on kiinnostusta T&K-toimintaan (BF & Akatemia). Edelläkävijäkautungeissa on meneillään useita langattomuuteen ja teknologiamyönteisyyteen liittyviä kokeiluja, kuten 6AIKA [6AIKA] ja LuxTurrim5G [LUX]. Suomessa on kohtalaisen kattavat verkkopalvelut ja tuki niiden käytölle langattomilla päätelaitteilla. Langattoman laajakaistan käyttö henkilöä kohden on Suomessa maailman suurinta. Viranomaisten, poliitikkojen ja teknisten asiantuntijoiden kesken on mutkattomat suhteet mm. taajuusregulaatioasioissa ja mikro-operaattorikonseptin edistämi-

sessä, mikä auttaa Suomen kilpailukykyä ketteryyden ja nopean reagoinnin kautta.

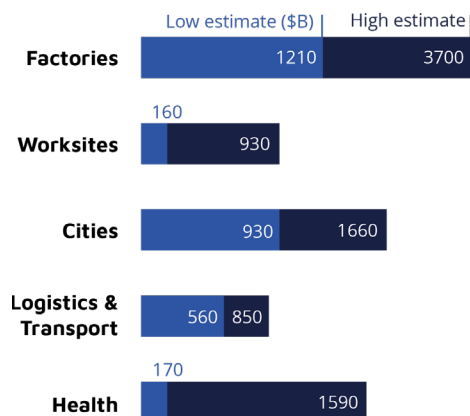
3.3.2 Keihäänkärkien tunnistaminen

Tutkimuksen kivijalkana toimivat radioteknologiat ja signaalinkäsittely, verkkoteknologiat, testiverkot sekä maanpäällisten ja satelliittiverkkojen integraatio. Infra- ja toimijapuolella mainitsemisen arvoista on 5GTNF-ekosysteemi [5GTNF], jossa mukana ovat keskeisimmät tutkimusorganisaatiot ja teknologiayritykset ja niiden lisäksi lukuisia vertikaaliyrityksiä. Lisäksi alalla on Suomessa vahvat yliopistot, joilla on hyvä yritys yhteistyöverkosto.

Yrityksillä panostukset kasvavat 5G-evoluutiossa, tietoturvassa, tekoälyn hyödyntämisessä sekä näiden soveltamisessa eri vertikaalitoimialoille. IoT-markkinassa on paljon potentiaalia, ks. kuva 3.3, tosin arviot markkinan laajuudesta vaihtelevat suuresti.

Julkistoimintojen kärkialueina toimivat erilaiset uutta teknologiaa hyödyntävät kokeiluohjelmat, kuten 6AIKA-ohjelma. Tutkijat ja teknologian kehittäjät osallistuvat laajalti toimivien ekosysteemien muodostamiseen, toimintaan ja kehittämiseen. Langattoman tietoliikenteen tutkimusorganisaatioiden ja yritysten (pk-yritykset mukaan lukien) on vielä laajennettava yhteistyötä vertikaalitoimialojen yritysten kanssa. Tavoitteena on myös uusien pk-yritysten perustaminen ja kasvattaminen.

Industry	Sites
Transport venues & ports	50,000
Military bases	10,000
Warehouses	3,300,000
Industrial & manufacturing	10,710,000
Oil & gas	8,000
Power generation	47,600
Water utility plants	140,000
Mining	54,000
Hospitals & labs	263,000
Total	14,582,000



\$3.8T to \$11T

Economic value of IoT
(by 2025)

source: McKinsey

Up to 11%

of global economy
(in 2025)

source: McKinsey

Kuva 3.3. Vertikaalisuuntaisten teollisuustoimialojen tarjoama liiketoimintamahdollisuus.

3.2.3 Kehityskohteet ja ongelmat

Nykytila ja tarpeet lähitulevaisuudessa liittyvät kansallisen tutkimusrahoituksen kasvattamiseen ja suuntaamiseen luvussa 3.1.3 määriteltyihin tavoitteisiin. Huippuosaamista tarvitaan 5G-ydinverkon kehittämisessä ja vertikaaliteknologioiden integroimisessa. Tutkimuksen tähtäin on 6G:n verkkokonvergenssissa. Yleisenä kehityskohteenä on mobiiliteknologian integroituminen yhteiskuntaan. Muut osaamistarpeet linkittyvät etenkin tekoälyn ja koneoppimisen soveltamiseen langattomassa tietoliikenteessä. Näiden taitojen hyödyntäminen vertikaaliteollisuudessa kiihtyy. Tutki-

musta on laajennettava yksittäisistä radiolinkeistä ylempäs järjestelmätasolle sekä ydinverkkoihin. Tietoliikenneverkkojen yhä monimutkaistuessa niiden suorituskyvyn arviointiin on kiinnitettävä enemmän huomiota mm. simulaattoreita, testiverkkoja ja koejärjestelmiä käyttäen. Korkeiden taajuusalueiden osaamis pohjaa on myös laajennettava.

Luvun 3.1.3 teemat ovat myös koulutuksen, työllistymisen ja jatkuvan oppimisen kehityksen fokusalueita. Kova radio-osaaminen on edelleen tarpeen. Koulutuksen sisältö ja työkalut on pidettävä ajan tasalla, jotta koulutus houkuttelisi riittävästi opiskelijoita, ja vastavalmistuneille olisi sopiva

osaamis pohja ja kysyntää työmarkkinoilla. Kansainvälistä koulutusta on tarjottava riittävästi, jotta osaajia saadaan Suomeen globaalisti.

Tutkimusinfrastruktuurien avainteknologioita on kehitettävä ja vertikaalituksen sisältäviä testiverkkoja on laajennettava. Tavoitteena on läheisempi yhteistyö operaattorien kanssa (joustavampi operaattorien taajuuksien ja infrastruktuurin hyödyntäminen). Lisäksi olisi hyvä saada useampia paikkakuntia mukaan parantamaan maantieteellistä kattavuutta (Euroopan aktiiviset T&K-paikkakunnat, useampia Suomen pienempiä paikkakuntia). 5G-testiverkot muodostavat hyviä kehitysympäristöjä, joita tulisi hyödyntää kattavasti jatkossakin mm. sovelluskehityksessä.

Tutkimusrahoituksen volyymi ja kohdennus vaikuttavat oleellisesti langattoman tietoliikenteen pitkän tähtäimen positioon Suomessa. Esimerkiksi Business Finlandin rahoitus pitkän tähtäimen tutkimukseen on vähentynyt radikaalisti viime vuosina. Niinpä rahoituksen määrä on vähintään palautettava ennalleen Business Finlandin ja Suomen akatemian tutkimusohjelmilla. Lisäksi EU:n FP9:n sisältöön on vaikutettava siten, että Smart Networks-teemat saadaan mukaan.

Julkisella sektorilla on merkittävä rooli teknologian käyttöönotossa ja integroinnissa yhteiskunnan infraan ja prosesseihin lainsäädännön, sääntelyn, avoimuuden ja alustatalouden kannalta. Lainsäädä-

däntö ja sääntely hidastavat usein uusien teknologioiden ja innovaatioiden markkinoille tuloa.

3.3.1 Tarjotun teknologian merkitys globaalissa mittakaavassa

Keskeisimmät globaalit haasteet on kuvattu luvussa 1: elämän laatu, yhteiskunnan kokonaisturvallisuus, uudistuva teollisuus, ilmastonmuutos ja resurssien riittävyys. Niihin vastaamiseen ja hyödyntämiseen tarvitaan uusi palveluiden toteutus-alusta, joka perustuu joustavaan, suorituskykyiseen, kustannustehokkaaseen ja autonomiseen kommunikaatio-, laskenta- ja ohjauskyvykkyydet integroivaan älyverkkoon.

Älyverkosta muodostuu yhteinen alusta kaikille tulevaisuuden yhteiskuntien sovelluksille ja palveluille. Perinteinen mobiiliverkkojen markkinalogiikka säilyy osin, mutta 5G muuttaa ja laajentaa sitä merkittävästi. Samalla puhtaasti langattoman tietoliikenteen laitteiden katteet alenevat ja kilpailu kiristyy. Tämä kehitys nähdään läpi 2020-luvun.

3.3.2 Suomalaisten tutkimuslaitosten ja yritysten kontribuutio globaaleille markkinoille tällä teknologia-alueella

Suomalaiset osaamis- ja vahvuusalueet on määritelty kohdassa 3.1.3. Niistä korostuvat etenkin mobiiliradioverkot. Tehokkaat älyverkot, tekoäly ja koneoppiminen, vertikaalitoimialat ja tietoturva

ovat kehittyviä fokusaloja. 5G-liiketoiminnan synty ja kasvu nähdään konkreettisena markkinamahdollisuutena. Myös 4G jatkuu sen rinnalla. 5G-vertikaalit tuottavat liiketoimintaa (ks. kuva 3.3).

3.3.3 Toimenpiteet näiden mahdollisuuksien hyödyntämiseksi

Tarvitaan kooltaan merkittävien BF- ja Akatemia-ohjelmien valmistelu, sekä koordinoitu yhteinen ponnistus FP9:n sisällön määrittämiseksi.

Tutkimusorganisaatioiden, yritysten ja julkisten toimijoiden on kiinteässä yhteistyössä valmistettava kansallisia ohjelmia ja vaikutettava yhdessä FP9:n sisältöön, johon Smart Networks -teemat on saatava mukaan. BF:n ja Akatemian on varattava esitettävien ohjelmien aihepiireihin riittävä rahallinen panos ja uudet ohjelmat on käynnistettävä ajoissa, alkaen vuodesta 2020. Rahoituksen määrä voitaisiin palauttaa ennalleen esimerkiksi seuraavilla tutkimusohjelmilla: Smart Networks/Beyond 5G (Business Finland, 2020–2024), 6G/Future and emerging technologies (Business Finland, 2025–2029) ja Future wireless communication (Suomen akatemia, 2020–2029).

Mobiiliverkkoihin liittyviä toimenpiteitä kannattaa jatkaa pitkälti samoin kuin tähänkin asti. Vertikaaliliiketoiminnan kehitystä on vietävä eteenpäin yhdessä muiden toimialojen kanssa ja pyrittävä saamaan siihen lisää rahoitusta ja muuta panostu-

sta. Tarvitaan toimia helpottamaan pk-yritysten kasvua isommiksi ja kansainvälisemmiksi omilla vahvuusalueillaan. Ydinverkkoevoluutioon liittyvä tutkimus on tärkeässä roolissa. Julkisilla toimijoilla on aktiivinen rooli vertikaaliulottuvuudessa.

AIF:n toimenpiteinä on seuraavien BF- ja Akatemia-ohjelmien ideointi ja vaikuttaminen FP9:n sisältöön. Julkisten toimijoiden mukaan saaminen vaatii aktiivisia toimia.

Yhteiskunnalliset ongelmat eivät ratkea, jos teknologiasektori toimii yksinään.



Toimenpiteet ja tiekartta

4

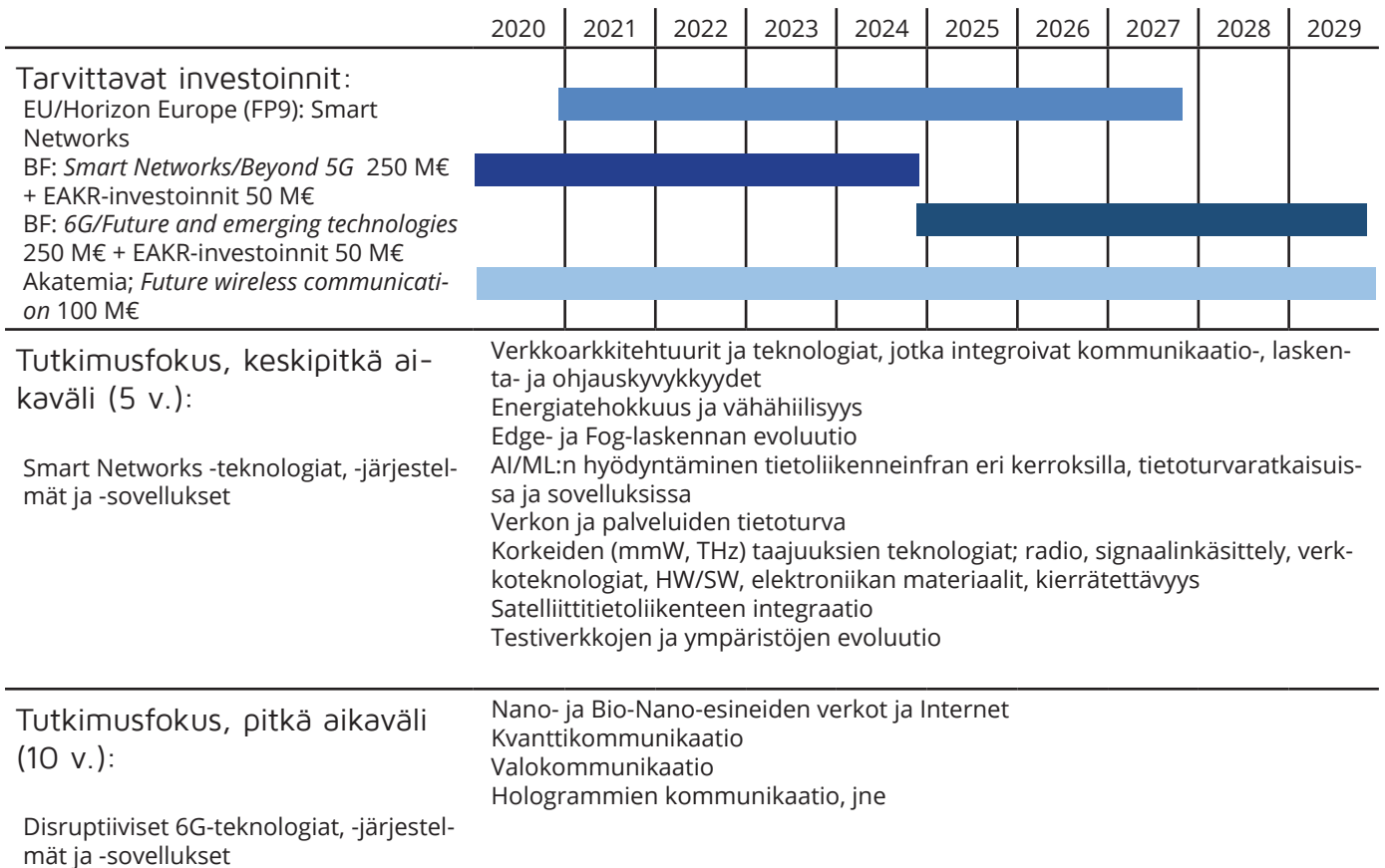
Suomen kilpailukyvyyn kasvattamiseksi tarvitaan merkittävästi nykyistä suurempia T&K-investointeja langattoman tietoliikenteen teknologioihin, järjestelmiin ja sovelluksiin. Taulukkoon 5 on koottu tärkeimmät tarvittavat toimenpiteet. Suomen on aktiivisella vaikuttamisella varmistettava langattoman tietoliikenteen tutkimusrahoituksen jatkuminen EU:n Horizon Europe -puiteohjelmassa (FP9), jossa Suomelle saadaan vahvempi rooli riittävän aikaisella ja merkittävällä kansallisella panostuksella.

Smart Networks- (B5G) ja 6G-teknologioihin tarvitaan myös mittavat kansalliset panostukset teknologiaohjelmina, EAKR:n tukemina investointiohjelmina ja innovatiivisina julkisina hankintoina (esim. uusia tietoliikennealustoja hyödyntävät julkiset infrastruktuurit ja palvelut). Lisäksi Suomen

on tuettava tällä teknologia-alueella toimivien startup- ja SME-yritysten kasvua ja kansainvälistymistä, ajettava taajuusregulaatiota kansallisesti ja kansainvälisesti joustavampaan, esimerkiksi ns. mikro-eroinnin helpommin mahdollistavaan suuntaan sekä varmistettava riittävä työvoiman saanti. Alan orastavaan osaajapulaan tarvitaan sektorien välistä yhteistyötä. Korkeampi koulutus on integroitava läheisesti teollisten ja yhteiskunnallisten toimijoiden tulevaisuusvisioihin tämän strategian hengessä niin kandidaatti-, maisteri- kuin tohtoritasollakin ja huolehdittava alan positii-visesta medianäkyvyydestä.

AIF:n kiireisimpiä ja tärkeimpiä tehtäviä on yllä mainittujen BF-, Akatemia- ja FP9-ohjelmien ja EAKR-rahoituksen valmistelu.





Taulukko 5 Suomen tavoitetilä ja välitavoitteet

Kiteytys ja loppusanat

5

Digitalisoitumisen luoma liiketoimintamahdollisuus eurooppalaisille yrityksille on yli 1 mrd. euroa päivässä. Älykkäät langattomat tietoliikenneverkot ovat tärkeä digitalisoitumisen mahdollistaja kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Suurta kasvua povataan erityisesti langattomien laajakaista- ja IoT-ratkaisujen soveltamisessa elämän laadun parantamiseen, kokonaisturvallisuuteen ja yhteiskunnan resurssinkäyttöön sekä IoT-ratkaisujen integroimisessa vertikaalisten teollisuusalojen ratkaisuihin.

Digitalisaation globaalit haasteet edellyttävät älyverkon kehittämistä, joka mahdollistaa palveluiden ja ratkaisujen joustavan ja kustannustehokkaan toteutuksen. Älyverkossa langattomien 5G-teknologioiden evoluutio yhdistyy tehokkaaseen hajautettuun tietojenkäsittelyyn, tekoälyyn, koneoppimiseen ja ohjelmoitavuuteen.

Suomi on langattoman tietoliikenteen edelläkävijä niin kuluttajamarkkinan, teknologisten ratkaisujen kuin tutkimuksen saralla. Tämä luo hyvän pohjan kasvattaa Suomen markkinaosuus tulevaisuuden digitaalitaloudesta kansantalouden suhteellista kokoa suuremmaksi ja kasvattaa Suomen roolia maailmanlaajuisten haasteiden ratkaisijana. Suomen digitaalisen infrastruktuurin strategian mukainen tavoite on olla tietoliikenneverkkojen

kärkimaa seuraavan sukupolven mobiiliverkkojen kehityksessä ja käyttämisessä.

AIF:n langattoman tietoliikenteen strategiana on, että Suomi on kymmenen vuoden päästä johtava älyverkkoratkaisujen tutkija, toimittaja ja yhteiskunnallinen soveltaja. Suomesta löytyy erityisosaamista 6G-teknologioissa, joissa hajautettu laskenta yhdistetään verkon älykkääseen ohjaukseen koneälyn avulla. Suomi on maailman huipulla radioteknologiassa, verkkoarkkitehtuureissa ja tietoturvassa, ja Suomessa on johtava älyverkkojen tutkimustestiverkko.

Suomen suurin heikkous tämän tavoitteen kannalta on tutkimusrahoituksen rajallisuus ja suurin uhka alan osaajien puute. Strategisena toimenpiteenä ehdotetaan tutkimusrahoituksen tarkkaa kohdentamista yhtäältä vaikuttamalla EU:n FP9:n tutkimussuuntiin, ja toisaalta panostamalla kansallisiin BF:n ja Suomen Akatemian tutkimusohjelmiin sekä EAKR:n investointiohjelmiin. Orastavaan osaajapulaan on reagoitava sektorien välisellä yhteistyöllä, jossa opintosisällöt integroidaan tämän strategian tavoitteisiin.

Suomessa 2019

Allied ICT Finland



Viitteet ja liitteet

- [LVM] Liikenne- ja viestintäministeriö, Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi – Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025, 10/2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9>
- [DAS] EU Commission: Digital Agenda Scoreboard – The EU ICT Sector and its R&D Performance. 2017, http://ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc_id=44503
- [WB] World Bank: Exploring the Relationship Between Broadband and Economic Growth. Michael Mingos, World Development Report, 2016, <http://documents.worldbank.org/curated/en/178701467988875888/pdf/102955-WP-Box394845B-PUBLIC-WDR16-BP-Exploring-the-Relationship-between-Broadband-and-Economic-Growth-Mingos.pdf>
- [IOT] McKinsey & Company: The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype. McKinsey Global Institute, June 2015, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/The-Internet-of-things-Mapping-the-value-beyond-the-hype.ashx>
- [DSM] EU Commission: Digital Single Market. Making the most of the digital opportunities in Europe. 2017, http://ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc_id=43200
- [DPR] EU Commission: Europe’s Digital Progress Report 2017. Commission Staff Working Document, SWD (2017) 160 final, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/europes-digital-progress-report-2017>
- [ETNO] European Telecommunications Network Operators’ Association: Accenture Study “Lead or Lose – A Vision for Europe’s digital future”. <https://etno.eu/digital2030/people-planet-prosperity>
- [SDG] United Nations: Sustainable Development Goals, <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- [GOIS] Growth opportunities for industry and society. VTT Lighthouses, <https://www.vtt.fi/inf/>

[julkaisut/muut/2018/VTT_Lighthouses.pdf](#)

[SD2025] United Nations – Broadband Commission for Sustainable Development 2025 Targets: "Connecting the Other Half". <http://www.broadbandcommission.org/Documents/publications/wef2018.pdf>

[5GTNF] <http://5gtnf.fi/>

[6AIKA] <https://6aika.fi/>

[6Genesis] <https://www oulu.fi/6gflagship/>

[LUX] <https://www.luxturrim5g.com/>

[SN] "Smart Networks in the context of NGI" Strategic Research and Innovation Agenda 2021-27, European Technology Platform NetWorld2020, 2018.

[APO] Ari Pouttu, "Radiolaitteiden, -verkon ja palveluiden sekä tutkimuksen että standardoinnin ja reguloinnin ennustettu roadmap," Oulun yliopisto, 2019.

[TUL] Tulli, "Korkean teknologian ulkomaankauppa vuonna 2017" 6.4. 2018, <http://tulli.fi/documents/2912305/3492107/Korkean+teknologian+ulkomaankauppa+vuonna+2017/1eae-bea0-2b37-47f0-bb5a-fa4c57e57b67?version=1.0>

[STAT] <https://www.stat.fi>

[TT] Salamannopea 5g etenee: Teolliset kokeet onnistuivat, liikkuvien koneiden kauko-ohjaus ja hajautettu vihreä sähkö hyötyvät, Tekniikka & Talous, <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/salamannopea-5g-etenee-teolliset-kokeet-onnistuivat-liikkuvien-koneiden-kauko-ohjaus-ja-hajautettu-vihrea-sahko-hyotyvat-6749207>



@AlliedICTFinland



Allied ICT Finland



@ictfinland

www.alliedict.fi