

Keski-Suomen digitalisaatiostrategian esiselvitys

Pekka Neittaanmäki, Martti Lehto, Matti Savonen

12.1.2021



KESKI-SUOMEN LIITTO



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2021

SISÄLLYS

1.	TIIVISTELMÄ.....	4
2.	JOHDANTO.....	6
3.	RATKAISEVASSA ASEMASSA OLEVIA TEKNOLOGIAN ALUEITA.....	8
4.	MITEN TEKNOLOGIAT MUUTTAVAT MAAILMAA?	10
4.1	Digitalisaation mahdollisuudet ja uhat	10
4.2	Kansainvälinen tilanne	13
4.3	Supratoiminnallisuus muuttaa liiketoimintamalleja	17
4.4	Globaalit trendit muuttavat liiketoimintakäytäntöjä.	20
4.5	Suuret yritykset palvelullistavat teollisuuden	20
4.6	Työn luonne muuttuu	21
4.7	Datatalous kehittyy voimakkaasti	22
5.	KEHITYSTRENDEJÄ	24
5.1	Globaaleja kehitystrendejä	24
5.2	Maakunnalliset kehitystrendit	26
6.	DIGITALISAATIO KESKI-SUOMEN YRITYSTEN TOIMIALOILLA	28
6.1	Teknologiaeteollisuus	28
6.2	Maa- ja metsäteollisuus, sekä alkutuotanto	29
6.3	Energiateollisuus.....	30
6.4	ICT/kyberturvallisuusala.....	31
6.5	Rakennusala	31
6.6	Palveluala	33
6.7	Liikenne & tietoliikenne ja palvelut	33
6.8	Suunnittelutoimistot.....	34
6.9	Media- ja viihdeala.....	35
6.10	Matkailuala.....	36
6.11	Päivittäistavarakauppa.....	37
6.12	Ravintola-ala.....	38
6.13	Finanssisala.....	38
7.	DIGITALISAATIO JULKISILLA TOIMIALOILLA.....	41
7.1	SOTE-ala	41
7.2	Julkishallinto	42
8.	TUTKIMUS JA KOULUTUS	49
8.1	Digitaalinen oppiminen	49
8.2	Maakunnan koulutus- ja T&K –haasteet.....	52
9.	TOIMENPIDESUOSITUKSET JA MAAKUNTA VUONNA 2040.....	54

LIITE 1 DIGITALISAATIOKEHITTÄMINEN 2006–2020.....	58
LIITE 2 DIGIALAN RAPORTTEJA	66
LIITE 3 TERMINOLOGIA	67
LÄHTEET.....	92

1. TIIVISTELMÄ

Digitalisaatio on kasvattanut datan määrää ja asemaa yhteiskunnassa radikaalisti. Siinä jalostettu ja analysoitu data on yhä keskeisempi tuottavuutta ja kilpailukykyä voimistava tekijä sekä datan tuottaminen, jalostaminen ja älykäs käyttö tulevat merkittäviksi liiketoiminnan alueiksi. Datan perusteella luodun tiedon käyttö (tiedolla johtaminen) monipuolistuu. Data-analyysi ja älykkäät ratkaisut muuttavat merkittävästi digitaalista palvelutuotantoa. Digitaalisista alustoista tulee merkittävä taloudellisen toiminnan perusta. Digitalisaation osuus BKT:sta arvioidaan olevan jo yli 10% ¹.

Tässä raportissa perustuen tieteelliseen tutkimustietoon, alan tutkimuskirjallisuuteen, EU:n ja kansallisiin selvityksiin ja raportteihin analysoidaan digitalisaation vaikutusta Keski-Suomeen ja minkälaisia toimenpiteitä tarvitaan kestävä ja tasapainoinen kehityksen toteuttamiseksi. Lisäksi arvioidaan mitkä digi teknologiat muuttavat maailmaa lähivuosikymmeninä ja mikä on kyseisten teknologioiden merkitys maakunnan eri yritystoiminnan toimialoille ja julkiselle sektorille.

Tutkimus- ja koulutuspanostukset digitalisaatioon Keski-Suomessa kaikilla koulutustasoilla ja yrityksissä ovat kriittisiä tekijöitä Keski-Suomen menestymiselle kansallisesti ja kansainvälisesti.

Digiteknologiassa turvallinen järjestelmäkehitys (Security by Design) on aivan keskeinen tekijä. Datatietovarantojen, suurteholaskentajärjestelmien, ihmisten ja organisaatioiden apuna olevien älykkäiden ja autonomisten järjestelmien teknologian tulee olla turvallista ja luotettavaa, jotta käyttäjät hyväksyvät ne osaksi jokapäiväistä elämäänsä. Digitalisaatiossa teknologian kehittämisen rinnalla tulee vahvistaa kansalaisten luottamusta digitaalisiin palveluihin.

Tässä esiselvityksessä on päädytty seuraaviin johtopäätöksiin kehitettäessä maakunnan digitalisaatioratkaisuja tavoitteena johtava digimaakunta Suomessa.

Keski-Suomen strategia 2040 mukaan ” Vuonna 2040 Keski-Suomi on osaava ja hyvinvoiva bio- ja digitalouden kansainvälinen maakunta. Toimiva aluerakenne ja saavutettavuus sekä monipuolinen kansainvälinen toiminta mahdollistavat kehittämistyön tuloksellisuuden.” Visio on edelleen toimiva ja sen saavuttamiseksi tulee toimenpiteiden olla tehokkaita ja selkeän tavoitteellisia.

Digitalous on yksi Keski-Suomen avainaloista ja strategiassa esitettyjen tavoitteiden saavuttamiseksi:

¹ Tilastokeskus (2017). Digitalisaatio ja BKT – miten digitalisaatio näkyy taloustilastoissa. https://www.tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/kantilinpito/digitalisaatio_bkt.pdf

1. Digitalisaation eri alojen tutkimusta ja koulutusta on lisättävä ja laajennettava, mikä edellyttää alan aloituspaikkojen lisäämistä ja koulutusohjelmien kehittämistä korkeakouluissa vastaamaan alan muutosta.
2. Digitalisaatio koskettaa kaikkia aloja, siksi alan opetusta tulee lisätä eri koulutusohjelmissa II-asteen koulutuksesta korkeakoulutukseen vastaamaan digitalisaation edellyttämiä tietoja taitoja.
3. Maakunnan ICT-infrastruktuuri tulee rakentaa vastaamaan kansalaisten, yrityselämän ja julkishallinnon tulevaisuuden tarpeita.
4. Maakunnassa tulee digipalveluiden saatavuus taattava kaikille asukkaille, mikä edellyttää laajakaistapalveluiden ulottamista koko maakuntaan.
5. Digitalisaation yritysten T&K&I toimintaa tulee vahvistaa ja yritysten panostuksia tulee asteittain lisätä saavuttaaksemme kärkimaakuntien tason.
6. Systematisoidaan yritysten ja oppilaitosten maakunnallinen yhteistyö osaamisen ja kehittämisen tehostamiseksi
7. Keskisuomalaisia teknologiateollisuuden yrityksiä kannustetaan laajentamaan digitalisaation mahdollisuuksia koko tuotanto- ja jakeluketjussa.
8. Tuetaan kansainvälisten yritysten etabloitumista maakuntaan.
9. Keski-Suomeen (Jyväskylä) kehitetään globaalin tason digitaalisen koulutuksen ja tutkimuksen keskus (Digikoulu-alusta, Pocket School)
10. Demografisen muutoksen hillitsemiseksi tulee työn tekemistä kehittää digitaalisten ratkaisuiden (mm. etä- ja mobiilityö) avulla

Tarvittavia toimenpiteitä jatkovalmistelussa:

- Kartoitetaan yritysten eri digiosaamisalueiden koulutus- ja tutkimustarpeet sekä työvoiman määrälliset ja laadulliset tarpeet
- Käynnistetään monitieteisiä ja monialaisia tutkimushankkeita digitalisaation eri osa-alueilla
- Käynnistetään pilot-hankkeita mm. seuraavilla alueilla:
 - Digitaalinen tekoälytuettu koulutusjärjestelmäkonseptin laatiminen ja testaus
 - Maakunnallisen tietoallasarkkitehtuurin rakentaminen
 - Älykkääseen robotiikkaan ja kognitiiviseen tietojenkäsittelyyn perustuvan terveydenhuoltoratkaisun tutkimus sekä konseptin laadinta ja testaus
 - Maakunnan kyberturvallisuusstrategian laadinta
- Käynnistetään EU:n elvytysrahalla ensimmäinen vaihe maakunnan digitalisaatio-ohjelmasta

2. JOHDANTO

Tässä esiselvityksessä on koottu digitalisaatioon liittyvät teknologiat ja arvioitu eri Keski-Suomen toimialueilla miten merkittävä kukin teknologia on tällä hetkellä sekä vuonna 2030 ja 2040 eri yritysten toimialoilla sekä julkisella sektorilla.

Lisäksi arvioidaan koulutuksen ja tutkimuksen rooli on jatkossa. Asiantuntijoiden koulutus kestää 3–5 vuotta ja siksi koulutuksessa tulisi olla ennakoivasti liikkeellä.

Keski-Suomi vastaa Suomea pienoiskoossa väestöltään noin 270.000 eli noin 1/20 osa Suomea. Ikärakenne ja yritystoiminta vaihtelevat suuresti eri Keski-Suomen seutukunnilla. Koulutuksen monipuolisuus ja maakunnan kokoon nähden merkittävästi suurempi osuus valtakunnan koulutusvolyymista on merkittävä voimavara. Keski-Suomeen muuttaa runsaasti opiskelijoita yliopistoon, ammattikorkeakouluun ja ammatilliseen koulutukseen. Tämä on merkittävä voimavara maakunnalle.

Keski-Suomen kehityksen kannalta koulutuksen pysyminen ajan kehityksessä ja uuden tiedon siirtäminen julkiselle ja yksityiselle sektoreille ratkaisevat Keski-Suomen kehityksen.

SOTE-ala ja yleissivistävä koulutus ovat keskeisiä ja $\frac{3}{4}$ julkisten menojen kustannuksista. Raportissa esitetään toimintamalli, kuinka SOTE-alan sekä alemman ja keskiasteen koulutuksessa voitaisiin hyödyntää digitalisaatiota.

Raportissa on seuraavat osa-alueet:

- Ratkaisevassa asemassa olevia teknologian alueita
- Miten teknologiat muuttavat maailmaa?
- Kehitystrendejä
- Digitalisaatio Keski-Suomen yritysten toimialoilla
- Digitalisaatio julkisilla toimialoilla
- Tutkimus ja koulutus
- Toimenpidesuosituksat ja maakunta vuonna 2050

Liitteissä on esitelty raportissa mainitut teknologiat, linkit johtavien tutkimuslaitosten ennusteisiin ja kuvaus digitalisaation kehittämislinjauksista Euroopan unionin ja Suomen eri strategioissa, selonteissa ja raporteissa. Digitalisaation osuus BKT:sta arvioidaan olevan jo yli 10% ². Hallituksen EU-elvytysohjelmassa digitalisaatio on yksi neljästä pilarista, tarkoituksena nostaa Suomi maailman kärkeen avainteknologioiden palvelujen tuottajana. ³

² Tilastokeskus (2017). Digitalisaatio ja BKT – miten digitalisaatio näkyy taloustilastoissa. https://www.tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/kantilinpito/digitalisaatio_bkt.pdf

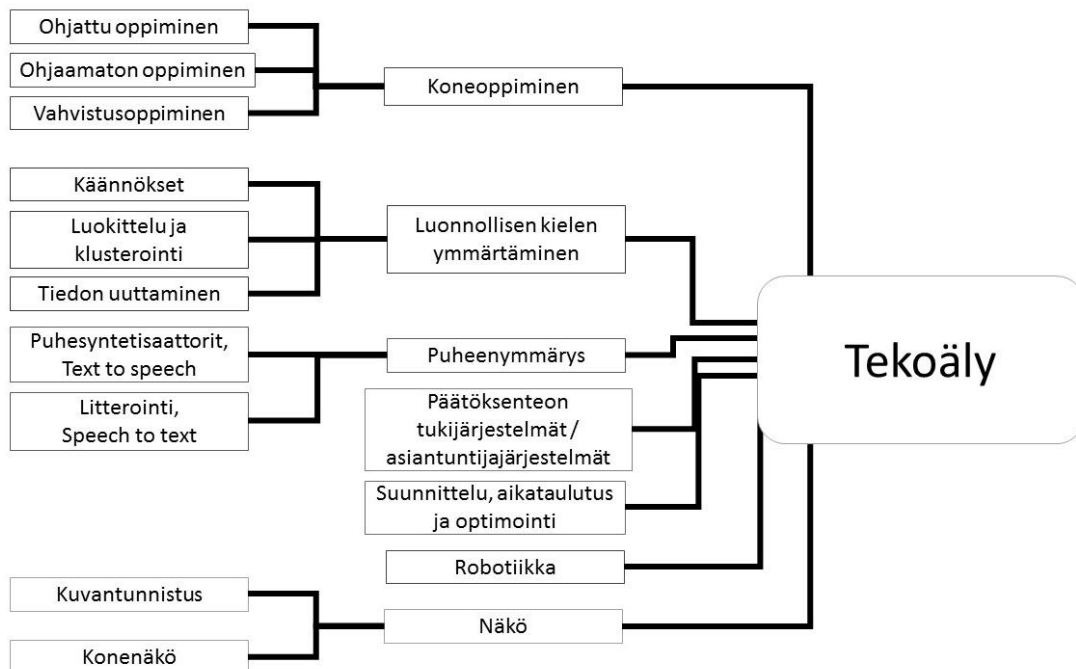
³ Valtioneuvosto, tiedote 10.2.2021. <https://valtioneuvosto.fi/-/10623/ministerityoryhma-linjasi-kestavan-kasvun-ohjelman-sisaltoja-ja-tavoitteita>

3. RATKAISEVASSA ASEMASSA OLEVIA TEKNOLOGIAN ALUEITA

Maakunnan tulevaisuuskehityksen kannalta kriittisiksi teknologian alueiksi olemme tunnistanee seuraavat:

1. Massadata ja tietoaaltat
2. Tekoälysovellutukset
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data
5. Älysopimukset
6. Robotiikka ja autonomiset järjestelmät
7. Tietoturva/kyberturvallisuus
8. Digitaaliset palvelualustat
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit (digitaaliset kaksoiset)
10. Digitalisaatioon liittyvät tietoliikennetekniikat
 - a. kiinteät tietoliikenneyhteydet: kuituverkot
 - b. langattomat yhteydet 4G, 5G ja 6G
 - c. satelliittitekniologia

Keskeinen digitalisaatiota eteenpäin vievä teknologia on tekoäly. Se pitää sisällään useita sovellutusalueita, jotka on hahmoteltu kuvassa 1.



Kuva 1 AI-tekniikoita ja sovellutusmahdollisuuksia ⁴

⁴ Siukonen, Timo & Neittaanmäki, Pekka: Mitä tulisi tietää tekoälystä, Docendo 2019, ISBN 978-952-291-596-2

Tekoälyn laajentuessa ihmisten arkeen ja yhteiskunnan eri toimintojen alueelle tekoälyn turvallisuudesta tulee keskeinen kansalliseen kokonaisturvallisuuteen vaikuttava tekijä. Ihmisten on voitava luottaa tekoälyyn niin teknologian kuin eettisyyden näkökulmasta. Tekoälyn kehittämis- ja käyttöprosessien tulee olla kunnossa, jotta tekoälyvetoinen toimintaympäristö olisi turvallinen.⁵

⁵ Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa. Neittaanmäki, P. Tuominen, H. Äyrämö, S. Vähäkainu, P., ISBN 978-951-39-7709-2, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-7709-2>

4. MITEN TEKNOLOGIAT MUUTTAVAT MAAILMAA?

4.1 Digitalisaation mahdollisuudet ja uhat

Tulevaisuuden palvelut perustuvat ihmisten, erilaisten toimijoiden ja älykkäiden koneiden ekosysteemin. Kehittyvässä digitaalisessa yhteiskunnassa mahdollisuuksien tila laajenee. Tilaa laajentavat kyberfysiset toisiinsa kytkeytyneet järjestelmät, vuorovaikutteisuus, itse tuottaminen ja jakaminen, sekä koneiden älykkyyden ja kyvykkyyden kasvu. Digitaalityökalouden kehitystä edistävät erilaisten palveluiden ja tietokäytäntöjen digitalisoituminen ja siirtyminen verkkoon. Näin muodostuu digitaalinen alustatalous, jossa elementteinä ovat teollinen internet (Internet of Things, IoT), erilaiset sosiaalisen median ja viestinnän alustat sekä hajautetut verkkopalvelut. Alustatalous on internetin ja digitaalisen teknologian mahdollistamia toimintamalleja, joiden pohjalta eri toimijat harjoittavat alustan sallimaa keskinäistä vaihdantaa tai palvelutuotantoa. Euroopan osuus globaalista alustatalousbisneksestä on tällä hetkellä vain 5 %.

Digitalisaation aiheuttaa suuria muutoksia kaikilla liiketoimialoilla. Digitalisaatio on muuttanut perustavalla tavalla yritysten toimintamalleja tuotannosta logistiikka- ja arvoketjujen hallintaan ja markkinointiin. Digitaalinen murros perustuu ihmisten muuttuneisiin odotuksiin, yhteiskunnan palvelurakenteiden ja -tuotannon kasvaneisiin tehokkuusvaatimuksiin ja teknologioiden tarjoamiin mahdollisuuksiin. Uudet teknologiat, työkalut ja toimintatavat muuttavat ihmisten tapaa toimia arjessa ja työssä, organisaatioiden tapaa toteuttaa tehtäviään ja julkishallinnon tapaa tuottaa palveluita eli koko yhteiskunnan toimintalogiikka muuttuu.

Yhteiskuntamme on voimakkaassa rakennemuutoksessa ja samalla tietoa on tarjolla yhä enemmän jalostettavaksi aikaan ja paikkaan sidottua kysyntää varten. Teknologian kehityksen ansiosta raakadataa on saatavissa yhä enemmän. Erilaiset sensorit tuottavat tekstimuotoista, kuvallista, audiovisuaalista ja signaalipohjaista dataa analyysiä varten. Näin muodostuu tietovarantoja kuten esimerkiksi avoin data, massadata, omadata, SOME-data, tutkimusverkostojen data ja sensoridata, jotka kaikki ovat raaka-ainetta analyysi- ja jalostusprosesseille.

Data-analyysin osaajien tarve on voimakkaassa kasvussa. Datamäärän kasvu tarjoaa suuria mahdollisuuksia niille, jotka pystyvät ymmärtämään dataa, irrottamaan siitä oleellisen ja visualisoimaan sekä selventämään tämän tiedon muille. Datasta jalostetun tiedon sekä ihmisten ja systeemien interaktiivisuuden kasvaessa päätöksenteon optimoinnin tarve kasvaa.

Internet on teknologinen alusta, joka mahdollistaa digitaalisen talouden. Tämä uusi alustatalous mullistaa hallinnon ja yritystoiminnan perinteiset rakenteet. Internet on luonut globaalit aineettomien hyödykkeiden markkinat. Internetin käyttäjiä on nyt noin 4.66 miljardia (59 % maailman väestöstä), ja arvion mukaan 2025 heitä on yli viisi miljardia.

Yhteiskunnan digitalisaation myötä käyttöön on tullut mitä erilaisimpia älylaitteita, jotka jo nyt ohjaavat ihmisten elämää. Vuosittain myydään yli 1,6 miljardi älypuhelinta ja niistä on tullut kiinteä osa ihmisen arkea. Sama älykkyyden kasvu on nähtävissä esineiden internetissä (Internet of Things), jossa tulevaisuudessa kymmenet miljardit älykkäät laitteet ja sensorit kokoavat, välittävät ja hyväksikäyttävät tietoa. Tekoäly, koneoppiminen ja älykkäät laitteet ovat keskeiset strategiset megatrendit tulevaisuudessa. Tekoäly ja koneoppiminen ovat saavuttaneet sellaisen kypsyyssasteen, joka laajentaa virtuaalista todellisuuttamme uusissa palveluissa ja sovelluksissa.

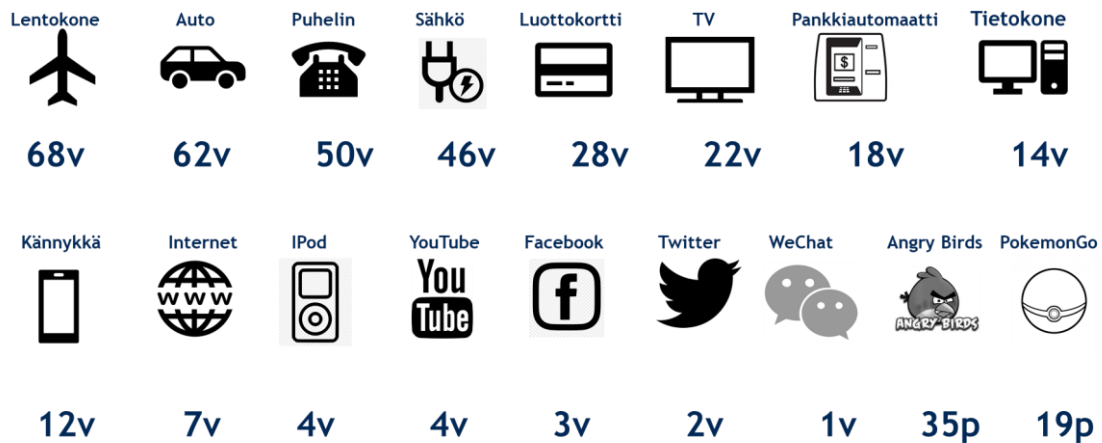
Digimaailman kehitys ei ole irrallinen ilmiö vaan se yhdistyy vahvasti yhteiskuntarakenteisiin ja eri toimijoiden tarpeisiin ja odotuksiin. Kehitykselle on ominaista nopeus sekä tietynlainen arvaamattomuus tulevaisuudesta. Teknologian kehitystä ei myöskään tule nähdä pelkästään uhkien näkökulmasta vaan teknologia tuottaa uudenlaisia ratkaisuja ja toimintamalleja turvallisuuden tuottamiseen. Uusista teknologisista ratkaisuista otetaan käyttöön ne mitkä parhaiten tuottavat lisäarvoa, tehokkuutta ja vaikuttavuutta.

Rajat digitaalisen ja fyysisen maailman välillä hämärtyvät edelleen. Digitaalinen maailma tulee heijastamaan yhä yksityiskohtaisemmin fyysistä maailmaa ja olemaan kiinteä osa fyysistä maailmaa luoden uusia liiketoimintamalleja ja digitaalisia ekosysteemeitä.

Kuinka kauan kestää 50 miljoonan käyttäjän saavuttaminen? Kuinka nopeasti miljoonat käyttäjät voisivat ottaa uuden tuotteen tai palvelun käyttöönsä? Ennen Internetiä ja digitaalisten tuotteiden kulutusta tuotteen käyttö saattoi levitä vain niin nopeasti kuin pystyttiin valmistamaan fyysinen hyödyke. Autojen käyttöönotto 50 miljoonalle käyttäjälle kesti 62 vuotta. Puhelimella kesti 50 vuotta saavuttaa 50 miljoonaa käyttäjää. Angry Birds peli saavutti 50 miljoonaa käyttäjää 35 päivässä ja Pokémon Go 19 päivässä.

Siirtyminen fyysisistä tuotteista digitaalisiin tuotteisiin on vaikuttanut adaptaatioprosentteihin, mutta samalla myös verkkovaikutusten kasvava voima. Metcalfen lain mukaan kommunikaatioverkon arvo on verrannollinen verkon käyttäjien lukumäärän neliöön (n^2). Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen tavaran tai palvelun uusi käyttäjä tuottaa lisäarvoa muille kyseisessä verkossa. Digitaalisen maailman uudet tuotteet tai palvelut voivat hyödyntää tätä verkkoefektiä saadakseen käyttäjiä ennennäkemättömällä nopeudella. Siksi sosiaalinen media, digitaaliset sovellukset ja Internet pystyivät kehittymään niin nopeasti.

Kuvassa 2 on esitetty aika, jonka tuote tai palvelu vaatii saavuttaakseen 50 miljoonaa käyttäjää.



Kuva 2 Aika, jonka tuote tai palvelu vaatii saavuttaakseen 50 miljoonaa käyttäjää

Dr. Peter H. Diamandis hahmottaa maailmaa vuonna 2025. Silloin käytettävissä on tietokoneiden laskentakykyä 10^{16} IPS (instruction per second) ja hinta on vain 1000 euroa. Tuolloin laskentakyky vastaa ihmisaivojen prosessointinopeutta. Kaiken internet (Internet of Everything) yhdistää ihmiset, laitteet, prosessit ja datan tehokkaalla tavalla. Vuonna 2025 IoE käsittää 100 miljardia laitetta, joissa jokaisessa on monia tietoa kokoavia sensoreita. Olemme menossa kohti kykyä kaiken tiedon hallintaan. Biljoonat sensorit keräävät tietoa kaikkialta ympäriltämme. Tämä mahdollistaa meille tietää kaiken haluamamme, milloin tahansa, missä tahansa ja tämä tietoisuus saadaan tekoälyn ja älylaitteiden avulla. Tällä hetkellä Facebook (Internet.org), SpaceX, Google (Project Loon), Qualcomm ja Virgin (OneWeb) suunnittelevat tarjoavansa kaikille ihmisille mahdollisuuden liittyä globaaliin tietoverkkoon vähintään yhden megabitin nopeudella. Tämä tuo verkkoon 5 miljardia uutta käyttäjää. Nyt Facebook (Oculus), Google (Magic Leap), Microsoft (Hololens), Sony, Qualcomm, HTC ja monet muut investoivat miljardeja dollareita uuden sukupolven näyttöjen ja käyttöliittymien kehittämiseen. Nykyisten puhelinten, tietokoneiden ja televisioiden näytöt tulevat katoamaan ja tilalle tulee henkilökohtainen, aina mukana oleva näyttö. Tekoäly ja koneoppiminen ottavat suuria harppauksia seuraavana vuosikymmenenä. Yritykset kuten IBM Watson, DeepMind ja Vicarious kehittävät seuraavan sukupolven tekoälyyn perustuvaa tietokonetta. IBM Watsonin kaltaisesta koneesta siirrytään käyttämään tietokonetta, joka toimii henkilökohtaisena avustajana. Henkilökohtaiselle avustajalle annamme oikeuden kuunnella kaikkea kommunikaatiotamme, lukea kaikki sähköpostit, olla mukana kaikissa sosiaalisen median palveluissa ja skannata kaikki biometrinen datamme, koska me kaikki hyödyimme siitä.⁶

Mutta digitalisaatiolla on haasteensa. Haittaohjelmien ja kyberhyökkäysten määrä kasvaa edelleen. Viime vuonna tuotettiin jo yli 1,3 miljardia haittaohjelmaa. Päivittäin löydetään yli 350 000 uutta haittaohjelmaa ja kun mukaan lasketaan vanhojen haittaohjelmien variantit, niin uusia on vastassamme yli 3 miljoonaa joka päivä.

⁶ Diamandis Peter. 2015. The World in 2025: 8 Predictions for the Next 10 Years, May 11, 2015

Raporttien mukaan kyberuhkien merkittävimmät trendit olivat kiristyshaittaohjelmien kasvu, haavoittuvuuksien hyödyntäminen tietojärjestelmissä, fyysisiin laitteisiin kohdistuvat uhkat, yrityksen sisäpiiri hyökkäyskanavana, liiketoiminnan lamauttamiseen tähtäävät hyökkäykset sekä henkilötietojen varastamiseen tähtäävät hyökkäykset.

Tiedustelun siirtyminen verkkoon on tapahtunut samassa tahdissa yhteiskuntien digitalisaation kanssa. Kehittyneimmille vakoiluohjelmille on ollut tyypillistä, että ne on havaittu vasta vuosia operaation alkamisesta. Keskeistä kybertiedustelun kehitykselle on ollut haittaohjelmien monimutkaisuuden ja kyvykkyyden kasvu samalla kun niiden havaitseminen on käynyt yhä vaikeammaksi.

Kyberrikollisuus on monipuolistunut ja se ilmenee yhä laajemmin digitaalisessa toimintaympäristössä. Kyberhyökkäyksillä rikolliset tavoittelevat ensisijaisesti taloudellista hyötyä. Tällaisia ovat mm. identiteettivarkaudet, maksuvälinepetokset, verkkohuijaukset ja -petokset eri muodoissaan jne.

Kyberrikollisuus on merkittävin uhka digitaalisessa kybermaailmassa. Yli 80 % hyökkäyksistä on edelleen taloudellisesti motivoituneita. Menetyksistä kyberrikollisuudelle esitetään erilaisia arvioita, mutta ne ovat vuosittain luokkaa 6 biljoonan (6000 miljardia) dollaria ja kasvuvauhti on 15 % vuodessa. Menetykset ovat paljon suurempia kuin vuosittaiset luonnononnettomuuksien aiheuttamat kustannukset. Menetykset kyberrikollisuudesta ovat noin 0,5–2,5 % BKT:stä.

4.2 Kansainvälinen tilanne

EU:n viime vuosien raporteissa on lisääntyvässä määrin oltu huolissaan digitalisaation heikosta kehityksestä Euroopassa. Nykyisten arvioiden mukaan noin 95 % ohjelmistoista tuodaan Euroopan ulkopuolelta; EU:sta onkin tullut suurin ohjelmistotuojia. Sama pätee Suomeen. Euroopan digitaaliset alustat tehdään pääosin USA:ssa, ja me olemme keskittyneet tiedon luontiin noilla alustoilla, emme niiden rakenteiden tuottamiseen, mikä työllistäisi enemmän kuin vain tiedon luonti. Kiina on hyvä esimerkki suunnitelmallisesta kehittämisestä - 15 vuodessa siitä on tullut tasavertainen Yhdysvaltain kanssa. Saman aikaan Eurooppa on jäänyt jälkeen näistä maista. Yhdysvalloissa ja Kiinassa keskeisenä tekijänä on ollut vahva julkinen rahoitus ja tuki. Yhdysvalloissa 80 %:ssa ohjelmisto- ja laitekehityshankkeita taustalla on julkinen rahoitus. Lisäksi Yhdysvaltain ja Kiinan menestys perustuu vahvaan yhteistoimintaan yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa - 2/3 kasvuyrityksistä syntyy yliopistojen kautta. Tekoälyn alueella Yhdysvallat, Venäjä ja Kiina investoivat voimakkaasti. Kiina haluaa olla tekoälyn johtava valtio vuonna 2030 investoimalla 1 triljoonaa yuania (\$150 miljardia) vuoteen 2020.⁷

⁷ Lehto Martti. 2018. Lausunto eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi digitaalinen Eurooppa –ohjelman perustamisesta vuosiksi 2021–2027, 2.10.2018

On aivan ilmeistä, että Euroopassa tarvitaan koulutusta ja osaamista, jotta voidaan haastaa Kiina ja Yhdysvallat. Digitaalinen Eurooppa ohjelman eurooppalaisten digitaali-innovaatiokeskittymien verkostosta on oikean suuntainen mutta riittämätön. Eri arvioiden mukaan Euroopassa tarvitaan 40–60 osaamiskeskittymää koko digitalisaation alueelle suurteholaskentaan, tekoälyyn, kyberturvallisuuteen, digitaalisiin taitoihin sekä digitaali-tekniologioiden hyödyntämiseen ja yhteentoimivuuteen. Osaamiskeskittymien välille tulee luoda vahva yhteistoiminta EU:n sisällä ja sen ulkopuolella. Erityisesti tarvitaan investointeja nuoriin, jotta parhaat voimat saadaan käyttöön. Osana osaamisen parantamista tarvitaan erityinen Young Talent -ohjelma saamaan huippuosaajat mukaan eurooppalaiseen tutkimukseen ja koulutukseen. Edellytyksenä on, että uusista osaamiskeskittymistä tulee vetovoimaisia suhteessa esimerkiksi Yhdysvaltojen tai Kiinan huippututkimuskeskuksiin.⁸

Suomi valtiona on pärjännyt hyvin kansainvälisessä vertailussa kilpailukykyä mitattaessa. Keski-Suomen maakunnan kilpailukykyä kehitystä pystytään arvioimaan samoilla mittareilla, joilla kansainvälistä kilpailukykyä mitataan. Kuvassa 3 on esimerkki kansainvälisen kilpailukykyä mittauksesta. Suomi ja Singapore erottuvat edukseen erityisesti koulutuksen laadulla.

Kuvassa 3 on esitetty vertailu kuuden maan kesken eri kompetenssifaktoreiden suhteen vuosien 2000–2015 välillä.⁹

⁸ Lehto Martti. 2018. Lausunto eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi digitaalinen Eurooppa –ohjelman perustamisesta vuosiksi 2021–2027, 2.10.2018

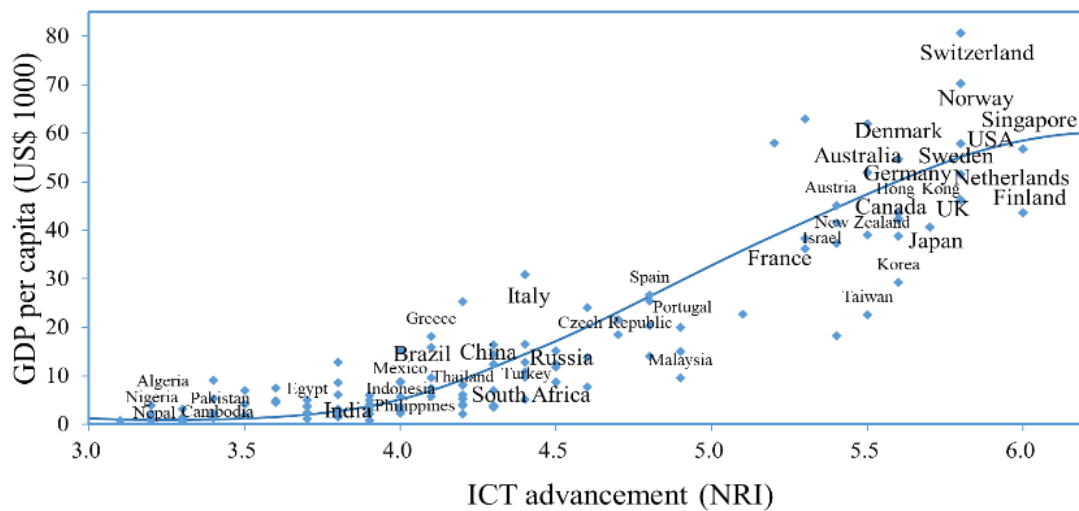
⁹ Watanabe C., Tou Y. and Neittaanmaki P. 2018. A New Paradox of the Digital Economy: Structural Sources of the Limitation of GDP Statistics, *Technology in Society* 55 (2018) 9-33.

		Finland	Singapore	USA	UK	Germany	Japan
Population (million)		5.5	5.4	316.4	64.1	80.8	127.3
Global competitiveness (Rank out of 148)		(4) 3 [3]	(2) 2 [2]	(3) 5 [7]	(9) 10 [8]	(5) 4 [6]	(6) 9 [10]
ICT competitiveness (Rank out of 148)		1 [1]	2 [2]	7 [9]	9 [7]	12 [13]	16 [21]
Global innovation (Rank out of 142)		4	7	6	2	13	21
Human capital (Rank out of 122)		2	3	16	8	6	15
Education (Rank out of 142)	Quality of primary edu.	1	3	41	31	25	21
	Quality of the edu system.	2	3	25	26	14	50
	Quality of Math/Science edu.	2	1	49	50	21	34
GDP per capita (1000 US\$)		47.1 [14]	54.8 [8]	53.1 [9]	39.6 [23]	45.0 [18]	38.5 [24]
GDP growth rate 2006-2013 (% p.a. at fixed price)		0.57	5.85	1.26	0.63	1.46	0.56
Unemployment ratio (%)		8.14	1.90	9.03	7.85	6.53	4.70
Inequality (GINI index)		19	45	47	39	35	34
Birth rate		1.9	1.2	2.1	1.9	1.4	1.4
Happiness (Rank out of 156)		7	30	17	22	26	43

Kuva 3 Kuuden kehittyneen ICT-maan vertailu

Kuvassa 4 esitetään maiden BKT:n ja IT-kehitys vuonna 2016. Network Readiness Index (NRI) mittaa maiden kykyä hyödyntää tieto- ja viestintätekniikkaa kilpailukyvyyn ja hyvinvoinnin lisäämiseksi.¹⁰

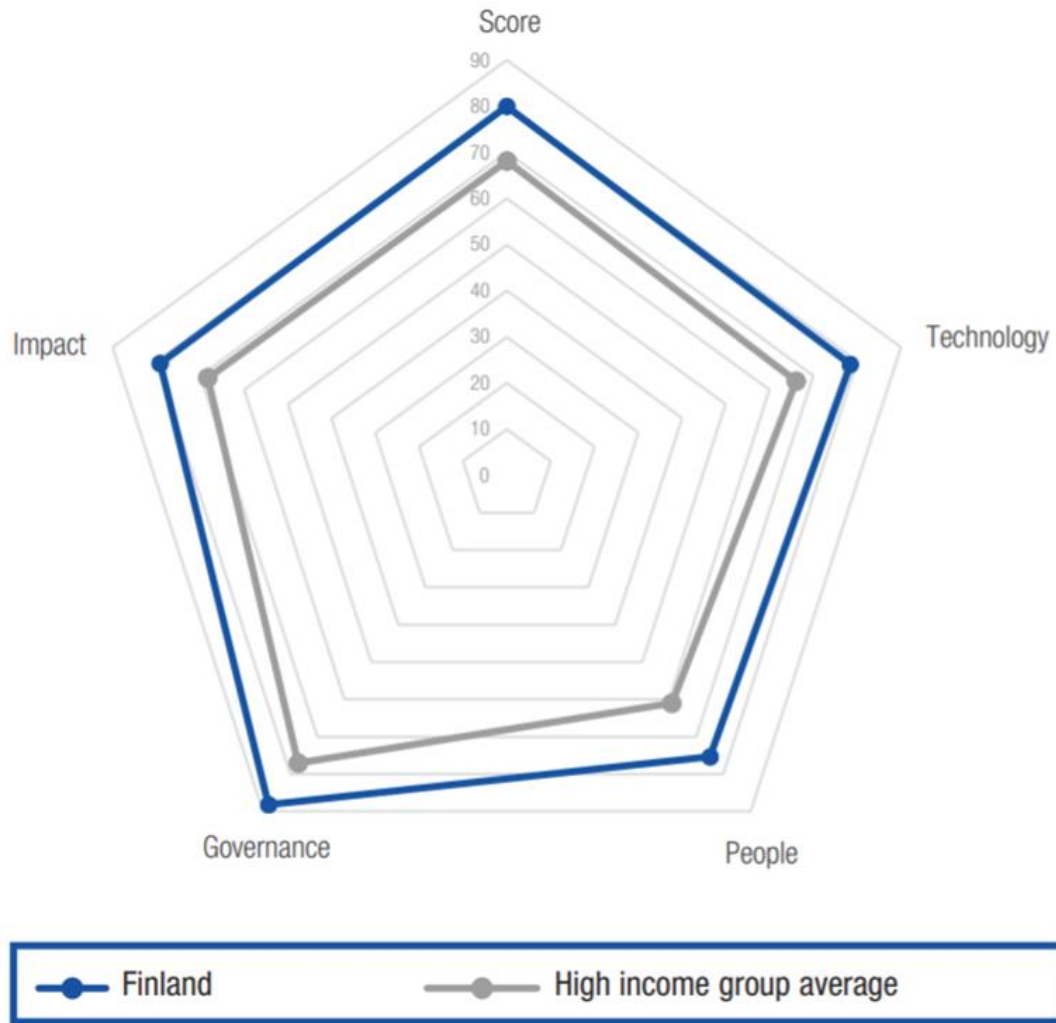
¹⁰ WEF. 2016. The Networked Readiness Index 2016. http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Chapter1.1_2016.pdf
IMF. 2017. World Economic Outlook, October 2017.



Kuva 4 Tieto- ja viestintätekniikka vetoinen taloudellisen kehityksen trajektori 120 maassa

The Network Readiness Index 2019 arvioi yhteensä 121 taloutta. Kolme ensimmäistä olivat Ruotsi, Singapore ja Alankomaat. Tässä indeksissä Suomi sijoittui sijalle 7. Kuvassa 5 on esitetty Suomen profiili.¹¹

¹¹ Portulasn Institute. The Network Readiness Index 2019: Towards a Future-Ready Society, March 2020

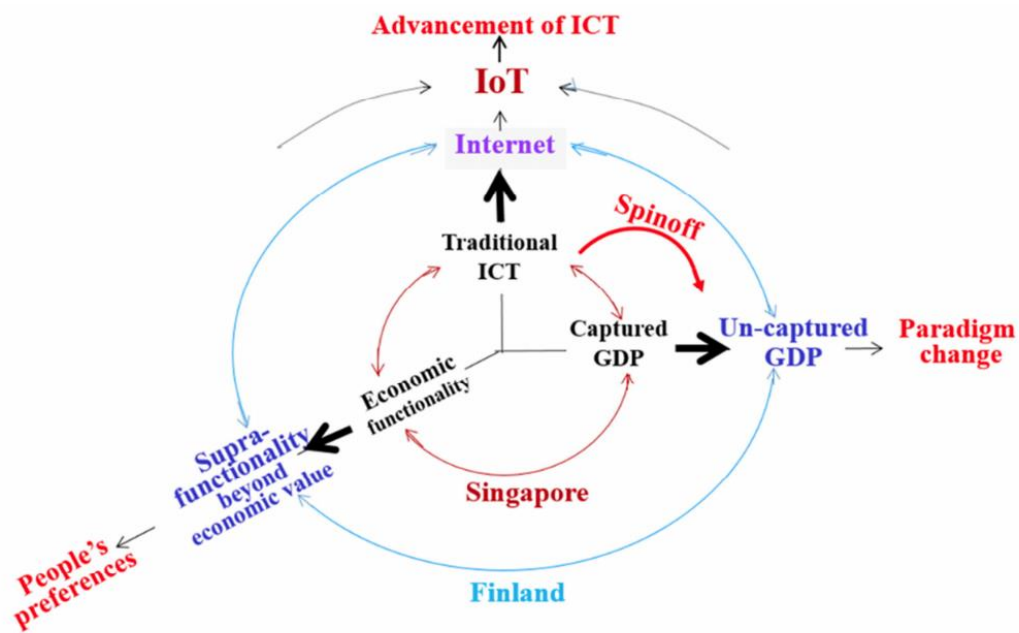


Kuva 5 Network Readiness Index profiili

4.3 Supratoiminnallisuus muuttaa liiketoimintamalleja

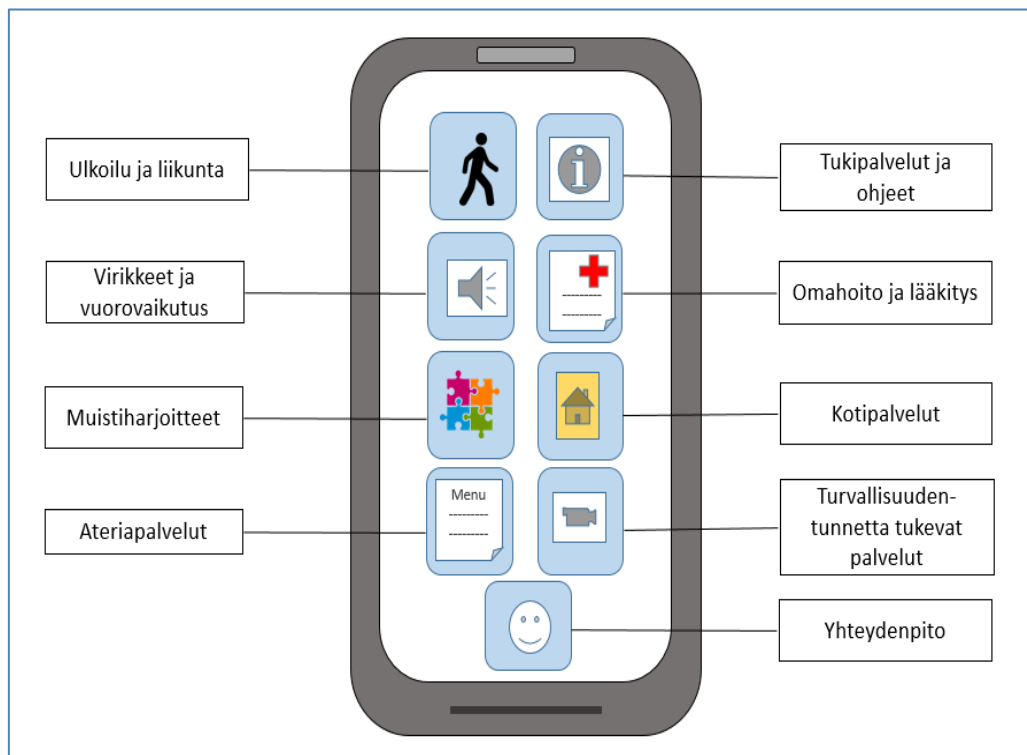
Globaalit megatrendit vaikuttavat kehitykseen maakunnassamme. Digitalisaation myötä toimintaympäristö muuttuu, palvelut uudistuvat ja yritysten liiketoiminnat muuttuvat. Keskeisiä asioita ovat digitaaliset palvelualustat, laitteiden supratoiminnallisuus, globaalit palvelut, tekoälyn hyödyntäminen ja yhteiskunnan muuttuminen globaaliksi itsepalveluyhteiskunnaksi. Elsvierin vuonna 2021 julkaistavassa kirjassa *Transforming the Socio Economy with Digital Innovation* on analysoitu yhteiskunnan muuttumista. Kirjan ovat kirjoittaneet C. Watanabe, Y. Tou ja P. Neittaanmäki. Kirjassa on kuvattu maailman muutosta käyttäen uusia käsitteitä kuten supratoiminnallisuus.

Kuvassa 6 on kuvattu käsitettä supratoiminnallisuus



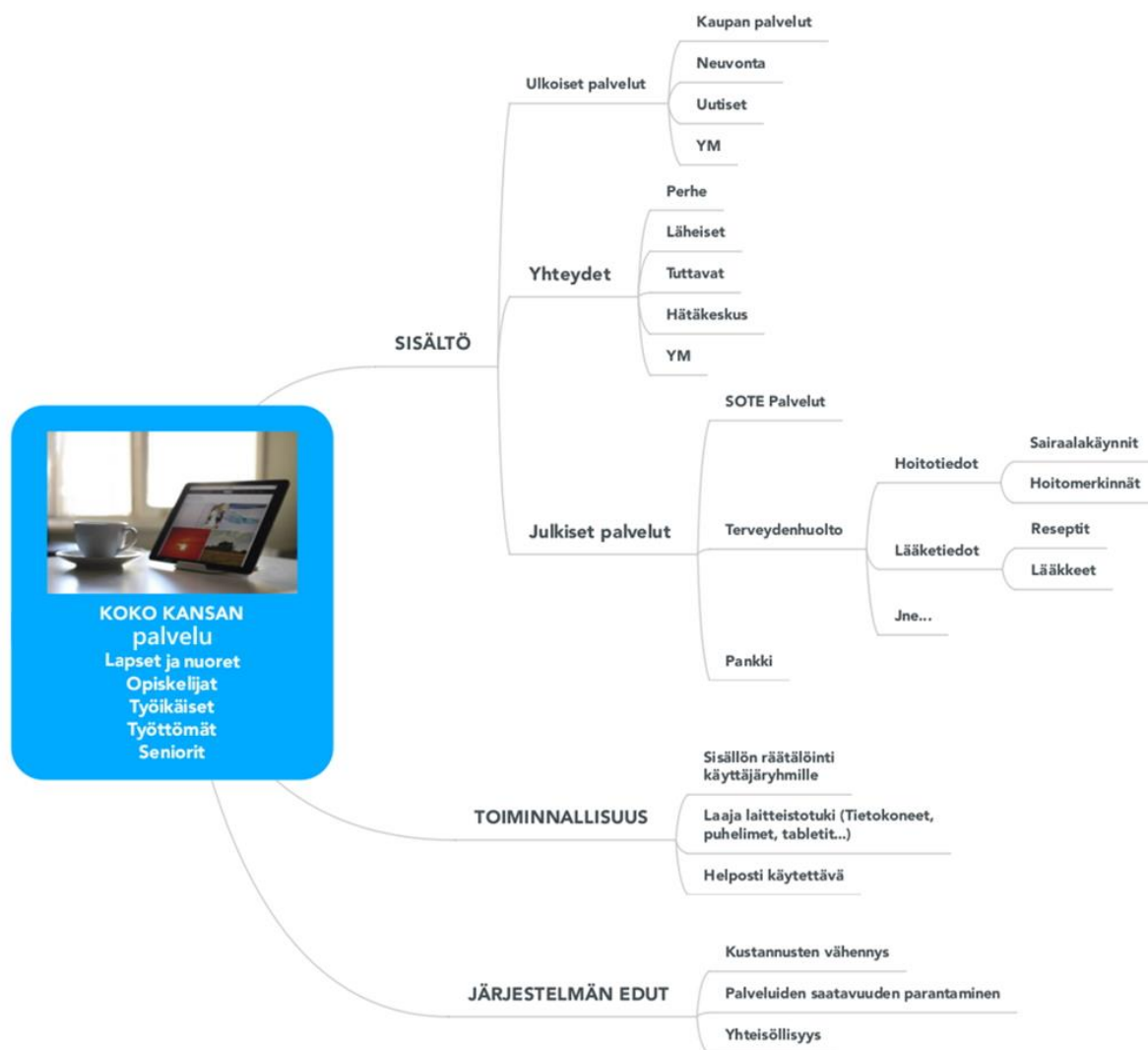
Kuva 6 Supratoiminnallisuus

Singaporen ja Suomen sijaiti megatrendien eri kehillä: Singaporen talous noudattaa yhä perinteistä mallia, kun taas Suomi hyötyy edistysellisemmästä digitaalisesta tuotantotavasta. Kuvassa 7 on esitetty esimerkki supratoiminnallisuudesta: älypuhelin ja siihen liittyvät toiminnot ja palvelut.



Kuva 7 Esimerkki supratoiminnallisuudesta: älypuhelin ja siihen liittyvät toiminnot ja palvelut

Kuvassa 8 Esitellään älypuhelin monitoimialustana.



Kuva 8 Älypuhelin monitoimialustana

Älypuhelimien monitoimisuus muuttaa kuluttajien käyttäytymistä ja hyödykkeiden käytöstä, sekä palveluketjujen rakennetta. Palveluyhteiskunnasta muodostuu yhä enemmän itsepalveluyhteiskunta. Vastine usealle erilliselle kulutustavaralle, kuten kameralle, radiolle, kellolle, musiikkisoittimelle sekä usealle muulle löytyy samasta tuotteesta. Samoin useat palvelut löytyvät yhden päätelaitteen takaa virtuaalisina, joka vaikuttaa muun muassa toimitilojen tarpeeseen ja henkilöliikenteeseen. Digitaalisessa ympäristössä myös esimerkiksi paperinkäytön tarve muuttuu.

Suomen kannalta on hankalaa, että useiden digitaalisten palveluiden ja palvelualustojen tuottajat ovat suuria globaaleja toimijoita, jotka pystyvät kehittämään tuotteensa niin suuressa kokoluokassa, että niiden kanssa kilpaileminen on pienille toimijoille lähes mahdotonta. Samalla kuitenkin pienille toimijoille avautuu mahdollisuuksia toimia suurempien toimijoiden palvelun ohessa tai palvelualustan päällä. Pieni toimija voi kehittää

tuotteen tai palvelun joka saavuttaa globaalit markkinat hyödyntämällä suuren toimijan alustaa.

Digitalisoituva itsepalveluyhteiskunta vaikuttaa kansalaisten elämään myös eriarvoistavasti. Kansalaisten erilaiset kyvykkyydet hyödyntää digitalisoituja palveluita johtavat epätasa-arvoiseen palvelutarjontaan, joka erityisesti yhteiskunnan peruspalveluiden kohdalla täytyy välttää. Julkisten palvelujen tuotannossa ei riitä, että palvelua tarjotaan, vaan palvelun pitää myös olla saavutettavissa.

4.4 Globaalit trendit muuttavat liiketoimintakäytäntöjä.

Jakamistalouden vaikutus viime vuosina on ollut merkittävä. Kokonaisia taloudenaloja on käytännössä kuihtunut pois ja niiden arvon kuluttajalle on korvannut jakamistalouden palvelu. Kuluttajalle jakamistalouden palvelu on usein halvempi ja nopeampi. Nämä palvelut tuotetaan usein ison palvelualustan avulla. Esimerkiksi viihdeteollisuus, liikennepalvelut, matkapalvelut ja vapaa-ajanpalvelut ovat mullistuneet viimeisen vuosikymmenen aikana.

Kuvassa 9 on esitetty kahdeksan teknologiatrendiä, jotka muuttavat terveydenhuoltoa.



Kuva 9 Digitaalinen revoluutio – 8 teknologiaa, jotka muuttavat terveydenhuoltoa

4.5 Suuret yritykset palvelullistavat teollisuuden

Perinteinen teollisuus on enenevässä määrin muuttunut palveluteollisuudeksi, jossa teollisuuden tuotteet tuotetaan palveluna asiakkaan tarpeen mukaan. Asiakkaiden ja tuottajan suhde muuttuu interaktiivisemmaksi. Molemminpuolinen tiedonvälitys ja järjes-

telmien interaktio ovat kriittisiä toiminnan sujuvuudelle. Asiakkuuksista tulee yhä enemmän yhteistyötoimintaa, joka vaatii investointeja teknologiaan. Yrityksen kyky toimia osana tuotteen tai palvelun arvoketjua onkin yhä enemmän osa yrityksen toimintamallia.

Maailman suurimmat yritykset eivät enää nykypäivänä kilpaile raaka-aineilla ja tuotteilla, vaan tiedolla ja palvelualustoilla. Isoimmat toimijat voivat siten ohjata myös globaaleja standardeja omilla palveluillaan ja pienten toimijoiden täytyy mukautua isojen toimijoiden palveluihin. Suurten toimijoiden kapasiteetti tuottaa palveluita ylittää usein jopa kansallisten toimijoiden kyvykkyydet.

Kuvassa 10 esitellään yritysmaailmassa tapahtunut nopea murros, jossa IT-alan yritykset ovat markkina-arvoltaan syrjäyttäneet muiden teollisuusalojen yritykset.¹²

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2018	Microsoft	Apple	Amazon	Alphabet	Berkshire	Facebook	Tencent	Alibaba	Johnson & Johnson	JPMorgan
2017	Apple	Alphabet	Microsoft	Amazon	Facebook	Tencent	Berkshire	Alibaba	Johnson & Johnson	JPMorgan
2016	Apple	Alphabet	Microsoft	Berkshire	Exxon Mobil	Amazon	Johnson & Johnson	JPMorgan	General Electric	Wells Fargo
2015	Apple	Alphabet	Microsoft	Berkshire	Exxon Mobil	Amazon	General Electric	Johnson & Johnson	Wells Fargo	JPMorgan
2007	Petro China	Exxon Mobil	General Electric	China Mobile	ICBC	Microsoft	Gazprom	Royal Dutch	AT&T	Sinopec

 IT-alan yritys

Kuva 10 Maailman 10 suurimman yrityksen markkina-arvojen johtajuuden muutos 2007–2018

4.6 Työn luonne muuttuu

Globaalit trendit tulevat näkymään myös siinä, miten teemme työtä. Pitkät ja vakaat työsuhteet eivät enää ole yleisiä, vaan työurat koostuvat pätkätöistä. Työntekijät joutuvat mukautumaan muuttuviin tilanteisiin nopealla aikataululla. Tämä tarkoittaa myös sitä, että yhteiskunnan tuen tärkeys työntekijän perusturvallisuudelle ja elämänlaadulle korostuu. Siirtymiset työsuhteesta toiseen tarkoittaa usein työttömyysajanjaksoa ja uusien taitojen opettelua. Vakauden puute heijastuu myös muihin talouden ja elämän alueisiin.

¹² Financial Times. 2020. Change in World Top 10 Market Capitalization Leaders, FT Global 500, The annual issue

4.7 Datatalous kehittyy voimakkaasti

Euroopan datastrategian tavoitteena on tehdä EU:sta esikuva datavetoisille yhteiskunnille. EU haluaa luoda datan sisämarkkinat, joilla data voi liikkua vapaasti eri maiden ja alojen välillä. Tästä hyötyvät niin yritykset, tutkijat kuin julkishallintokin. Kun data on henkilötietoja lukuun ottamatta kaikkien saatavilla, kansalaiset, yritykset ja organisaatiot saavat paremman perustan päätöksilleen.¹³

EU luo datalle sisämarkkinat, joilla:

- Data voi liikkua vapaasti EU:n sisällä ja alojen välillä kaikkien hyödyksi
- Noudatetaan asianmukaisesti EU:n sääntöjä, erityisesti yksityisyyden suojaa ja tietosuojaa koskevia sääntöjä sekä kilpailulainsäädäntöä
- Datan saantia ja käyttöä koskevat säännöt ovat oikeudenmukaiset, käytännölliset ja selkeät.

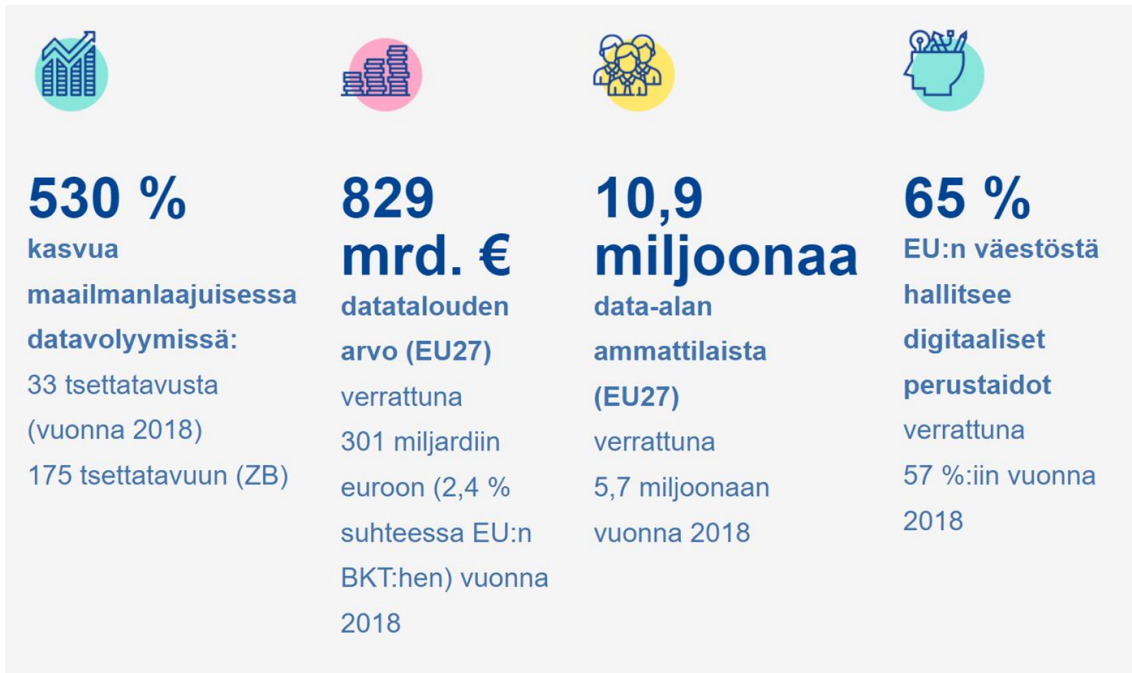
EU:sta tulee houkutteleva, turvallinen ja dynaaminen datatalous,¹⁴

- jossa on selkeät ja oikeudenmukaiset datan saantia ja uudelleenkäyttöä koskevat säännöt
- joka investoi datan säilytystä ja käsittelyä koskeviin seuraavan sukupolven välineisiin ja infrastruktuuriin
- joka luo eurooppalaista pilvikapasiteettia yhdessä
- jossa kootaan avainaloittain eurooppalaisen datan yhteisiä ja yhteentoimivia data-avaruuksia
- jossa käyttäjille annetaan oikeudet, välineet ja taidot, joiden avulla data pysyy omassa hallinnassa.

Oheisessa kuvassa 11 on ennuste vuodelle 2025.

¹³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_fi

¹⁴ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_fi



Kuva 11 Datatalous EU:ssa 2025

5. KEHITYSTRENDEJÄ

5.1 Globaaleja kehitystrendejä

5.1.1 Sitran Megatrendit 2020

Sitran Megatrendit 2020 tunnistaa viisi tulevaisuuden megatrendiä. Megatrendit luovat kokonais kuvan Suomen kannalta merkittävistä yhteiskunnallisista muutoksista:¹⁵

1. Ekologisella jälleenrakennuksella on kiire
 - Ilmastonmuutos, luonnon monimuotoisuuden väheneminen ja muut ympäristöhaasteet ovat erityisesti yhteisen toiminnan ongelmia – miten saamme yhdessä tehtyä reilun siirtymän kestävämpään yhteiskuntaan.
2. Väestö ikääntyy ja monimuotoistuu
 - Väestörakenne muuttuu pidentyneiden elinikien ja alhaisen syntyvyyden takia. Paine maahanmuuttoon lisääntyy globaalisti, minkä vaikutukset näkyvät Suomessakin
3. Verkostomainen valta voimistuu
 - Tulevaisuudessa merkitystä on yhä enemmän verkostoilla ja vuorovaikutuksella. Informaatiovaikuttaminen vahvistuu.
4. Teknologia sulautuu kaikkeen
 - Teknologia kehittyy nopeasti ja uudet sovellukset otetaan ripeästi käyttöön. Teknologia vaikuttaa toimintatapoihin, yhteiskunnan rakenteisiin ja ihmisten arkipäivään. Se kietoutuu yhä tiukemmin osaksi geopolitiikkaa ja voi lisätä eriarvoistumista.
5. Talousjärjestelmä etsii suuntaansa
 - Talouteen kohdistuu yhä voimakkaampia muutospaineita johtuen erityisesti eriarvoisuuden kasvusta ja ekologisesta kestävyyskriisistä.

Ennakoinnissa ei painoteta niin paljon tulevaisuutta koskevaa tietoa ja sen välittämistä, vaan yhä keskeisemmäksi on tullut eri toimijoiden kyky hyödyntää ja tulkita tietoa tulevaisuuden mahdollisista kehityssuunnista.

Sitran Megatrendit 2020 on esitetty kuvassa 12.

¹⁵ Sitra. 2020. Megatrendit 2020, Sitran selvityksiä 162, tammikuu 2020



Kuva 12 Sitran Megatrendit 2020

5.1.2 Global Mega Trends 2030

Frost&Sullivan esittävät omassa megatrendiarviossaan neljä erityistä tulevaisuuskuva¹⁶:

1. Heterogeeninen tulevaisuus
 - Vuoteen 2025 mennessä yksi kymmenestä ihmisestä länsimaissa on yli 65-vuotias, kun taas alle 30-vuotiaiden määrä kasvaa joissakin maissa, kuten Intiassa.
2. Hyperpaikannus
 - Yli 10 000 pientä satelliittia laukaistaan vuoteen 2030 mennessä, jolloin tarkka paikantaminen (geofencing) luo aivan uusia liiketoimintamahdollisuuksia.
3. Tietoliikenteen nolla latenssi / nolla puskurointi

¹⁶ Frost&Sullivan. 2020. Global Mega Trends to 2030 - Futurecasting Key Themes that Will Shape Our Future Lives, <https://ww2.frost.com/wp-content/uploads/2019/09/global-mega-trends-brochure.pdf>

- 5G:n, reunalaskentaa, tekoälyä ja kvanttilaskentaa yhdistävien teknologioiden avulla VR/AR-palveluissa siirrytään aivan uusille tasoille.
- 4. Transhumanismi
 - Ihmiskunta on siirtymässä teknologiavetoiseen evoluutioon ennen näkemättömällä muutosnopeudella, luoden eettisiä kysymyksiä ihmisyydestä.

5.2 Maakunnalliset kehitystrendit

5.2.1 Sitran megatrendien vaikutus Keski-Suomessa.

Sitran esittämillä megatrendeillä voi olla seuraavia vaikutuksia Keski-Suomessa:

1. Ekologisella jälleenrakennuksella on kiire
 - Keski-Suomi on erikoistunut vahvasti metsä- ja metalliteollisuuteen. Metsätalouden työpaikkaosuus on kaksinkertainen koko maahan verrattuna. Ympäristöhaasteiden taklaamisessa Keski-Suomea tulee kohdella reilusti ja samalla maakunnassa tulee panostaa uusiin kestävästä kehitystä edesauttaviin teknologioihin.
2. Väestö ikääntyy ja monimuotoistuu
 - Tilastokeskuksen väestöennusteen mukaan työikäisten ja lasten osuus vähenee ja eläkeläisten osuus kasvaa Suomessa. Väestön ennustetaan lisäksi keskittyvän muutamisiin kaupunkeihin. Keski-Suomessa väestö kasvaa Jyväskylällä, mutta muilla alueilla väestö vähenee. Kehityksen hillitsemiseksi tarvitaan voimakkaita aluepoliittisia toimia, jossa digitalisaation avulla voidaan lisätä etä- ja mobiilityötä.
3. Verkostomainen valta voimistuu
 - Kansalaisten suuremmalle roolille poliittisessa päätöksenteossa on voimakasta kysyntää. Maakunnallisessa päätöksenteossa kansalaisia tulisi kuulla ja heidän mielipiteitään kysyä aktiivisesti ajankohtaisissa asioissa (osallistava demokratia). Tähän erilaiset digitaaliset ratkaisut antavat erinomaisia mahdollisuuksia.
4. Teknologia sulautuu kaikkeen
 - Nopeasti nousevia innovaatiota tulee esiintymään kiihtyvään tahtiin. Lyhyellä tähtäimellä suurimmat muutokset tuovat kuitenkin tekoälysovelusten yleistymisen. Tekoäly läpäisee yhteiskunnan samaan tapaan kuin internet aikanaan. Tätä varten on oleellista pohtia, millainen on haluttu tulevaisuus ja miten teknologia voi auttaa sinne pääsemisessä. Keski-Suomen on tehostettava T&K&I-toimintaa disruptiivisten teknologioiden alueille ja löydettävä keihäänkärjet, joihin panostetaan merkittävästi.
5. Talousjärjestelmä etsii suuntaansa
 - Taloutta on muuttanut ja muuttaa edelleen myös digitalisaatio, erityisesti alustatalouden kehitys. Tähän mennessä kehitys on suosinut suuria tek-

nologiayrityksiä ja alustamonopoleja. Keski-Suomen tulisi alustataloudesta löytää itselleen merkityksellisiä kehittämismahdollisuuksia sekä itse alustan että sisällöntuotannon osalta.

5.2.2 Megatrendien vaikutus yrityksiin, markkinoihin ja palveluihin Keski-Suomessa

Digitaalisuus ja siihen tukeutuvat teknologiat sekä globaalit trendit (ilmastonmuutos ym.) vaikuttavat Keski-Suomen vientiteollisuuteen, kotimarkkinoilla toimiviin yrityksiin, palveluihin ja maakunnan eri seutukuntiin.

- Vientiteollisuus:
 - Puusellupohjaisten tuotteiden kysyntä muuttuu: sanomalehti- ja toimitopaperin kysyntä laskee, saniteettipaperin lisääntyy, uudet puukuitutuotteet (esim. tekstiilit)
- Puun käyttö lisääntyy
 - Tuontipuun vaikutus maakunnan puuteollisuuteen pysyy korkeana.
- Kotimaan markkinat
 - Globaalit toimijat (omistajuus, palvelualustat, liikenne, vuokraus, palvelut...) lisäävät osuuttaan
 - IT-alalla globaalit yritykset lisäävät markkinaosuuttaan
 - Kaupan alalle uusia globaaleja toimijoita
 - Verkkokauppa lisääntyy (Amazon, Alibaba ym.)
- Asuminen
 - Asuminen keskittyy maakuntakeskuksiin
 - Työn tekemisen tavat muuttuvat
 - Etä- ja mobiilityö lisääntyvät
 - Kahden paikkakunnan asuminen lisääntyy
- Tietoliikenneyhteyksien merkitys lisääntyy
 - Uudet palvelut edellyttävät koko maakunnan kattavaa kiinteätä tietoliikenneverkkoa
 - Digitaaliset oppimisympäristöt muuttavat koulutusta
 - Etäterveydenhuolto lisääntyy

6. DIGITALISAATIO KESKI-SUOMEN YRITYSTEN TOIMIALOILLA

Tässä luvussa on esitetty analyysi digitalisaation merkittävyydestä eri toimialoilla ja julkisella sektorilla.

Värikoodit tarkoittavat:



kriittinen tärkeä vähäinen

6.1 Teknologiateollisuus

Digitalisaation edetessä perinteiset toimialojen rajapinnat yhdistyvät ja avautuvat kaikilla sektoreilla. Esimerkiksi tulevaisuuden ”on-demand”-tuotanto tulee mullistamaan teollisuustuotannon, kaupan ja logistiikan alueet. Uudenlaiset liiketoimintamallit sekä digitalisaatio tarjoavat mahdollisuuden kestäväälle kasvulle. Materiaali- ja tuotetiedon hallintaan tarvitaan vapaaehtoisia globaaleja standardeja sekä digitaalisia ratkaisuja.¹⁷

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: Valmet, Patria, Valtra, Moventas, Komas, Harvia

TAULUKKO 1 Teknologiateollisuus

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat	kriittinen	kriittinen	kriittinen
2. Tekoälysovellutukset	tärkeä	kriittinen	kriittinen
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat	kriittinen	kriittinen	kriittinen
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data	kriittinen	kriittinen	kriittinen
5. Älysopimukset	vähäinen	vähäinen	vähäinen
6. Robotiikka	kriittinen	kriittinen	kriittinen
7. Tietoturva	kriittinen	kriittinen	kriittinen
8. Digitaaliset palvelualustat	vähäinen	vähäinen	vähäinen
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit	kriittinen	kriittinen	kriittinen
10. Tietoliikenne	kriittinen	kriittinen	kriittinen
- kuituverkot	kriittinen	kriittinen	kriittinen
- 5G	kriittinen	vähäinen	vähäinen
- 6G	kriittinen	kriittinen	kriittinen
- satelliittiverkko	vähäinen	vähäinen	tärkeä

¹⁷ Teknologiateollisuus. 2020. Älykäs ja avoin Eurooppa - kestävä kasvun avaimet, 10.9.2020. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/vaikutamme/alykas-ja-avoin-eurooppa-kestavan-kasvun-avaimet>

6.2 Maa- ja metsäteollisuus, sekä alkutuotanto

Digitaalisuus tarkoittaa metsätaloudessa pitkälti sitä, että hiljaista, olemassa olevaa tietoa analysoidaan, yhdistellään ja jaetaan tehokkaasti kaikkien käyttöön. Avointa dataa hyödyntämällä ja yhdistämällä saadaan uusia, arvokkaita ennusteita. Datafuusiot ovat tulevaisuutta. Koneissa on käytössä kehittyneitä puun katkontajärjestelmiä. Korjuussa ja kuljetuksessa paikkatietoa on hyödynnetty pitkään.¹⁸

Digitalisaation avulla on haettu uusia palveluita etenkin bio- ja kiertotalouteen. Yksi esimerkki digitalisaatiosta suomalaisissa metsäteollisuusyrityksissä ovat erilaiset sähköiset sovellukset ja palvelut, kuten metsänomistajille suunnatut mobiilisovellukset ja verkko-palvelut. Pilvipalveluita ja online-pohjaisia työkaluja käytetään myös muun muassa tehtaiden huoltotoiminnassa. Big datan matemaattista analyysia ja koneoppimista voidaan hyödyntää mm. tehtaan tuotantolinjojen vikoja ennustavissa järjestelmissä.¹⁹

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: UPM, Metsä Group, Valio, Stora Enso, Versowood, CP Kelco, Kaskipuu

TAULUKKO 2 Metsäteollisuus

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

Kriittiset teknologiaosa-alueet ovat datan hallinta ja robotiikka, keskeisiä aloja ovat tekoälysovellutukset, IoT, tietoturva ja tietoliikenne. Keski-Suomi on metsäteollisuuden ja biotalouden keskeisimpiä maakuntia Suomessa. Tuotantoketju puunjalostuksesta tai viljan

¹⁸ LUKE. 2020. Metsätalous ja digitalisaatio. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/digitalisaatio/metsatalous-ja-digitalisaatio/>

¹⁹ Muhonen Tiia. 2017. Digitalisaatio suomalaisessa metsäteollisuudessa, tietotekniikan pro gradu, Vaasa yliopisto, 2017

tai heinäkashvin siemenestä lopputuotteeksi on monimutkainen ketju, jossa on satoja toimijoita. Digitalisaation eri osa-alueiden vaikutus alaan kasvaa. Esimerkiksi uudet drone-teknologiat ovat kriittisiä kehityksen kärjessä pysymisen kannalta. Dronejen kehitystä puolestaan vauhdittavat IoT, tekoälysovellutukset ja langattomat tietoliikenneverkot. Digitalisaation kehitys on huomioitava alan koulutuksessa ja tutkimuksessa.

6.3 Energateollisuus

Energia-ala käy parhaillaan läpi voimakasta uudistusta kohti hiilineutraalia tulevaisuutta. Sen myötä energijärjestelmään kytketyt kohteet, kuten tuotantoyksiköt, kulutuskohdet ja verkkokomponentit, ovat yhteydessä toisiinsa. Digitalisaation vaikutukset tulevat energiasektorille tuotantorakenteen hajautumisen ja vaihtoehtoisten energiamuotojen myötä. Yksi digitaalisuuden hyödyntämiskohde on prosessi- ja energiatehokkuuden sekä käytettävyyden parantaminen. Digitaalisuuden avulla saadaan täysimääräisesti käyttöön historiadatan sisältämä kokemus prosessi- ja energiatehokkuudesta erilaisissa prosessitilanteissa. Digitalisaation myötä energijärjestelmästä saadaan ulos entistä enemmän dataa, jonka tuella voidaan rakentaa uudenlaisia palveluita. Yksi esimerkki energia-alan digitalisaatiosta on kaikille kuluttajille asennetut etäluettavat mittarit.²⁰

Merkittävimmät toimijat: energian tuotannossa Alva, Metsä-Group Äänekoski, kunnalliset energialaitokset, laiteteknologiassa Valmet, Moventas ja mittausteknologiassa Landis Gyr.

TAULUKKO 3 Energiayhtiöt

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

²⁰ Niemelä Esa. 2017. Digitalisaatiolla kaikki tehot irti energiasta, 31.3.2017. <https://www.kehittyvat-kaupungit.fi/digitalisaatio/energateollisuuden-asiantuntija-esa-niemela-digitalisaatiolla-kaikki-tehot-irti-energiasta/#>

6.4 ICT/kyberturvallisuusala

Suomi on ollut perinteisesti palvelujen digitalisoinnin ja ICT:n hyödyntämisen saralla Euroopan ja koko maailman kärkeä. Käytännössä digitalisaatio tuo kansalaiset ja yritykset julkisten palveluiden kehityksen keskiöön. Sähköiset palvelut lisäävät kansalaisten, yritysten ja yhteisöjen mahdollisuuksia käyttää julkisia palveluja ajasta ja paikasta riippumatta.

Kansalaisten, yritysten ja yhteisöjen tulee voida luottaa eettisesti kestäviin, avointa ja läpinäkyvää toimintaa tukeviin ja turvallisiin julkisen hallinnon palveluihin. Digitalisoinnin nopea edistyminen, tietojen laittomaan käyttöön ja virheellisillä tiedoilla vaikuttamiseen liittyvät uhkat sekä lisääntynyt kansallinen ja kansainvälinen keskinäisriippuvuus asettavat uusia vaatimuksia koko julkisen hallinnon digitaaliselle turvallisuudelle ja sen ohjaukselle.²¹

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: Telia Sonera, Tieto, Landis+Gyr, Qvantel, Solteq, Digia, Inmics

TAULUKKO 4 ICT/kyberturvallisuusala

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

6.5 Rakennusala

Digitaalisuus ja kasvu ovat rakennusosalalla sidoksissa toisiinsa. Digitalisaation tärkeimpinä hyötyinä pidetään tiedonkulun ja prosessien tehostamista sekä asiakaskokemuksen

²¹ VM. 2020. Julkisen hallinnon digitaalinen turvallisuus, Valtiovarainministeriön julkaisuja 2020:23, 8.4.2020

kehittäminen. Edelläkävijäyritykset näkevät myös uusissa liiketoimintamalleissa mahdollisuuden saavuttaa merkittävää lisäarvoa.²² Digitalisaatio tarkoittaa mm. nykyisten toimintatapojen siirtämistä mobiililaitteille esimerkkinä vaikkapa TR- tai MVR-mittaukset. Digitalisaatio mahdollistaa ajantasaisen tiedon työvaiheiden etenemisestä rakennushankkeen kaikille toimijoille.²³

Rakennusala on tarjolla uuteen teknologiaan pohjaavia digitaalisia ratkaisuja ja työkaluja. Urakoitsijat hyödyntävät työmailla koneohjausta, kopterikuvauksella saadaan tuotettua 3D-toteumamalleja, robotit, IoT ja 3D-tulostaminen tekevät tuloaan. Yksi rakentamisen digitrendeistä on tietomallintaminen eli BIM (Building Information Modeling).²⁴

Digitalisaatiolla on mahdollista tehostaa rakentamisen toimintaa sekä rakennustyömailla, että suunnittelutoimistoissa.

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: Are, Lemminkäinen, Caverion, YIT, Betset, Honkarakenne, HB

TAULUKKO 5 Rakennusala

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

Rakennusala on digitalisaation myötä muutosvaiheessa lähes kaikilla osa-alueilla. Jo lähivuosina keskeisiä ovat:

²² RT. R2020. akennusalan kasvajat ovat ottaneet digitalisaation tosissaan, 24.6.2020. <https://www.rakennuslehti.fi/2020/06/rt-selvitti-rakennusalan-kasvajajat-ovat-ottaneet-digitalisaation-tosissaan/>

²³ Kohtamäki Timo. 2020. Digitalisaatio tarjoaa työkaluja rakennusosalalle, RIL blogi. <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/puheenjohtajan-blogi-digitalisaatio-tarjoaa-tyokaluja-rakennusosalalle.html>

²⁴ Halttula Heikki. 2017. Miten käytämme aikaamme? Pohdintaa digitalisaation tuomista muutoksista, Rakennuslehti, 20.10.2017

- Automaation turvallisuus
- Kiinteistöjen ohjausratkaisut
- Älykkäät sähköenergiajärjestelmät
- Automaation tietotekniikka
- Kiinteistöjen tietotekniset järjestelmät
- Rakennusten automaatiojärjestelmät

Älykäs rakennus on kyber-fyysinen-järjestelmä, jossa rakennukseen asennetut sensorit mittaavat automaattisesti älyrakennuksen käyttöä, rakennuksen toimintaa ja tilaa kuvaavia suureita. Näiden pohjalta rakennuksen energiankulutusta, sähkönkulutusta, sisälämpötilaa, kosteutta ja vedenkäyttöä sekä muita rakennuksen ja laitteiden toimintaan vaikuttavia suureita seurataan ja toimijoilla säädellään automaattisesti laskettujen ennusteiden perusteella rakennuksen korkeatasoisen toimintakyvyn ylläpitämiseksi. Ennusteisiin vaikuttavat rakennuksen käyttöaste ja käyttäjien preferenssit, paikallisen ilmaston hetkittäiset sääolot ja rakennuksen sisäilmasto sekä fyysisten todellisten mitausten lisäksi virtuaaliset mallit, jotka voivat olla tekoälypohjaisia tai perustua Finite Element -malleihin.²⁵

6.6 Palveluala

Palveluala käsittää muun muassa kiinteistö- ja tilapalvelut, hoiva- ja hyvinvointipalvelut, huoltamot, laitehuolto ja ylläpito, neuvontapalvelut, työvoimapalvelut, konsultointipalvelut ja lakipalvelut. Palveluala on tärkeä työllistäjä alueellisesti. Alalle on yhä enenevässä määrin tulemassa globaaleja toimijoita, jotka aiheuttavat alueellisille toimijoille kovaa kilpailupainetta.

Tämä ala on toiminnaltaan ja toimijoiltaan hyvin monimuotoinen. Alalle kriittisiä teknologioita tulee olemaan erityisesti mobiiliverkot (5G), IoT, palvelurobotiikka, digitaaliset palvelualustat ja älysopimukset.

6.7 Liikenne & tietoliikenne ja palvelut

Logistiikan digitalisaatiostrategiassa on keskeistä, että infrastruktuuri, logistiikka ja tieto muodostavat yhdessä toimivan kokonaisuuden. Logistiikan digitalisaatiostrategian visio on siirtyä kohti tehokasta ja kestävää logistiikkaa digitalisaatiolla. Käynnissä oleva

²⁵ Vähäkainu Petri, Kariluoto Antti ja Neittaanmäki Pekka. 2019. Tekoäly ja rakennusten ennakoiva kunnossapito. Jyväskylän yliopisto, Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja No. 79/2019

pandemia on osoittanut, että pysyvä digitaalinen siirtymä tuo resilienssiä, ennakoitavuutta ja parantaa globaalia kilpailukykyä sekä mahdollisuuksia vastata ilmastohaasteeseen.²⁶

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: SOL, Posti, ISS, L&T, JKL Liikenne, Vähälä, Taipale, Telia, Elisa, DNA

TAULUKKO 6 Liikenne & tietoliikenne ja palvelut

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

Keski-Suomi on maantieliikenteen ja tietoliikenteen osalta merkittävä maakunta. Sensoripohjaiset tekoälytuetut palvelut tulevat lisääntymään liikennepalveluissa.

Tietoliikenteen ja tietoturvan kannalta maakunnalla tulee olemaan merkittävä asema Suomessa. Tällä alueella tarvitaan aktiivista päivittyvää koulutusta ja maakunnan on pyrittävä tarjoamaan uusille koulutetuille osaajille riittävät kehittymismahdollisuudet, jotta he pysyvät maakunnassa valmistumisen jälkeen.

6.8 Suunnittelutoimistot

Insinööritoimistoissa suunnitellaan teollisia koneita, laitteita ja laitoksia. Niissä kehitetään asiakkaille tuotteita ja teknologiaa, joilla laitteet yhdistetään osaksi esineiden internetiä (IoT). Suunnittelutoimistoissa käytetään tietokoneohjelmia tuotteen teknisten yksityiskohtien piirtämiseksi ja ominaisuuksien suunnittelemiseksi.

²⁶ LVM. 2020. Logistiikan digitalisaatiostrategia - Kohti tehokasta ja kestävä logistiikkaa digitalisaatiolla, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:13

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: Elomatic, Etteplan, insinööri- ja arkkitehti-toimistot

TAULUKKO 7 Suunnittelutoimistot

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

Ala on merkittävä Keski-Suomessa. Taulukon lisäksi alla seuraavat teknologiaosa-alueet ovat keskeisiä:

- Matemaattinen mallintaminen ja simulointi
- Animaatio ja visualisointi
- Tietokoneavusteinen suunnittelu
- Tietokonegrafiikka, CAD, CAE

6.9 Media- ja viihdeala

Media-alalla työn digitalisoituminen on lisännyt työhön liittyvää joustavuutta ja parantanut tiedonkulkua. Median digitalisoitumisen myötä keinot tavoittaa kuluttajia ovat lisääntyneet ja yritykset joutuvatkin ottamaan jatkuvasti käyttöön uusia markkinointiviestintään soveltuvia kanavia.²⁷ Media- ja viihdealalla digitaaliset palvelut ovat nopeasti syrjäyttäneet perinteiset palvelut - systeeminen muutos. Media ja viihde on nykyisin ubiikkia, kaikkialla läsnä olevaa ja kaikilla laitteilla käytettävää. Visuaalisuuden ja kolmiulotteisuuden lisääminen avaa uusia mahdollisuuksia. Tulevaisuuden opetusaineistot hyödyntävät media- ja viihdealan digitaalisia ratkaisuja.

²⁷ Hirvonen Jenny ja Kirves Julia. 2019. Median digitalisoitumisen vaikutukset markkinointiviestintään, opinnäytetyö, Lahden ammattikorkeakoulu, 2019

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: KSML, Yle Keski-Suomi, Paviljonki, Himos, Teatterit

TAULUKKO 8 Media- ja viihdeala

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

6.10 Matkailuala

Matkailu on yksi maailman kilpailluimpia ja nopeimmin kasvavia toimialoja, jota digitaalisten palveluiden kehitys muokkaa jatkuvasti. Globalisaatiokehitys ja digitalisaatio ovat kiihdyttäneet matkailun kilpailua niin, että uudet digitaaliset kanavat ovat tuoneet keskenään kilpailevat vaihtoehdot helposti kuluttajan vertailtavaksi. Systemaattisesti digitaalisuuden mahdollisuuksia hyödyntämällä pienikin matkailuyritys pystyy kohtaamaan kansainvälisen matkailijan useaan otteeseen matkailijan kokemuspolutta matkasta haaveilemisesta suunnitteluun ja varaamisesta matkan jälkeiseen aikaan.²⁸

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: Himos, Laajavuori, Peurunka, hotellit, matkailualan pk-yritykset

TAULUKKO 9 Matkailuala

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			

²⁸ VisitFinland. 2019. Suomen Matkailun Digitiekartta, marraskuu 2019

6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

6.11 Päivittäistavarakauppa

Digitaalisuus on voimakkaimmin kaupan toimintaympäristöä ja -edellytyksiä muokkaava tekijä. Myös alustatalous on yksi vaikuttavia ilmiöitä. Digitaalisuus on ollut tärkeä väline kaupan toiminnan tehostamisessa ja tuottavuuden lisäämisessä. Erikoiskaupassa kansainvälinen kilpailu on kovaa ja kasvaa jatkuvasti. Toisaalta digitalisaation ansiosta maailmanmarkkinat tulevat jokaisen, pienenkin yrityksen, ulottuville.²⁹ Digitalisaation merkitys on ollut etenkin tilausten, toimitusten ja kuljetusten hallinnan, energiankulutuksen optimoinnin ja digitaalisten palveluiden kehittymisen osalta³⁰.

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: K-ryhmä, S-ryhmä, Lidl

TAULUKKO 10 Päivittäistavarakauppa

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

²⁹ Kaupan liitto. 2020. Digitaalisuus - Osa kaupan murrosta, <https://kauppa.fi/kaupan-ala/digitaalisuus/>

³⁰ Lyyki-Pellikka Lotta. 2017. Digitalisaatio ja kestävä kehitys päivittäistavarakaupassa, opinnäytetyö HAMK, 2017

6.12 Ravintola-ala

Ravintola-ala muiden palvelualan yritysten lisäksi on hyötynyt teknologian kehityksestä ja digitaalisten palvelujen käyttöönotosta. Monet digitaaliset ja teknologiaa hyödyntävät toiminnot ravintoloissa ovat jo arkipäivää. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset tilaus-, varaus- ja maksuprosessit, joita hyödyntävät sekä palveluntuottajat että asiakkaankin. Digitalisaatiolla ravintola- ja hotellihenkilökunnan resursseja vapautuu tuottavampaan työhön, parempaan asiakaspalveluun ja heidän elämyksellisyytensä vahvistamiseen. Jyväskyläläinen JAMIX on kehittänyt ohjelmiston ammattikeittiön hallintaan. Kokonaisvaltainen järjestelmä sisältää muun muassa ruokaohjeiden hallinnan, ruokalistasuunnittelun, kustannus- ja ravintoarvolaskennan, varaston hallinnan ja hankinnan sekä ateriatilausten hallinnan. Kaikki tiedot linkittyvät saumattomasti toisiinsa yhdessä järjestelmässä, joka palvelee niin keittiön sisäisiä tarpeita kuin tarjoaa yhteydet sekä toimittajiin että asiakkaisiin ja tilaajiin päin.³¹

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: Ravintolaketjuyritykset

TAULUKKO 11 Ravintola-ala

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

6.13 Finanssisala

Digitalisaatio on muuttanut merkittävästi erityisesti rahoitus- ja vakuutuspalveluja. Nyt pankki- ja vakuutustoimiala on edelläkävijä digitalisaation hyödyntämisessä. Pankkipalvelut ovat jo kauan sitten siirtyneet suurelta osin verkkoon. Lohkoketju, pilvipalvelut,

³¹ JAMIX. 2020. Helppoutta ammattikeittiöön suomalaisella ohjelmistolla. <https://www.jamix.fi/>

mobilitteetti ja Big Data ovat esimerkkejä muutosvoimista, joiden myötä finanssialan toimijoille tulee kiihtyvällä vauhdilla uusia vaatimuksia asiakaspalvelulle ja teknologiselle kehitykselle. Samalla kun asiakaskäyttäytymisen muutos ja teknologiset mahdollisuudet mahdollistavat uudenlaisia palvelumalleja, niin markkinoille tulee uusia toimijoita. Finanssialan yritykset ovat pyrkineet jo usean vuoden automatisoimaan prosessejaan ja tehostamaan toimintojaan. Lisäksi omia tietovarastoja on täytynyt muokata, jotta voidaan rakentaa uusia digitaalisia palveluja olemassa olevien tietojen varaan. Pilvipalveluja hyödynnetään kustannusten hillitsemiseksi ja muutosnopeuden saavuttamiseksi.³²

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: OP, Nordea, Danske Bank, S-ryhmä, finanssialan muut toimijat

TAULUKKO 12 Finanssisala

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

Alustatalouden toimintamalleja noudattavat suuret teknologiayhtiöt, niin kutsutut big tech -yritykset (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft, Alibaba, Tencent) ovat ai-keissa laajentua finanssitoimialalle. Näillä yhtiöillä on toisistaan poikkeavat lähestymis-tavat, mutta on ilmeistä, että lähitulevaisuudessa ne muokkaavat finanssitoimialan kil-pailuasetelmaa. Big tech -yritysten kilpailuetuja voivat olla kyky toimia globaalisti, valmis laaja asiakaspohja, vahva brändi ja kyky hyödyntää eri palveluista kerättävää dataa. Li-säksi niiden huippuosaaminen teknologian kehittämisessä voi näkyä kustannustehok-kuutena, turvallisuutena tai parempana asiakaskokemuksena.³³

³² Tuominen Timo. 2020. Finanssiala vauhdittaa tehokkaita ja turvallisia digitaalisia palveluita, blogi. <https://www.finanssiala.fi/linjaukset/digitalisaatio>

³³ Suomen pankki. 2020. Globaalit talousjätit tulevat finanssialalle, 20.03.2020. <https://vuosikerto-mus.suomenpankki.fi/2019/toimintakertomus/raha-ja-maksaminen/globaalit-teknologiajattit-tulevat-fi-nanssialalle/>

Digitalisaatio tuo mukanaan mahdollisuuksia ja riskejä, joiden luonne on ymmärrettävä myös rahoitusmarkkinoiden näkökulmasta. EU:n rahoitusmarkkinoiden digitaalista häiriönsietokykyä koskeva asetusehdotuksessa vahvistetaan yhtenäiset vaatimukset rahoitusmarkkinatoimijoiden liiketoimintaprosesseja tukevien ICT-järjestelmien turvallisuudesta, joka on välttämätöntä yhtenäisen digitaalisen toimintakyvyn saavuttamiseksi. Yhteiset vaatimukset koskevat ICT-riskienhallintaa, merkittävien ICT-liitännäisten tapahtumien ilmoittamista toimivaltaisille viranomaisille, digitaalisen toimintakyvyn testausta, tietojen ja tiedustelutietojen jakamista verkkouhista ja haavoittuvuuksista sekä toimenpiteistä ja ICT-riskien hallitsemisesta suhteessa kriittisiin kolmansiin osapuoliin.³⁴

³⁴ EU komission ehdotukset Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi digitaalisesta häiriönsietokyvystä rahoitusmarkkinoilla ja asetusten (EY) N:o 1060/2009, (EU) N:o 648/2012, (EU) N:o 600/2014 ja (EU) N:o 909/2014 muuttamisesta ja direktiiviksi direktiivien 2006/43/EY, 2009/65/EY, 2009/138/EU, 2011/61/EU, EU/2013/36, 2014/65/EU, (EU) 2015/2366 ja EU/2016/2341 muuttamisesta

7. DIGITALISAATIO JULKISILLA TOIMIALOILLA

7.1 SOTE-ala

SOTE-digitalisaatiolla tarkoitetaan sitä, miten sosiaali- ja terveydenhuollon palveluissa käytetään tietojärjestelmiä, informaatio- ja kommunikaatioteknologiaa ja sähköistä tiedonhallintaa. Sähköisten palveluiden käyttö on osa SOTE-digitalisaatiota. Palvelujärjestelmän vaikuttavuutta ja tehokkuutta lisätään sähköisen tiedonhallinnan ratkaisujen avulla.³⁵

Keski-Suomen keskeisimmät toimijat alalla: KSSHP, Kunnat, Terveystalo, Mehiläinen, YTHS, Kela.

TAULUKKO 13 SOTE-ala

	2021	2030	2040
1. Massadata ja tietoaaltat			
2. Tekoälysovellutukset			
3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat			
4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data			
5. Älysopimukset			
6. Robotiikka			
7. Tietoturva			
8. Digitaaliset palvelualustat			
9. Simulointi ja digitaaliset tuotemallit			
10. Tietoliikenne			
- kuituverkot			
- 5G			
- 6G			
- satelliittiverkko			

Keski-Suomeen ollaan rakentamassa modernia SOTE järjestelmää. Maakunnassa toimii voimakkaassa kehitysvaiheessa olevat KELA:n IT-yksikkö ja useita alan yrityksiä. Keski-Suomesta on tulossa suurien investointien myötä yksi maamme merkittävimpiä SOTE-IT keskittymiä.

Maaliskuussa 2020 käynnistettiin Asiakas- ja potilastietojärjestelmän kehittämishanke ASTER. Siinä luodaan terveydenhuollon ja sosiaalihuollon yhteinen järjestelmä neljän maakunnan (KSSHP, Essote, Vaasan keskussairaala, Siun SOTE) alueella. Sosiaalihuollossa ratkaisuna IBM Curám Social Program Management ja terveydenhuollon ratkaisu

³⁵ STM. 2014. Tieto hyvinvoinnin ja uudistuvien palvelujen tukena - Sote-tieto hyötykäyttöön -strategia 2020, 2014

Cerner Millennium. Järjestelmät integroidaan ja tavoitteena on, että loppukäyttäjälle järjestelmät näyttäytyvät yhtenä järjestelmäkokonaisuutena. Järjestelmä tullaan liittämään Kantaan ja sen tulee täyttää kansalliset A-luokan tietojärjestelmän vaatimukset.

Sosiaali- ja terveysministeriö toteutti lokakuussa 2020 kyselyn, jossa tavoitteena oli selvittää, miten sosiaali- ja terveydenhuollon tiedonhallinnan ja digitalisaation kehittämistä olisi tarpeellista painottaa lähivuosina. Vastauksissa korostui muun muassa tarve:³⁶

- Eri palvelualustojen yhteen toimivuuteen ja Omakanta-palvelun laajentamiseen,
- Asiakas- ja potilastiedoista koostetulle tilannekuvalle sosiaali- ja terveydenhuollon yhteistyössä,
- Kanta-palvelujen kysely- ja välityspalvelun hyödyntämiseen tietojen välityksessä sosiaali- ja terveydenhuollon ulkopuolelle sekä
- Tiedolla johtamisen osalta korostu tarve kansalliselle, mutta myös maakunnalliselle ICT-kehittämiselle sekä tarve hyödyntää Kanta-tietoja nykyistä laajemmin ja paremmin Kelan tarjoamien ratkaisuiden avulla.

Sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalalla ollaan suuren muutoksen kynnyksellä, esimerkiksi tekoäly ja robotiikka mahdollistavat täysin uudenlaisia digitalisoituneita julkisia palveluita kansalaisten hyväksi vuonna 2025. Digitalisaatiolinjaukset on muodostettu seuraaville STM:n hallinnonalan toiminnan osa-alueille:³⁷

- Terveellisen elinympäristön turvaaminen
- Terveellisen työn
- Terveyden ja hyvinvoinnin edistäminen
- Sosiaali- ja terveysterveystoimet
- Seuranta ja tutkimus

7.2 Julkishallinto

Suomalaista yhteiskuntaa muotoillaan parhaillaan uudelleen. Isot rakenteelliset muutokset ovat käynnissä. Digitalisaatio luo omalta osaltaan puitteet muutosten onnistumiselle. Se haastaa meidät kyseenalaistamaan olemassa olevat toimintatavat ja luomaan ne uudelleen, entistä toimivammiksi ja joustavammiksi. Käytännössä digitalisaatio tuo kansalaiset ja yritykset julkisten palveluiden kehityksen keskiöön. Seniorien hyvinvointia voidaan parantaa älykkäillä terveystoimilla, lapset voivat oppia historiaa ja maantiedettä virtuaaliympäristöissä ja oman auton omistamisen tarve voi poistua, kun julkisen liikenteen palvelut pystytään tarjoamaan kokonaisvaltaisesti.³⁸

³⁶ STM. 2020. Palaute kyselyyn sosiaali- ja terveydenhuollon digitalisaation ja tiedonhallinnan tulevien vuosien painopisteistä 2021–2025, joulukuu 2020

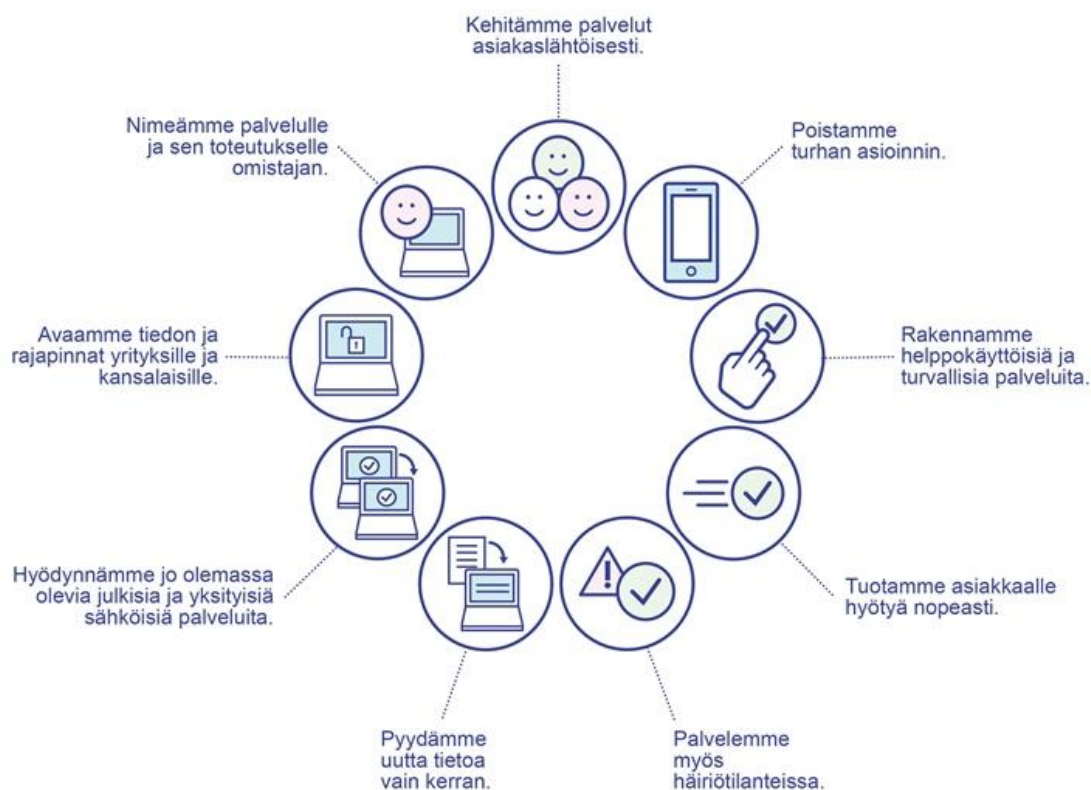
³⁷ STM. 2016. Digitalisaatio terveyden ja hyvinvoinnin tukena - Sosiaali- ja terveysministeriön digitalisaatiolinjaukset 2025

³⁸ VM. 2020. Julkisen hallinnon digitalisaatio. <https://vm.fi/digitalisaatio>

Digitalisaatiolinjausten lähtökohtana toimivat valtiovarainministeriön julkaisemat julkisen hallinnon digitalisoinnin periaatteet. Niissä kuvataan yhdeksän periaatetta, jotka toimivat digitalisoinnin yhteisinä pelisääntöinä kaikkialla julkishallinnossa. Niitä tulee myös hyödyntää tarkistuslistana digitalisaatiota hyödyntäviä kehittämishankkeita priorisoitaessa ja toteutettaessa. Julkisen hallinnon digitalisoinnin periaatteet ovat:³⁹

- Kehitämme palvelut asiakaslähtöisesti
- Rakennamme helppokäyttöisiä ja turvallisia palveluita
- Avaamme tiedon ja rajapinnat yrityksille ja kansalaisille
- Poistamme turhan asioinnin
- Tuotamme asiakkaalle hyötyä nopeasti
- Palvelemme myös häiriötilanteissa
- Pyydämme uutta tietoa vain kerran
- Hyödynnämme jo olemassa olevia julkisia ja yksityisiä sähköisiä palveluita
- Nimeämme palvelulle ja sen toteutukselle omistajan.

Julkisen hallinnon digitalisoinnin periaatteet on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13 Julkisen hallinnon digitalisoinnin periaatteet

³⁹ VM. 2017. Digitalisoinnin periaatteet, muistio, 03.04.2017

Valtioneuvoston selonteon Tuottava ja uudistuva Suomi - Digitaalinen agenda vuosille 2011–20 on yhä ajankohtainen. Sen mukaan:⁴⁰

1. Tietoyhteiskuntakehityksellä ja digitalisoinnilla on merkittävä rooli koko Suomen hyvinvoinnin ylläpitämisessä ja tuottavuuden parantamisessa. Tieto- ja viestintäteknologioiden tehokkaalla hyödyntämisellä yhteiskunnan kaikilla sektoreilla voidaan edesauttaa huomattavasti talouden kasvua.
2. Tieto- ja viestintäteknikan laajamittaisella levittämisellä luodaan palveluiden tuotantoa ja vientiä korvaamaan perinteisen tuotannon siirtymistä muualle. Digitalisoimisen mahdollistama tuottavuuden kasvu vaikuttaa suotuisasti myös julkisen sektorin kestävyysvajeeseen.
3. Siirtyminen digitaaliseen toimintaympäristöön edellyttää, että Suomi pysyy eturivin maana laadukkaiden viestintäverkkojen rakentamisessa ja käyttöönotossa.
4. Tieto- ja viestintäteknologioiden tehokkaan käytön perusedellytyksenä ovat laadukkaat, edulliset ja kaikkien saatavilla olevat viestintäpalvelut.
5. Suomalaisen tietoyhteiskuntapolitiikan haasteena on luoda edellytykset edistyksekkäiden palveluiden kohtuuhintaiselle kaupalliselle tarjonnalle. Digitaalisten peruspalveluiden tarjonta on varmistettava kaikille kansalaisille maantieteellisestä sijainnista riippumatta silloinkin, kun palveluita ei ole kaupallisesti saatavilla.
6. Jokaisella ihmisellä tulee olla oikeudet ja mahdollisuudet osallistua tasa-arvoisella tavalla Suomessa tarjottaviin sähköisiin tietoihin ja palveluihin asuinpaikasta riippumatta.
7. Suomella on edelleen paljon parannettavaa tietoyhteiskuntakehityksen täysimääräisessä hyödyntämisessä. Laadukkaat ja laajat julkiset tietovarannot ovat kansallinen vahvuutemme. Niitä täytyy voida käyttää tehokkaammin. Verovaroin tuotetun julkisen tiedon on oltava helposti kansalaisten ja yritysten saatavilla sekä jatkohyödynnettävissä uusissa palvelusovelluksissa.
8. Julkisten tietovarantojen avaaminen, hyödyntäminen, muokkaaminen ja jalostaminen luovat mahdollisuuksia uusille innovaatioille ja käyttäjäläheisille palveluille. Julkisia tietoja kuten lainsäädäntöä, tilastoja ja erilaisia rekistereitä on kyettävä hyödyntämään paremmin digitaalisten palvelujen kehittämisessä.
9. Julkishallinnolla on keskeinen rooli tietoyhteiskunnan tulevaisuuden määrittämisessä sekä kansalaisten ja yritysten arjen palveluiden tuottamisessa. Valtionhallinnon tulee jatkossa ottaa suurempi vastuu kehityksen ohjaamisesta julkishallinnossa.
10. Suomessa tietoyhteiskuntaa on julkisen sektorin toimesta kehitetty liian siilomaisesti hallinnon eri sektoreiden sisällä. Tästä on aiheutunut turhia päällekkäisiä toimintoja ja omia suljettuja tietojärjestelmiä. Tietoyhteiskunnan koordinoinnilla ilman toimeenpanovaltaa ei ole saatu riittäviä tuloksia tässä suhteessa.
11. Julkisten palvelujen digitalisoinnin tavoitteena on kustannussäästöjen ohella oltava kansalaisten parempi asiakastyytyväisyys.

⁴⁰ VNK. 2010. Tuottava ja uudistuva Suomi – Digitaalinen agenda vuosille 2011–2020, Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle, VNS 10/2010 vp

12. Elinikäinen oppinen, korkeatasoinen koulutus ja osaaminen ovat kilpailukykymme perusta myös tietoyhteiskunnassa. Tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämisen on oltava luonteva osa opetusta jo peruskoulutuksesta lähtien. On myös varmistettava, että oppilaitoksilla on ajanmukaiset tekniset valmiudet ja henkilökunnalla riittävä koulutus tietoteknologian ja sen mahdollistamien uusien pedagogisten menetelmien käyttöön.
13. Tieto- ja viestintäteknologia mahdollistaa kansalaisten entistä monipuolisemman tiedonsaannin ja osallistumisen päätöksentekoprosesseihin. Tietoyhteiskuntakehityksessä on vahvistettava kansalaisten vaikutusmahdollisuuksia ja osallisuutta yhteiskunnassa.
14. Väestö ikääntyy Suomessa lähivuosina nopeasti ja vaikutukset ulottuvat yhteiskunnan kaikille sektoreille. Tietoyhteiskuntaa kehitettäessä on kohdistettava erityistä huomiota siihen, että myös ikääntyneiden kansalaisten tietopääoma saadaan käyttöön. Kun uusia sähköisiä palveluja otetaan käyttöön, on pidettävä huoli siitä, että tieto palvelujen tarjoamista eduista ja riittävä käyttökoulutus tavoittaa kansalaiset.
15. Digitaaliset palvelut ovat siirtymässä yhä enenevässä määrin ns. pilvipalveluihin. Näissä suuret palvelinkeskittymät, tehokas tietoliikenne ja laaja maantieteellinen hajautus takaavat edullisimman tuotannon ja samalla myös suojan häiriötä vastaan. Samalla kuitenkin syntyy voimakas tarve määritellä kansallisen tietoyhteiskunnan toimivuuden kannalta tärkeät palvelut ja kriittinen infrastruktuuri. Kriittisen infrastruktuurin suojaamiseksi saatetaan tarvita kansallisia määräyksiä tai toimintavelvoitteita.
16. Tietoyhteiskuntamme pohjana oleva infrastruktuuri ja palvelut ovat globaaleja. Suomen on tuettava digitaalisten markkinoiden kehittämistä EU:n sisämarkkinoilla sekä globaalisti.
17. Suomalainen sisällöntuotanto kohtaa uudessa toimintaympäristössä entistä ankarampaa kilpailua suurempien kielialueiden tuottamasta tarjonnasta. Kovenevaan kilpailuun vastaaminen edellyttää, että kotimaisen sisältötuotannon toimintaedellytykset turvataan ja alan toimijat tekevät yhteistyötä.
18. Suomi on ollut pitkään edelläkävijä langattomassa viestinnässä. Menestykseen on vaikuttanut edistyksellinen viestintäpolitiikka, joka on luonut mahdollisuuksia uudentyyppisille teknologioille ja markkinoille. Myös jatkossa on varmistettava, että kehitys jatkuu suotuisana ja yhteyksien laatuun on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.
19. Toimiva kilpailu ja hyvä säädösympäristö takaavat edelleenkin parhaiten laadukkaat ja edulliset viestintäpalvelut suurimmalle osalle suomalaisista. Valtion rooli välttämättömyyspalveluiden turvaajana on väistämättä vahvasti mukana myös 2010-luvun viestintäpolitiikan kaikilla alueilla.
20. Uusien älykkäiden tieto- ja viestintäteknologioiden käytöllä voidaan saada aikaan merkittäviä päästövähennyksiä. Viestintäpolitiikan keinoin voidaan merkittäväällä tavalla vaikuttaa siihen, miten tehokkaasti nämä mahdollisuudet hyödynnetään ilmastonmuutoksen vastaisessa työssä. Suurimpia päästövähennyksiä voitaneen saavuttaa liikenteen ratkaisuilla, älykkäällä rakennusteknologialla ja energiaver-

koilla sekä teollisuuden laitteiden älykkään ohjaamisen avulla. Myös etätyöskentelyn, -palvelujen ja -kokouksien lisäämisellä voidaan vaikuttaa päästöjen vähentämiseen.

Selonteon visio on pääosin edelleen toimiva:

1. Ihmiset käyttävät, kehittävät ja tuottavat digitaalista tietoa, sisältöä ja palveluja luontevasti arjessaan. Nopeiden tietoverkkojen hyödyntäminen on edistänyt osaltaan työn, koulutuksen, perhe-elämän, vapaa-ajan ja muun harrastetoiminnan tasapainoa.
2. Tieto- ja viestintätekniikan tuottavuus- ja laatuvaikutuksen ansiosta hyvinvointiyhteiskunta on säilynyt ja sitä voidaan kehittää. Suomalaiseen sopimuskulttuuriin ja muutosjoustavuuteen tukeutuen julkinen hallinto, elinkeinoelämä ja kolmas sektori käyttävät digitaalisen Suomen vahvuuksia parhaalla mahdollisella tavalla yhteisen edun tavoitteluun.
3. Julkishallinto, elinkeinoelämä, tutkimus ja kolmas sektori vastaavat tehokkaasti väestön ikääntymiseen, työvoiman vähentymiseen ja julkisen talouden kestävyysteen liittyviin haasteisiin.
4. Digitaalisten palvelujen suunnittelussa lähtökohtina ovat käytettävyys, joustavuus, turvallisuus ja esteettömyys. Palvelut ovat kaikkien saatavilla.
5. Tietoyhteiskunnassa julkishallinto toimii mahdollistajana, joka edistää johdonmukaisesti avoimia toimintatapoja ja tiedon hyötykäyttöä. Tietoinfrastruktuuriin luotetaan ja tarkoituksenmukaisesta yksityisyyden suojan tasosta huolehditaan. Tietoturvallisuuteen kohdistuviin kansallisiin tai kansainvälisiin uhkiin on varauduttu ja tietoverkot toimivat myös häiriötilanteissa.
6. Tietoa jaetaan ja rikastetaan yli toimialojen, hallinnonalojen ja perinteisten hierarkioiden. Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö toimii ja palvelujen kehittämisessä hyödynnetään tehokkaasti uudet liiketoimintamahdollisuudet.
7. Julkisen sektorin keräämä, tuottama ja hallussa oleva tieto on helposti löydettävissä ja hyödynnettävissä. Ihmisellä on helppo pääsy itseään koskeviin tietoihin. Ihmistä itseään koskevat tiedot kulkevat hänen mukanaan ja ovat siten hänen omaisuuttaan ja joustavasti käytettävissä. Jokainen ymmärtää oman vastuunsa tiedon tuottajana, käyttäjänä ja jakajana. Tietoturvallinen tiedon käsittely on osa jokapäiväistä toimintaamme.
8. Suomi on omalta osaltaan luonut ja hyödyntänyt EU:n digitaalisia sisämarkkinoita.
9. Sisältöjen kotimaisuus ja laatu ovat korkealla tasolla ja ne rikastavat ihmisten elämää. Digitaaliseen ympäristöön sovellettavia uusia liiketoimintamalleja on syntynyt ja ne edistävät sisältöjen käyttöä.
10. Digitaalisten palvelujen ja sisältöjen tasapuolinen verokohtelu on toteutunut.
11. Tieto- ja viestintätekniikkaa hyödynnetään monipuolisesti oppimisen tukena ja mahdollistajana. Nopeat yhteydet verkkoon, oppimista tukevat digitaaliset aineistot ja verkkopalvelut ovat kansalaisten laajassa käytössä edistäen elinikäistä oppimista.
12. Opastusta ja neuvontaa tieto- ja viestintätekniikan käyttöön asiointissa ja yhteydenpidossa on helposti saatavilla, erityisesti ikääntyneiden tarpeisiin.

13. Suomi on jatkanut menestystään luomalla digitaalisesta palvelumarkkinasta uuden kilpailukyvyyn, kasvun ja hyvinvoinnin tukijalan. Suomi toimii edelläkävijänä digitaalisten palveluiden, kuten julkisten ja avoimeen dataan perustuvien palveluiden, kaupallisten asiakas- ja yhteisöpalveluiden sekä infrastruktuuripalveluiden kehittäjänä ja tarjoajana. Innovaatioita ja uutta liiketoimintaa syntyy tietojen avoimesta yhdessä jalostamisesta.
14. Myös perinteisen tuotantotoiminnan toimintamalleja on kehitetty ja suunnattu uudestaan. Tuotannon painopiste siirtyy tuotteista palveluihin, millä kasvatetaan lisäarvoa asiakkaalle ja tuetaan samalla kestävä kehitystä.
15. Tieto- ja viestintätekniikka on valjastettu tehokkaasti kestäväan kehitykseen ja ilmaston muutoksen torjuntaan, jossa panostukset tutkimus- ja kehittämistoimintaan ovat tuottaneet tuloksia. Älytekniologia ohjaa yhteiskunnan toimintaprosesseja ekologiseen ja kestäväan suuntaan esimerkiksi liikenteessä ja asumisessa. Myös julkisessa palveluverkostossa ja yrityskäytössä merkittävästi lisääntynyt etäpalvelujen käyttö edistää ympäristöystävällisyyttä.
16. Tekniikan tutkimuksen rinnalla myös muuhun tutkimukseen on ohjattu tutkimusvaroja. Tämä tukee kasvuyritysten kehitystä ja arviointia tietoyhteiskunnan tilasta eli taloudellisesta ja sosiaalisesta muutoksesta.
17. Suomalaiset tutkijat hyödyntävät laajasti e-tutkimukseen rakennettua infrastruktuuria ja palveluita. Tutkimus on kansainvälisesti korkeatasoisia ja verkostoitunutta, mikä synnyttää uutta hyvinvointia ja innovaatioita.
18. Julkisen hallinnon päätöksenteon taustamateriaali on saatavilla ja vertailtavissa ymmärrettävässä muodossa. Sosiaalinen media on vuorovaikutuksen ja viestinnän oleellinen osa. Kansalaisilla on mahdollisuus vaikuttaa tietoverkkojen ja digitaalisten palvelujen avulla valmisteluun ja päätöksentekoon.
19. Lainsäädäntö tukee toimivien digitaalisten palvelumarkkinoiden luomista. Lainsäädännöllä määrättyjen palvelujen järjestämisvastuu on toteutettu yhteistyössä elinkeinoelämän ja kolmannen sektorin kanssa. Kansallisia vahvuuksia älykkäästi ja ketterästi hyödyntäen vahvistetaan myös maamme systeemistä kilpailukykyä.

Julkisen hallinnon digitalisaation edistämisen tilannekuva toukokuulta 2020 on esitetty kuvassa 14.⁴¹

⁴¹ Saarijärvi M. 2020. Julkisen hallinnon digitalisaation edistämiseen tarvitaan mittareita ja tietoa tilannekuvasta – miten sinä kehittäisit mittareita? kolumni 28.5.2020.

Digipalveluiden tarjonta ja ekosysteemit

- Ekosysteemit kehittyvässä
- **224** ensisijaisesti digitaalista valtion palvelua

Digipalveluiden käyttö ja asiakastytyvyisyys

- Koronatilanne lisännyt huomasti digipalvelujen tarvetta ja käyttöä
- Valmisteilla yhteinen asiakaspalautusökalu

Digipalveluiden saavutettavuus

- Valtiovarainministeriön kyselyn mukaan **28 %:lla** vastanneista on verkkosivustollaan saavutettavuusseloste



Digipalveluiden luotettavuus

- **Yli puolet** kokee verkkopalvelujen käytössä palvelujen laatuun ja luottamukseen liittyviä esteitä
- Noin **99 %:lla** kansalaisista tietoturvahuolet eivät estä viranomaisasiointia internetissä

Digitaidot

- Suomalaisista **76 %:lla** on digitaaliset perustaidot tai sitä paremmat digitaidot
- Yrityksistä **15%** kokee tarvitsevänsä paljon tukea digitaalisessa asiointissa

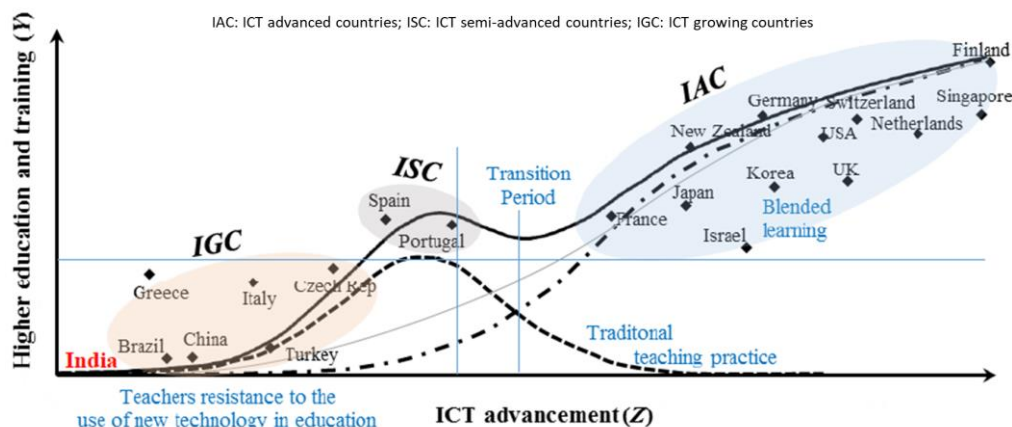
Kustannusvaikuttavuus

- Muutosverokortin hakeminen (Verohallinto):
 - Käyntiasioinnissa: 10 € / verokortti
 - Puhelinasioinnissa: 6 € / verokortti
 - Sähköisessä asiointissa: 1 € / verokortti

Kuva 14 Julkisen hallinnon digitalisaation edistämisen tilannekuva

8. TUTKIMUS JA KOULUTUS

Suomen korkea-asteen koulutuksen ja ICT:n kehitys on ollut maailman huippuluokkaa. Kuvassa 15 on kuvattu tätä kehitystä 20 maan osalta.⁴²



Kuva 15 Korkea-asteen koulutuksen ja ICT kehitys 20 maassa

8.1 Digitaalinen oppiminen

Digitalisaatio ja yhteiskunnan uudistaminen luonnon ja ympäristön kannalta kestäväksi muuttavat nopeasti ja merkittävästi työtä sekä osaamistarpeita. Osaamistason nostossa onnistuminen on yksi tulevaisuutemme keskeisimmistä kysymyksistä.

COVID-19 pandemian vaikutuksista koulutukseen on kerättävä kaikki mahdollinen tieto ja sitä on hyödynnettävä tehokkaasti. Onnistumiset ja haasteet koulutuksen muutoksessa on raportoitava ja analysoitava akateemisesti. Tämä tarkoittaa, että tietoa on kerättävä aktiivisesti opettajilta, oppilailta ja perheiltä. Lisäksi käytössä olleet tekniset ratkaisut ja niiden rajoitteet on arvioitava.

Tiedon tukemana Suomeen voidaan kehittää digitaalinen tekoälytuettu koulutus- ja oppimisjärjestelmä SOTE-IT -järjestelmän mallin mukaisesti sisältäen erilaisia tietovarantoja, palvelukokonaisuuksia ja toimintaympäristöratkaisuja.

Koulutus- ja oppimisjärjestelmä muodostuisi oppijan omatiedosta ja valtakunnallisesta digitaalisesta sisältö- ja palvelualustasta, joihin liittyy digitaalinen oppimisympäristö ja

⁴² Watanabe Chihiro, Naveed Kashif, Pekka Neittaanmäki. 2017. Co-evolution between Trust in Teachers and Higher Education toward Digitally-rich Learning Environments, Technology in Society. doi: 10.1016/j.techsoc.2016.11.001.

koulun oppilasarkisto. Tähän oppija liittyy käyttöliittymällään ja häntä avustaa digitaalinen omaopettaja.

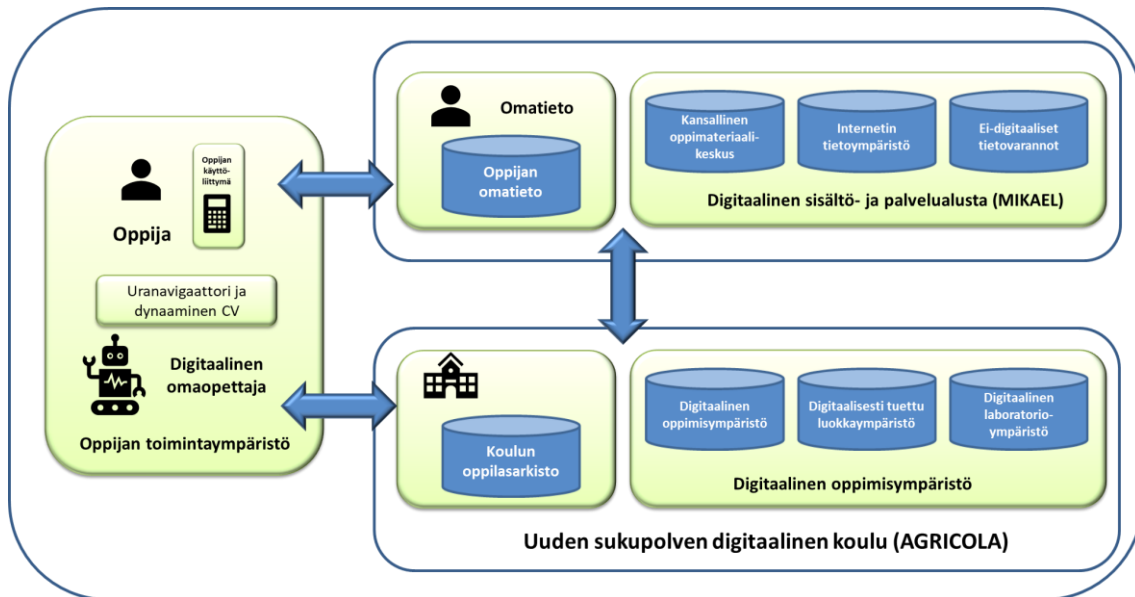
Opetus- ja kulttuuriministeriön (OKM) sekä Opetushallituksen (OPH) johdolla voidaan digitaalinen koulutus- ja oppimisjärjestelmä rakentaa samaan tapaan kuten STM on rakentanut kansallisen SOTE järjestelmän Kanta -terveystietokantoihin. Kansallisen järjestelmän keskeisenä ytimenä olisi Kanta-järjestelmää vastaava oppilastietojärjestelmä ja digitaalinen sisältöalusta oppimateriaalikeskuksineen, jossa perinteisten sisällön tuottajien ja kirjakustantajien lisäksi yliopistoilla, oppimISRatkaisuja tarjoavilla yrityksillä, YLE:llä ja lehtikustantamoilla voisi olla keskeinen rooli.

Materiaalitietokannan tarkoituksena on tarjota ajantasaista ja monimuotoista oppimismateriaalia kustannustehokkaasti kaikille oppilaille. Järjestelmän taloudellinen vaikutus olisi merkittävä säästö.

Oppimisen etenemisen tallentuu oppijan omaan henkilökohtaiseen tietokantaan, josta näkyy, miten ratkaisuun on päädytty ja mitä ongelmia on ollut. Tarjoamalla oppilaille keskitetyn tietokannan pystymme kustannussäästöjen lisäksi tasa-arvoistamaan koulujärjestelmäämme. Oppimateriaalitietokannan kautta pystytään tarjoamaan standardoitua koulutusta lähiopetuksen lisäksi. Tekoälykyvykkyydet järjestelmän osana tarkoittavat helppokäyttöisyyttä sekä oppimisen tukemista mahdollisimman tehokkain keinoin. Opiskelijoille, opettajille ja hallintohenkilökunnalle voidaan tarjota omia tekoälytuettuja työkaluja.

Digitalisaation kehitys antaa mahdollisuuden aivan uudentlaiselle digioppimiselle ja digiopettamiselle. Tekoäly antaa mahdollisuuden keskittyä opiskelijan yksilöllisiin tarpeisiin. Tekoäly tarjoaa paljon mahdollisuuksia jakaa tietoa ympäri maailmaa. Tekoälyratkaisujen avulla opiskelijat voivat opiskella erilaisia kursseja ja koulutusohjelmia.

Kuvassa 16 on esitetty malli Suomen koulutus- ja digitaalinen tekoälytuettu oppimisjärjestelmän toimintaympäristöstä.



Kuva 16 Suomen koulutus- ja digitaalinen tekoälytuettu oppimisjärjestelmä

Digitaalisuuden hyödyt saavutetaan vasta, kun **riittävän moni käyttää digitaalisia palveluja**. Digitaalisuus vaatii siksi helppokäyttöisyyttä, koulutusta ja markkinointia. Digitaalisuuden suurimmat hyödyt saavutetaan opetuksessa, kun **opetuksen kaikki prosessit** mietitään, suunnitellaan ja toteutetaan uudella digitaalisella tavalla. Pelkkä opetuksen jakaminen verkossa ei ole tehokasta. Kannattaa yhdistellä videoseminaareja, digitaalisia oppimisjärjestelmiä sekä paikan päällä annettavaa perinteisempää opetusta ja ryhmätyöskentelyä. Peruskoulu, toinen aste ja korkeakoulutus vaativat luonnollisesti kukin erilaiset digitaaliset ratkaisunsa. Digitaalisessa maailmassa oppilaista tulee enemmän osa oppimisprosessia ja vähemmän opetuksen kohteita. Mitä aikaisemmassa vaiheessa nuoret pääsevät elämään digitaalisessa ympäristössä, sitä luontevammin he osaavat kääntää digitalisaation mahdollisuuksia konkreettisiksi palveluiksi sekä omassa elämässään että työelämässä.

Suomeen rakennettava järjestelmä tulisi olemaan malliesimerkki muille maille, mikä veisi meidät globaalin kehityksen ytimeen. Suomeen rakennettavat maailman ensimmäiset digitaaliset SOTE- ja koulujärjestelmät voisivat olla merkittävä myyntituote. Suomessa voisi olla myös rooli korruptoitumattoman oppilastietokannan ylläpitäjänä.

Suomen SOTE-IT ja digitaalisen digitaaliseen tekoälytuettuun koulutus- ja oppimisympäristöratkaisun kansainvälistämistä tulisi tehdä osana kehitystyötä. Suomessa on paljon yksittäisratkaisuja, joita yksittäisenä ratkaisuna on vaikea viedä ulkomaille. Vientitoiminta tulisi toteuttaa kokonaisratkaisuna, jossa julkisten ja yksityisten toimijoiden yhdistävät voimavaransa. Yksi mahdollinen toimija voisi olla Ilmastorahasto Oy, joka pääomittaisi yhdessä Business Finlandin ja SITRA:n kanssa kaupallistamistoimintaa.

Tämä alaluku 8.2 tiivistetty laajemmasta tekstistä, joka on julkaistu Tiedepolitiikka 2/2020 lehdessä: Pekka Neittaanmäki, Martti Lehto ja Matti Savonen - *Maailma on muuttunut ja myös koulutuksen on muututtava*.

8.2 Maakunnan koulutus- ja T&K –haasteet

Maakunnan kilpailukyvyyn ratkaisee osaava työvoima ja yritysten pysyminen kehityksessä mukana.

Digitalisaatioon liittyvät tiedot ja taidot pitäisi sisältyä koulutukseen ammatillisessa, ammattikorkeakoulussa ja yliopistossa. Keski-Suomen korkeakoulututkinnon suorittaneiden työttömyys on huolestuttava. Keski-Suomessa on samanaikaisesti korkeakoulututkinnon suorittaneiden työvoimapula (esim. IT-ala) ja toisaalta ylitarjonta. Koulutusta ei ole uudistettu yhteiskunnan tarvetta vastaavaksi. Ongelmana Keski-Suomessa on myös, että useat ovat joutuneet työllistymään koulutustaan vastaamattomiin työtehtäviin, joihin he ovat olleet ylikoulutettuja.

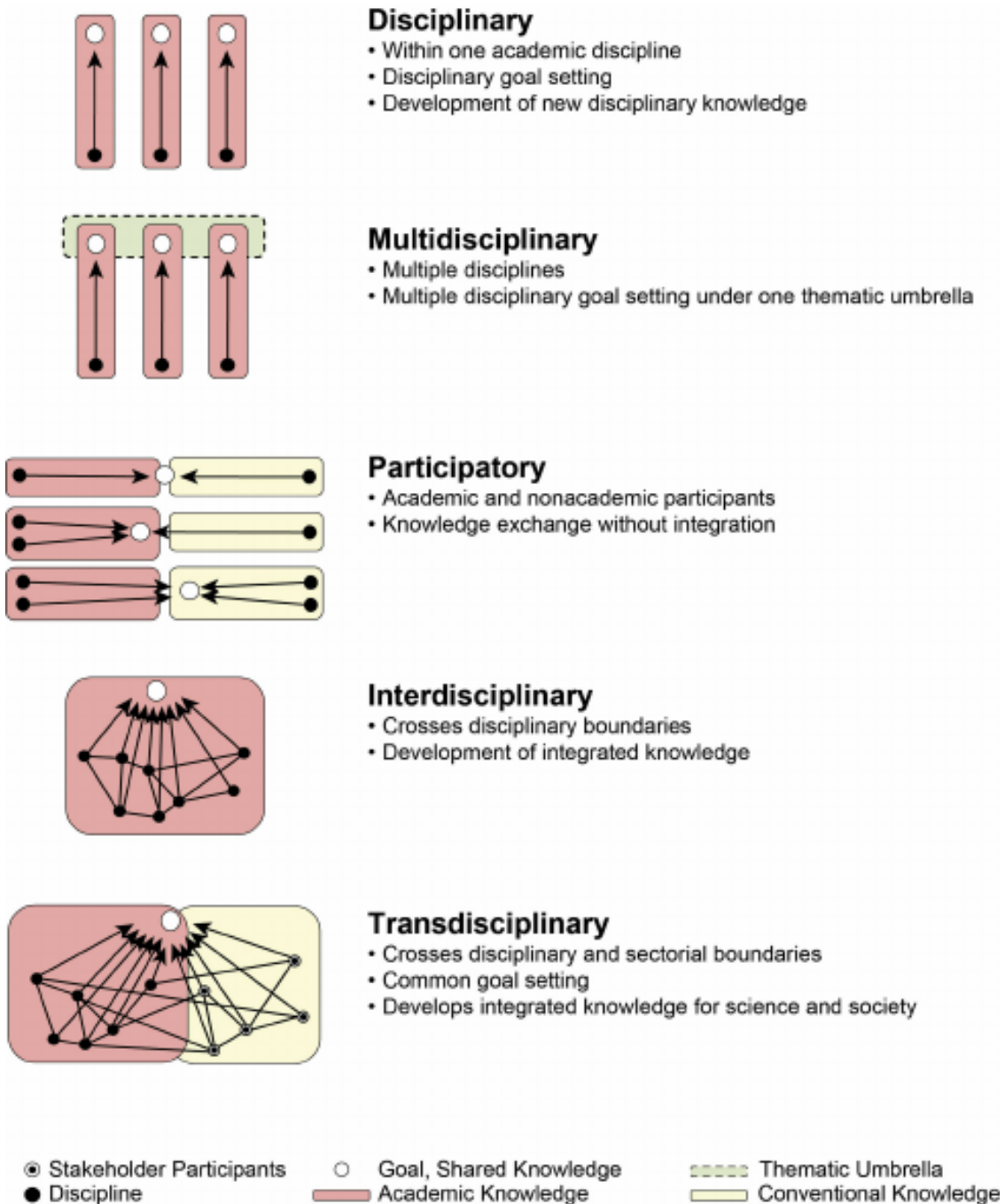
Myös yleissivistävässä koulutuksessa peruskoulusta lukioihin digitaaliset lukutaidot ja digitalisaation hyödyntäminen tulisi sisällyttää koulutukseen. Tutkimuksen osalta tulisi Keski-Suomessa hyödyntää hyväksi osoittautuneita toimintamalleja Vaasasta ja Oulusta. Maakuntien pääkaupungit ovat toimineet vetureina koko maakunnassa.

T&K toiminnan osalta Keski-Suomessa julkisen sektorin osuus on noin 70 %. Maan johtavissa maakunnissa yksityisen sektorin T&K panostukset ovat luokkaa 60 % - 70 %.

Yksittäisiä hankkeita on kymmeniä, jopa satoja, mutta ne ovat irrallisia ja vaikuttavuus jää vähäiseksi. Maakunnassa tulisi pyrkiä tehokkaampiin tutkimus- ja kehityshankkeisiin hyödyntämällä toimialojen rajat ylittäviä hankekokonaisuuksia (transdisciplinary research).

Innovaatiotutkimuksessa ratkaistaan monimutkaisia yhteiskunnallisia ongelmia, mikä edellyttää spesifejä tutkimusmenetelmiä. Laajat, monialaiset, monitieteiset, ja monivuotiset tutkimushankkeet edellyttävät systeemipohjaista lähestymistä, jossa dynaamisten rakenteiden ja prosessien avulla voidaan toteuttaa tutkijaryhmien ja sidosryhmien välistä yhteistyötä.

Kuvassa 17 on esitetty erilaisia tutkimushankemalleja.



Kuva 17 Graafinen esitys tieteellisen, monitieteisen, osallistavan, monitieteisen ja monialaisen tutkimuksen käsitteistä.⁴³

⁴³ Morton, Lois, Eigenbrode, Sanford, Martin, Timothy. 2015. Architectures of adaptive integration in large collaborative projects. Ecology and Society. 20. 5. 2015. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07788.10.5751/ES-07788-200405>.

9. TOIMENPIDESUOSITUKSET JA MAAKUNTA VUONNA 2040

Keski-Suomen kehitystä ohjaavan entistä enemmän globaalit kehitystrendit ja sopimukset esim. ilmastonmuutosten osalta sekä digitalisaatio ja siihen liittyvät eri teknologiat. Erityisesti tekoälytuetut palvelujärjestelmät, globaalit palvelualustat ja autonomiset järjestelmät vaikuttavat kehitykseen. Digitalisaatio ulottuu kansalaisten arkeen, yritysten liiketoimintaan ja julkisen hallinnon toimintaan ja palveluiden tuottamiseen.

Keski-Suomen maakunnan mukana pysymiseen kehityksessä voidaan vaikuttaa. Seuraavassa on hahmoteltu kaksi toimintalinjaa:

Vaihtoehto 1. Perinteinen tilanteisiin reagoiva strategia

- Reagoidaan ministeriöiden pyyntöihin ja julkishallinnon ratkaisuihin
- Reagoidaan yritysten toiveisiin
- Maakunnan T&K panostukset yksityisellä sektorilla passiivisimman 25 % joukossa

Vaihtoehto 2. Ennakoiva ja aktiivinen kehittäminen

- Laaditaan maakunnan vahvuuksiin pohjautuva globaalit digitalisaatiotrendit huomioon ottava strategia
- Kehitetään T&K-toimintaan ja digitalisaatioalan koulutusta niin, että olemme koulutuksessa ja T&K-toiminnoissa maan top 25 % ryhmässä vuoteen 2030 mennessä ja top 10 % ryhmässä vuoteen 2035 mennessä.

Keski-Suomessa tulisi laatia strategia siitä, kuinka maakunnassa otetaan huomioon globaalit megatrendit ja digitalisaation eri teknologia-alueiden mukanaan tuomat vaikutukset. Tavoitteena on tehdä Keski-Suomesta johtava digimaakunta Suomessa.

Taulukossa 14 on esitetty Sitran megatrendit ja niiden keskeinen vaikutus Keski-Suomeen ja millaisia toimenpiteitä tarvitaan esitettyjen haasteiden ratkaisemiseksi.

TAULUKKO 14 Maakunnan kehittäminen ottaen huomioon Sitran megatrendit

Megatrendi	Vaikutus Keski-Suomeen	Tarvittavat toimenpiteet
Ekologinen muutos - Ilmastonmuutos ja muut ympäristöhaasteet ovat erityisesti yhteisen toiminnan ongelmia – miten toteutetaan siirtymä kestävämpään yhteiskuntaan.	Keski-Suomi on erikoistunut vahvasti metsä- ja metalliteollisuuteen. Metsätalouden työpaikkaosuus on kaksinkertainen koko maahan verrattuna.	Ympäristöhaasteiden taklaamisessa Keski-Suomea tulee kohdella reilusti ja samalla maakunnassa tulee panostaa uusiin kestävä kehitystä edesauttaaviin teknologioihin.
Demografinen muutos - Työikäisten ja lasten osuus vähenee ja eläkeläisten osuus kasvaa Suomessa. Väestön ennustetaan lisäksi keskittyvän muutamiin kaupunkeihin.	Keski-Suomessa väestö kasvaa Jyväseudulla, mutta muilla alueilla väestö vähenee.	Kehityksen hillitsemiseksi tarvitaan voimakkaita aluepoliittisia toimia, jossa digitalisaation avulla voidaan lisätä etä- ja mobiilityötä. Kehittämistyön pääkohteena on estää lisääntyvä

		polarisaatio eri kuntien ja seutujen välillä.
Verkostoituminen vahvistuu - Tulevaisuudessa merkitystä on yhä enemmän verkostoilla ja vuorovaikutuksella. Informaatiovaihtaminen vahvistuu.	Kansalaisten suuremmalle roolille poliittisessa päätöksenteossa on voimakasta kysyntää. Maakuntahallinnon kehittyessä tarve kasvaa.	Maakunnallisessa päätöksenteossa kansalaisia tulisi kuulla ja heidän mielipiteitään kysyä aktiivisesti ajankohtaisissa asioissa (osallistava demokratia). Tähän erilaiset digitaaliset ratkaisut antavat erinomaisia mahdollisuuksia.
Teknologia sulautuu kaikkeen - Teknologia kehittyy nopeasti ja uudet sovellukset otetaan ripeästi käyttöön. Teknologia vaikuttaa toimintatapoihin, yhteiskunnan rakenteisiin ja ihmisten arkipäivään. Kehitys voi aiheuttaa eriarvoistumista.	Uusia innovaatiota tulee esiintymään kiihtyvään tahtiin. Lyhyellä tähtäimellä suurimmat muutokset tuo tekoälysovellusten yleistymisen. Keski-Suomessa tämä näkyy uusien palveluiden ja palvelualustojen ilmentymisessä sekä julkisissa että yksityisissä palveluissa. Tekoäly läpäisee yhteiskunnan samaan tapaan kuin internet aikanaan.	Keski-Suomen on tehostettava T&K&I-toimintaa disruptiivisten teknologioiden alueilla ja löydettävä keihäänkärjet, joihin panostetaan merkittävästi.
Talousjärjestelmä etsii suuntaansa - Talouteen kohdistuu yhä voimakkaampia muutospaineita johtuen erityisesti eriarvoisuuden kasvusta ja ekologisesta kestävyyskriisistä.	Taloutta on muuttanut ja muuttaa edelleen myös digitalisaatio, erityisesti alustatalouden kehitys. Keski-Suomessa uudet palvelualustat ja digitaaliset palvelukonseptit muuttavat toimintatapoja ja -kulttuuria. Tähän mennessä kehitys on suosinut suuria teknologiayrityksiä ja alustamonopoleja.	Keski-Suomen tulisi alustataloudesta löytää itselleen merkityksellisiä kehittämismahdollisuuksia sekä itse alustan että sisältötuotannon osalta. Tässä merkittävää on T&K&I-toiminnan lisääminen ja alan yritystoiminnan toimintaedellytysten vahvistaminen.

Taulukossa 15 on esitetty digitalisaation eri alojen keskeinen vaikutus Keski-Suomeen ja millaisia toimenpiteitä tarvitaan esitettyjen haasteiden ratkaisemiseksi.

TAULUKKO 15 Maakunnan kehittäminen digitalisaation näkökulmasta

Digitalisaatio-ala	Vaikutus Keski-Suomeen	Tarvittavat toimenpiteet
Massadata ja tietotaltaat	Päätöksenteon tueksi tarvitaan nopeasti ja laadukasta tietoa.	Muodostetaan Keski-Suomen maakunnan tietoallasarkkitehtuuri, johon kootaan yhteen laaja-alaisesti eri toimialojen tuottama data. Maakunnan tietotaltaasta dataa voidaan keskitetysti siirtää tietovarastoihin jatkoprosessointia ja analytiikkatoimintoja sekä tekoälypohjaisia sovelluksia varten. Samalla tulee vahvistaa Bid data tutkimusta ja opetusta.
Tekoäly ja sovellusalueet sekä te-	Tekoäly mahdollistaa suurten datamäärien varastoinnin sekä prosessoinnin älykkäällä tavalla	Keski-Suomessa tulee lisätä tekoälyn ja sen sovellusten tutkimusta ja opetusta sekä alan

koälypohjaiset datatankäsittelytekniikat	ja se nimenomaan muuntaa relevanttia informaatiota funktionaalisiksi työkaluiksi.	yritysten toimintaedellytysten luomista ja vahvistamista. Riittävillä panostuksilla on Keski-Suomeen luotavissa alan vahva osaamiskeskittymä, jossa hyödynnetään alan johtavien kansainvälisten yritysten osaamista.
Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data	Esineiden internetin avulla voidaan toteuttaa mm. automaatiota kotona, valmistaa kuluttajapalveluita. Sitä voidaan hyödyntää sairaalaympäristössä, avustetussa asumisessa ja kuntoilussa. IoT-tekniikkaa on hyödynnetty mm. KIRA-alalla, kuljetuksessa, maataloudessa, älykäsissä kaupungeissa, prosessiautomaatioissa, ja turvallisuudessa.	IoT luo aivan uusia toimintaympäristöjä, joissa erilaisia palveluita voidaan tuottaa. Sensoriteknologian kehittyminen yhdessä satelliittipaikannuksen ja 5G-tiedonsiirron kanssa antavat aivan uusia mahdollisuuksia palveluiden tuottamiseen. Keski-Suomessa tulee lisätä alan tutkimusta vahvistaa alan yritysten toimintaa tällä sektorilla, jotta maakunnallisesti voidaan tuottaa tietoa, laitteita, palveluita ja ratkaisuja eri yritysten käyttöön.
Älysopimukset	Älysopimukset perustuvat lohkoketjuteknologiaan. Se mahdollistaa digitaalisen arvon siirron ja sitä voi aineellisen tai aineettoman omaisuuden rekisteröinnissä, inventoinnissa ja vaihdossa. Lohkoketjuun säilötty tieto voi olla mm. kiinteistö, tekijänoikeus, patentti, tai terveys-tieto.	Älysopimuksilla ja lohkoketjuteknologialla voidaan luoda turvallisia tiedonsiirto- ja tallennusratkaisuja. Keski-Suomessa tulee lisätä alan tutkimusta ja maakunnassa tulisi tehdä pilot-hanke, jossa rakennettaisiin lohkoketjuteknologiaan perustuva tiedonsiirto ja tallennusratkaisu valitulle julkisen hallinnon palvelulle.
Robottiikka ja autonomiset järjestelmät	Teollisuusrobottien ja palvelurobottien käyttö tulee kasvamaan monilla eri aloilla. Robottiikalla on tehostettu toimintoja ja aikaan saatu säästöjä. Tätä kehitystä voidaan hyödyntää myös Keski-Suomessa	Erityisesti sairaaloissa on voitu robotiikalla tehostaa toimintoja. Suomessa käytetään vielä vähän kognitiivisia ja älykkäitä robotteja. Keski-Suomessa tulee lisätä alan tutkimusta ja opetusta sekä maakunnassa tulisi tehdä pilot-hanke, jossa testattaisiin älykästä robotiikkaa Nova-sairaalassa valitussa toimintaympäristössä.
Tietoturva – kyberturvallisuus	Digitalisoituva toimintaympäristö lisää kyberhyökkäyksiä yksilöitä, yrityksiä ja julkista hallintoa sekä kriittistä infrastruktuuria kohtaan. Myös Keski-Suomessa eri tahot voivat joutua kyberhyökkäysten kohteeksi ja altistua tietomurroille ja infrastruktuurin lamauttamiselle.	Kyberturvallisuuden toteuttamiseksi tarvitaan toimenpiteitä, joilla suojaudutaan kyberhyökkäyksiä ja niiden vaikutuksia vastaan sekä toteutetaan tarvittavia vastatoimenpiteitä. Keski-Suomi on maan johtava kyberturvallisuuden tutkimuksen, opetuksen ja harjoitustoiminnan keskus. Tätä tulee edelleen vahvistaa. Keski-Suomessa voitaisiin laatia ensimmäinen maakunnallinen kyberturvallisuusstrategia.

Digitaaliset palvelualustat	Alustataloudessa kaikki sidosryhmät (tuottajat, jakelijat, kuluttajat jne.) kytkeytyvät digitaalisen alustan kautta toisiinsa. Keski-Suomen elinkeinorakenne siirtyy kohti palveluvaltaisempaa rakennetta, jossa alustatalous etenee ja erityisesti isot kansainväliset toimijat valtaavat alaa.	Digitaaliset palvelualustat ovat nykyajan arjen peruspilari, jota tulee vahvistaa Keski-Suomessa. Alustatalouden toimintaedellytyksiä tulee vahvistaa osana maakunnan elinkeinopolitiikkaa.
Simulointi, digitaaliset mallit	Simulointi, animaatio, virtuaalitodellisuus ja laajennettu virtuaalitodellisuus ovat keskeisessä asemassa suunnittelussa, toteutuksessa, järjestelmien ylläpidossa, huollossa ja henkilöstön koulutuksessa. Erilaiset virtuaaliratkaisut tulevat laajentumaan eri toimialoille Keski-Suomessa.	Alan tutkimusta ja opetusta tulee vahvistaa, sillä tämän alan osaajista on suuri puute. Keski-Suomessa voidaan kehittää vahvaa alan osaamista yritysten ja palveluntarjoajien tarpeisiin.
Digitalisaatioon liittyvät tietoliikennetekniikat	Huippunopeat ja toimintavarmat laajakaistayhteydet ovat keskeinen edellytys palveluiden ja liiketoiminnan kehittymiselle maakunnassa. 5G/6G-verkot ovat seuraavan sukupolven mobiiliverkkoja, jotka mahdollistavat aiempaa nopeammat ja luotettavammat yhteydet mobiililaitteille. Keski-Suomessa laajakaistahankkeet ovat edenneet hitaasti ja palvelun saatavuus ei ulotu koko maakunnan alueelle. Keski-Suomessa 5G-verkko toimii Jyväskylässä ja lähitulevaisuudessa muutamalla muulla paikkakunnalla.	Valtioneuvoston <i>Laajakaista kaikille</i> -hanke ja sen jatkohanke nopea laajakaista, pyrkivät takaamaan kansalaisille tasa-arvoiset mahdollisuudet liittyä huippunopeaan tietoliikenneyhteyteen riippumatta asuinpaikasta. Keski-Suomessa tulee investoida voimakkaasti hankkeen edistämiseksi. 5G/6G teknologia yhdessä laajakaistaverkon kanssa muodostavat maakunnallisen tietoverkon, jossa voidaan tuottaa palveluita maakunnan asukkaille, yrityksille ja julkisille toimijoille. Maakunnassa tulee vahvistaa alan tutkimusta ja opetusta, jotta alan toimijoille voidaan tarjota määrällisesti ja laadullisesti sopivia huippuosajia. Avaruusteknologian osalta maakunnan tulee tehdä vahvaa yhteistyötä kansallisella ja kansainvälisellä tasolla, jotta maakuntaan saadaan tarvittavaa osaamista myös tältä alalta.

LIITE 1 Digitalisaatiokehittäminen 2006–2020

Tämä analyysi osoittaa, että EU:ssa ja Suomessa on eri ohjelmin ja strategioin pyritty kehittämään digitaalista yhteiskuntaa.

Euroopan komission vuonna 2006 julkaistun **i2010-aloitteen**⁴⁴ tavoitteena oli muodostaa kasvua ja työllisyyttä edistävän uudistetun Lissabonin strategian ytimen. i2010:ssä tavoitteena oli ratkoa uudenaikaisen tietoyhteiskunnan keskeisiä haasteita ja edistää komission, jäsenvaltioiden ja kaikkien sidosryhmien välistä kumppanuutta, jotta digitaalitalous saataisiin palvelemaan Euroopan etua. Aloitteessa oli yksilöity joukko keskeisiä toimia, jotka on määrä toteuttaa vuosina 2005–2010. Jo tuolloin todettiin, *etteivät panostuksen ICT-alaan ole parantaneet EU:n maailmanlaajuista asemaa alan investointien jäädessä edelleen kilpailijoistamme jälkeen. Yhdysvallat on vuodesta 2000 johdonmukaisesti investoinut ICT-alaan lähes kaksi kertaa niin paljon kuin EU ja Kiinasta on tullut ICT-hyödykkeiden suurin viejä. Aloitteen mukaan ei ollut mitään merkkejä sellaisesta kehityssuunnan muutoksesta tai ICT-kehityksen nopeutumisesta, joka voisi saattaa EU:n kestäväälle kasvun ja kilpailukyvyn tielle.*

Maaliskuussa 2010 julkistettu **Eurooppa 2020 -strategian**⁴⁵ tarkoitus oli varmistaa, että Euroopan unionin (EU) talouden elpymistä talous- ja finanssikriisistä on tukemassa uudistuksia, jotta voidaan rakentaa vahva peruste kasvuille ja työpaikkojen luonnille vuoteen 2020 mennessä. Eurooppa 2020 -strategian avulla EU:n oli määrä saavuttaa kasvu, joka on:

- Älykästä ja perustuu osaamisen ja innovoinnin kehittämiseen
- Kestävää ja perustuu vihreämpään, resurssitehokkaampaan ja kilpailukykyisempään talouteen
- Osallistavaa ja tähtää työllisyyden sekä sosiaalisen ja alueellisen yhteenkuuluvuuden lisäämiseen.

Eurooppalainen digitaalistrategia⁴⁶ oli yksi Eurooppa 2020 -strategian seitsemästä lipulaivahankkeesta; siinä kuvataan, kuinka tieto- ja viestintätekniikan käyttö on keskeisessä asemassa, jos EU haluaa saavuttaa vuodelle 2020 asettamansa tavoitteet. Tämän strategian tarkoituksena oli viitoittaa tie, jolla ICT:n yhteiskunnalliset ja taloudelliset mahdollisuudet voidaan hyödyntää mahdollisimman laajasti. Strategian mukaan *digitaalitekniikan laajempi ja tehokkaampi käyttö antaisi Euroopalle mahdollisuuden vastata keskeisiin haasteisiinsa ja parantaa eurooppalaisten elämänlaatua*. EU komissio määritteli seitsemän merkittävintä estettä digitalisaation hyödyntämisessä. Niitä ovat

⁴⁴ EU komission tiedonanto neuvostolle, Euroopan parlamentille, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, i2010 – Ensimmäinen vuosikertomus eurooppalaisesta tietoyhteiskunnasta, SEC(2006) 604}19/05/2006

⁴⁵ EU commission. Communication from the Commission, Europe 2020, A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM(2010) 2020 final, Brussels, 3.3.2010

⁴⁶ EU komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Euroopan digitaalistrategia, Bryssel 26.8.2010 KOM(2010) 245 lopullinen

hajanaiset digitaaliset markkinat, puutteellinen yhteentoimivuus, yleistynvä verkkorikollisuus ja riski alhaisesta luottamuksesta verkkoihin, *puutteelliset investoinnit verkkoihin, riittämätön tutkimus- ja innovointitoiminta, digitaalisen lukutaidon ja osaamisen puute* sekä menetetyt mahdollisuudet vastattaessa yhteiskunnallisiin haasteisiin. Euroopan digitaali-strategian keskeisillä toimilla pyrittiin paneutumaan näihin seitsemään ongelma-alueeseen.

Suomessa Valtioneuvosto julkaisi 20.11.2010 eduskunnalle selonteon otsikolla **Tuotava ja uudistuva Suomi – Digitaalinen agenda vuosille 2011–2020**.⁴⁷ Sen mukaan:

1. Tietoyhteiskuntakehityksellä ja digitalisoinnilla on merkittävä rooli koko Suomen hyvinvoinnin ylläpitämisessä ja tuottavuuden parantamisessa.
2. Tieto- ja viestintätekniikan laajamittaisella levittämällä luodaan palveluiden tuotantoa ja vientiä korvaamaan perinteisen tuotannon siirtymistä muualle.
3. Siirtyminen digitaaliseen toimintaympäristöön edellyttää, että Suomi pysyy eturivin maana laadukkaiden viestintäverkkojen rakentamisessa ja käyttöönotossa.
4. Tieto- ja viestintätekniologioiden tehokkaan käytön perusedellytyksenä ovat laadukkaat, edulliset ja kaikkien saatavilla olevat viestintäpalvelut.

Euroopan Digitaalinen Agenda⁴⁸ vuonna 2012 linjasi Eurooppa 2020 -strategian tietoyhteiskunta- ja viestintäpolitiikkaa. Agendan ensisijaisena tavoitteena oli kehittää Euroopasta maailmanlaajuinen ja kilpailukykyinen digitaali-toimija vuoteen 2020 mennessä. Yksi keskeisistä asioista on digitaalisten sisämarkkinoiden luominen ja Euroopan talouden kasvun vauhdittaminen digitaalisin keinoin. Keskeisiä toimia olivat osaamisen ja tietoisuuden lisääminen digitaalitaloudesta, edistyneen sähköisen infrastruktuurin rakentaminen sekä yrittäjyyden ja alan eurooppalaisten toimijoiden verkostoitumisen edistäminen.

Suomen kyberturvallisuusstrategia⁴⁹ julkaistiin 24.1.2013, jonka mukaan yhteiskunnan turvallisuudesta huolehtiminen on valtiovallan keskeisimpiä tehtäviä, ja yhteiskuntamme elintärkeitä toiminnot on pystyttävä turvaamaan kaikissa tilanteissa. Suomi on tietoyhteiskuntana riippuvainen tietoverkkojen ja -järjestelmien toiminnasta ja näin ollen myös erittäin haavoittuvainen niihin kohdistuville häiriöille. Kyberuhkien lisäksi siinä korostettiin kybertoimintaympäristöä myös mahdollisuutena ja voimavarana. Strategiassa määriteltiin keskeiset tavoitteet ja toimintalinjat, joiden avulla vastataan kybertoimintaympäristöön kohdistuviin haasteisiin ja varmistetaan sen toimivuus.

Turvallisuuskomitea julkaisi 11.3.2014 **Kansallisen kyberturvallisuusstrategian toimeenpano-ohjelman**⁵⁰, jossa strategian perusteella määriteltiin 74 eri toimenpidettä,

⁴⁷ Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle, Tuottava ja uudistuva Suomi – Digitaalinen agenda vuosille 2011–2020, 20.11.2010

⁴⁸ EU digitaalinen agenda 2012, (COM(2012) 784

⁴⁹ Valtioneuvoston periaatepäätös, Suomen kyberturvallisuusstrategia, 24.1.2013

⁵⁰ Turvallisuuskomitea, Kansallinen kyberturvallisuusstrategian toimeenpano-ohjelma, 194/8.1.99/2013, 11.3.2014

joilla kyberturvallisuusstrategiassa esitetty visio voitaisiin saavuttaa. Lisäksi Turvallisuuskomitea julkaisi huhtikuussa 2017 Suomen kyberturvallisuusstrategian toimeenpano-ohjelman 2017–2020⁵¹, jossa tarkastellaan kyberturvallisuuden kehittämistä valtion, maakuntien, kuntien, yritystoiminnan ja kolmannen sektorin muodostamassa palvelukokonaisuudessa, jossa kansalainen, yksilö on asiakkaana. Toimeenpano-ohjelmassa on 22 toimenpidettä alatoimenpiteineen.

Suomessa julkaistiin helmikuussa 2013 **21 polkua Kitkattomaan Suomeen** – ICT 2015 -työryhmän raportti⁵², jonka mukaan suurin *mahdollisuus uuteen kasvuun piilee digitaalisessa taloudessa*, jossa menestymiseen Suomella on monia merkittäviä vahvuuksia. ICT 2015 -työryhmän tunnistamat puutteet infrastruktuurissa, rahoitusjärjestelmässä, osaamisessa ja toimintatavoissa hidastavat kuitenkin kasvua. Edellä mainituilla alueilla Suomen olisi tehtävä uudistuksia, joilla nousisimme uudelle kasvuaallolle. Silloin Suomi voisi nousta tietotekniikan osaamisen kärkimaaksi, jossa yritysten olisi mielekästä kehittää sekä kasvaa ja julkiset palvelut ovat asiakaslähtöisiä ja kitkattomia.

Opetus- ja kulttuuriministeriö julkaisi 28.2.2013 **Älystrategian**⁵³, jonka tavoitteena oli vahvistaa kansalaisten osaamista, luovuutta ja aktiivisuutta sekä parantaa tieto- ja palveluintensivistä osaamista eri ammattien, liiketoiminnan, hallinnon ja kansalaistoiminnan tueksi. Lisäksi strategialla tuettiin digitaalisten palvelujen tuotantoa opetuksen, tieteiden, kulttuurin, liikunnan ja nuorisotyön sektoreilla.

Euroopan unionin kyberturvallisuusstrategia: Avoin, turvallinen ja vakaa verkkoympäristö, julkaistiin helmikuussa 2013⁵⁴. Raportin mukaan Internetillä ja laajemminkin koko verkkotoimintaympäristöllä on ollut viimeisten kahden vuosikymmenen aikana valtava vaikutus yhteiskunnan kaikkiin osa-alueisiin. Arjen sujuvuus, perusoikeuksien toteutuminen, sosiaalinen vuorovaikutus ja talouden toiminta ovat kaikki riippuvaisia tieto- ja viestintätekniikan saumattomasta toimivuudesta. Verkkomaailman vapaus edellyttää kuitenkin myös turvallisuutta ja suojautumista. Verkko olisi suojattava tietoturvapoiikkeamilta, ilkkivaltaiselta toiminnalta ja väärinkäytöksiltä. Hallituksilla on merkittävä rooli vapaan ja turvallisen verkkoympäristön turvaamisessa. EU:n olisi turvattava verkkoympäristö, joka tarjoaa mahdollisimman laajan vapauden ja tietoturvan kaikkien hyödyksi. Toimenpiteisiin kuului sekä lyhyen että pitkän aikavälin toimia ja erilaisia politiikan välineitä, ja niissä on mukana eri tyyppisiä toimijoita EU:n toimielimistä jäsenvaltioihin ja yritysmaailmaan.

⁵¹ Turvallisuuskomitea, Suomen kyberturvallisuusstrategian toimeenpano-ohjelma 2017 – 2020, ISBN:978-951-25-2908 7 (pdf), 20.4.2017

⁵² Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, 21 polkua Kitkattomaan Suomeen – ICT 2015 -työryhmän raportti, Innovaatio 4/2013

⁵³ Opetus- ja kulttuuriministeriön Älystrategia, 28.2.2013

⁵⁴ Yhteinen tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Euroopan unionin kyberturvallisuusstrategia: Avoin, turvallinen ja vakaa verkkoympäristö Bryssel 7.2.2013 JOIN(2013) final

Komissio julkaisi toukokuussa 2015 **Digitaalisten sisämarkkinoiden strategia Euroopalle**.⁵⁵ Digitaalisten sisämarkkinoiden tarkoitus on purkaa sääntelystä johtuvat raja-aidat ja yhdistää 28 kansallista markkina-aluetta yhtenäisiksi sisämarkkinoiksi. Kunnolla toimivat digitaaliset sisämarkkinat voisivat kasvattaa EU:n taloutta jopa 415 miljardilla eurolla vuodessa ja luoda satoja tuhansia työpaikkoja. Digitaalisten sisämarkkinoiden strategia rakentuu kolmen pilarin varaan:

1. Kuluttajien ja yritysten digitaalisten tuotteiden ja palvelujen saantia parannetaan koko Euroopassa
2. Luodaan suotuisat ja tasapuoliset olosuhteet digitaali-verkoille ja innovatiivisille palveluille
3. Maksimoidaan digitaalitalouden kasvupotentiaali.

Komissio julkaisi maaliskuussa 2016 tiedonannon **Kohti menestyvää datavetoista taloutta**.⁵⁶ Sen mukaan syntyvät data-aineistot ovat niin suuria ja monimutkaisia, että tällaisen ”ison datan” (big data) käsittelystä eli dataintensiivisyydestä tulee vaikeaa nykyisillä datanhallintatyökaluilla ja -menetelmillä. *Euroopan digitaalitalous on kuitenkin tarttunut datavallankumouksen mahdollisuuksiin hitaasti Yhdysvaltoihin verrattuna, eikä sillä myöskään ole vastaavia teollisia valmiuksia. Dataan keskittyvä tutkimus ja innovointi EU:ssa on riittämätöntä, eikä tähän liittyviä toimia juurikaan koordinoita. Euroopasta puuttuu data-asiantuntijoita, jotka pystyisivät muuttamaan tekniset saavutukset konkreettisiksi liiketoimintamahdollisuuksiksi.* Tämän vuoksi Euroopassa on vähemmän menestyviä datayrityksiä kuin Yhdysvalloissa, missä suuret toimijat ovat tunnistaneet tarpeen investoida työkaluihin, järjestelmiin ja uusiin datavetoisiin prosesseihin. Merkittäviä uusia mahdollisuuksia on kuitenkin olemassa useilla aloilla (terveydenhuollosta ja älykkäistä tehtaista maatalouteen), joilla näiden menetelmien soveltaminen on vielä lapsenkengissä eikä globaaleja hallitsevia toimijoita ole vielä ilmestynyt.

Voidakseen tarttua näihin tilaisuuksiin ja kilpailla maailmanlaajuisesti datataloudessa EU:n on:

- Tuettava dataan liittyviä niin sanottuja kärkialoitteita (”lighthouse” initiative),
- Kehitettävä mahdollistavia tekniikoitaan, perusinfrastruktuurejaan ja osaamistaan,
- Jaettava, käytettävä ja kehitettävä laajamittaisesti julkisia dataresurssejaan ja tutkimustietoon liittyviä infrastruktuurejaan käytöstä energiaan, älykkäisiin liikennejärjestelmiin ja älykkäisiin kaupunkeihin.

⁵⁵ Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Digitaalisten sisämarkkinoiden strategia Euroopalle, {swd(2015) 100 final}, Bryssel 6.5.2015

⁵⁶ Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Kohti menestyvää datavetoista taloutta, {SWD(2014) 214 final}, 10.3.2016

Valtioneuvoston kanslia julkaisi huhtikuussa 2016 raportin **Onko Suomi jäämässä alustatalouden junasta?**⁵⁷ Sen mukaan voidaan pitää huolestuttavana, että yllättävän harvat vakiintuneet yritykset ovat sisällyttäneet suunnitelmiinsa oman avoimen digitaalisen alustan ja sen päälle rakentuvan palveluekosysteemin luomista. Voimakkaan kasvupyrkimyksen sijasta useimmat vakiintuneet yritykset valmistautuvat toimimaan muiden osapuolten rakentamissa liiketoimintaekosysteemeissä käyttäen niiden digitaalisia alustoja – ja annettuja pelisääntöjä. Kuvaavaa – ja huolestuttavaa – on, että Suomessa ei ole yhdenkään merkittävän kansainvälisen alustayrityksen päämajaa. *Laajemminkin Eurooppa on jäljessä Yhdysvaltain ja Aasian maiden johtamaa kehitystä.* Hankeryhmä ehdottaa 16 toimenpidettä, joiden avulla digitaaliset palveluekosysteemit ja alustat voivat kasvaa Suomen vahvuudeksi. Ne voidaan jakaa kolmeen ryhmään: laajemmat politiikkatoimet (1), julkisen vallan täsmätoimet alustatalouden edistämiseksi (2) ja toimialakohtaiset interventiot (3).

Keväällä 2017 EU komissio julkaisi tiedonannon **Digitaalisten sisämarkkinoiden strategian täytäntöönpanon väliarviointi - Yhdenneyt digitaaliset sisämarkkinat kaikille.**⁵⁸ Sen mukaan EU:n kansalaisilla ja yrityksillä on monia luontaisia vahvuuksia, joita tarvitaan digitaalisten sisämarkkinoiden hyödyntämiseksi. *Vahvuuksia voidaan kuitenkin hyödyntää täysimääräisesti vain, jos EU, jäsenvaltiot ja yksityinen sektori tekevät merkittäviä lisäinvestointeja digitaaliseen osaamiseen ja infrastruktuuriin.* Strategian hyväksymisestä kuluneiden kahden vuoden aikana komissio on esittänyt ehdotuksia jokaisesta 16:sta siinä määritellystä keskeisestä toimesta. Niissä keskitytään aloihin, joilla EU voi tuoda erityistä lisäarvoa, ja eurooppalaisiin digitaalisiin hankkeisiin, joita ei voitaisi toteuttaa vastaavassa laajuudessa ja mittakaavassa, jos jäsenvaltiot toimisivat yksin. *Komissio totesi, että on äärimmäisen tärkeää, että kaikki osapuolet varmistavat toimenpiteiden hyväksymisen, täysimääräisen täytäntöönpanon ja tosiasiallisen noudattamisen digitaalisen talouden nopean kehittymisen tahdissa.* Komissio tarjoaa tätä varten täyden valikoiman poliittisia välineitä ja rahoitusmahdollisuuksia, mutta jäsenvaltioiden, Euroopan parlamentin, neuvoston ja sidosryhmien tuki asiassa on välttämätön; muussa tapauksessa digitaaliset sisämarkkinat eivät yksinkertaisesti toteudu.

EU:n ulkoasioiden ja turvallisuuspolitiikan korkea edustaja julkaisivat syksyllä 2017 yhteisen tiedonannon **Resilienssi, pelote ja puolustus: Vahvan kyberturvallisuuden rakentaminen EU:lle.**⁵⁹ Tiedonannon mukaan haitalliset kybetoimet ovat uhka talouksille ja digitaalisten sisämarkkinoiden vetokyvylle, mutta myös demokratialle, vapauksille ja arvojen toiminnalle. Turvallisuutemme tulevaisuudessa riippuu siitä, miten kykenemme muokkaamaan taitojamme suojella EU:ta kyberuhkia vastaan. Tutkimusten

⁵⁷ Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 19/2016, Onko Suomi jäämässä alustatalouden junasta? 20.4.2016

⁵⁸ Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Digitaalisten sisämarkkinoiden strategian täytäntöönpanon väliarviointi - Yhdenneyt digitaaliset sisämarkkinat kaikille, COM(2017) 228 final Bryssel 10.5.2017

⁵⁹ Yhteinen tiedonanto Euroopan parlamentille ja neuvostolle, Resilienssi, pelote ja puolustus: Vahvan kyberturvallisuuden rakentaminen EU:lle, JOIN(2017) 450 final, Bryssel 13.9.2017

mukaan kyberrikollisuuden vaikutus talouteen viisinkertaistui vuosien 2013 ja 2017 välillä, ja se voi edelleen nelinkertaistua vuoteen 2019 mennessä. Komissio korosti yhteistyön merkitystä kyberpuolustuksen alalla. Tämä edellyttää oikeanlaisia rakenteita vahvan kyberturvallisuuden rakentamiseksi ja tarvittaessa reagoimiseksi niin, että kaikki avaintoimijat osallistuvat täysimääräisesti. Tämä lähestymistapa auttaisi myös ehkäisemään kyberhyökkäyksiä *tehostamalla tekijöiden havaitsemista, jäljittämistä ja vastuuseen saattamista*. Siinä otettaisiin huomioon myös globaali ulottuvuus kehittämällä kansainvälistä yhteistyötä foorumiksi EU:n johtajuudelle kyberturvallisuuden alalla.

Huhtikuussa 2018 komissio julkaisi tiedonannon **Tekoäly Euroopassa**.⁶⁰ Sen mukaan *EU:n pitäisi omaksua koordinoitu lähestymistapa tekoälyyn*, jotta sen suomat mahdollisuudet voitaisiin hyödyntää ja sen asettamiin haasteisiin vastata mahdollisimman hyvin. EU voi johtaa tekoälyn kehittämistä ja käyttämistä yhteiseen hyvään sen arvojen ja vahvuuksien varaan perustuen. Se pystyy hyödyntämään maailmanluokan tutkijoita, laboratorioita ja uusyrityksiä. EU on myös vahva robotiikan alalla, ja sillä on huippuluokan teollisuutta esimerkiksi kuljetus-, terveydenhuolto- ja valmistusaloilla, joiden pitäisi olla tekoälyn käyttöönoton kärkisektoreita – digitaalisia sisämarkkinoita. Tämän tiedonannon ohella komissio ryhtyy toimiin tiedon jakamisen helpottamiseksi ja tiedon avaamiseksi uudelleenkäyttöön tekoälyn raaka-aineena. Tämä koskee erityisesti julkiselta sektorilta saatua tietoa esimerkiksi julkisista palveluista, ympäristöstä, tutkimuksista ja terveydestä. *Vahvan poliittisen sitoumuksen pohjalta on pyrittävä varmistamaan, että – Eurooppa pysyy kilpailukykyisenä tekoälyä hyödyntävillä toimialoilla teke-mällä rohkeita investointeja, jotka vastaavat tekoälyn taloudellista painoarvoa. Tämä tarkoittaa tukea tutkimuksiin ja innovaatioihin, jotka tähtäävät seuraavan sukupolven tekoälyteknologioiden kehittämiseen ja käyttöönottoon.*

Suomen **Tekoälyohjelma 2017–2019** julkaisi ensimmäisen raporttinsa 23.10.2017, Suomen tekoälyaika - Suomi tekoälyn soveltamisen kärkimaaksi: Tavoite ja toimenpidesuosituks⁶¹. Työryhmän alaisuudessa työskennellyt työn ja työmarkkinoiden muutosta pohtinut alaryhmä julkisti oman raporttinsa 20.6.2018.⁶²

Hankkeen loppuraportti julkaistiin 14.3.2019. Sen mukaan Tekoälyohjelma verkostoituneen on vienyt Suomea tekoälyaikaan yhdentoista kokonaisuuden kautta:

1. Kasvatamme tekoälyn avulla yritysten kilpailukykyä
2. Hyödynnämme dataa kaikilla sektoreilla
3. Nopeutamme ja helpotamme tekoälyn käyttöönottoa
4. Varmistamme huippuosaamisen ja houkuttelemme huippuosaajia
5. Teemme rohkeita valintoja ja investointeja

⁶⁰ Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Tekoäly Euroopassa, {swd(2018) 137 final}, Bryssel 25.4.2018

⁶¹ Työ- ja elinkeinoministeriö. Suomen tekoälyaika - Suomi tekoälyn soveltamisen kärkimaaksi: Tavoite ja toimenpidesuosituks⁶¹, 41/2017, 23.10.2017

⁶² Työ- ja elinkeinoministeriö. Edelläkävijänä tekoälyaikaan, Tekoälyohjelman loppuraportti 2019, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2019:23

6. Rakennamme maailman parhaat julkiset palvelut
7. Luomme uudenlaisia yhteistyömalleja
8. Nostamme Suomen tekoälyajan suunnannäyttäjäksi
9. Tekoäly muuttaa työn luonnetta
10. Ohjaamme tekoälykehityksen luottamukseen perustuvalla ja ihmislähtöisellä uralla
11. Valmistaudumme turvallisuuden haasteisiin

Suomen uusittu **kyberturvallisuusstrategia** julkaistiin 3.10.2019. Sen mukaan ”Kyberturvallisuusstrategian päivittämistarpeeseen ovat vaikuttaneet toimintaympäristössä tapahtuneet merkittävät muutokset ja kansallisessa toiminnassa havaitut kehittämis-kohteet. Digitaalisen toimintaympäristön kehitys tarjoaa uusia merkittäviä mahdollisuuksia, jotka liittyvät esimerkiksi alustatalouteen, ekosysteemeihin, uusien palveluiden tuotantomalleihin ja päätelaitteiden sekä tietoliikenteen kehittämiseen.” Kyberturvallisuusstrategia 2019 käynnisti kansallisen kyberturvallisuuden kehittämisohjelman valmistelun, joka ohjelma julkaistaan keväällä 2021.⁶³

EU tukee taloutensa ja yhteiskuntansa digitalisaatiota perustamalla uuden **Digitaalinen Eurooppa** -rahoitusohjelman vuosiksi 2021–2027. Digitaalinen Eurooppa -ohjelma auttaa etenkin pieniä eurooppalaisia yrityksiä hyötymään digitaalisen muutoksen valtavista mahdollisuuksista, laajentumaan ja saamaan kilpailuetua. Samalla ohjelmalla on merkittävä vaikutus digitaalisen kahtiajaon poistamiseen niin, että kaikki saavuttaisivat taidot ja tiedot, joita tarvitaan kattavaan osallistumiseen digitalisoituneessa yhteiskunnassa. Digitaalinen Eurooppa -ohjelmasta rahoitetaan hankkeita 5 keskeisellä alalla: suurteholaskenta, tekoäly, kyberturvallisuus, pitkälle viety digitaalinen osaaminen ja digiteknologioiden laaja käyttö koko taloudessa ja yhteiskunnassa. Eurooppalaisten digitaali-innovaatiokeskittymien verkosto antaa yrityksille, erityisesti pk-yrityksille, ja julkishallinnoille pääsyn teknologiseen asiantuntemukseen. Nämä keskuksat kokoavat yhteen uusia teknologisia ratkaisuja tarvitsevien teollisuuden, yritysten ja hallintojen edustajia sekä yrityksiä, joilla on tarjota markkinoille valmiita ratkaisuja. Keskittymillä on laaja maantieteellinen kattavuus Euroopassa, ja siksi niillä on keskeinen asema ohjelman toteuttamisessa.⁶⁴

Euroopan komissio julkisti 19.2.2020 **data- ja tekoälystrategiat** Euroopan digitaalisen tulevaisuuden rakentamiseksi. Komission digitaali-strategian tavoitteena on luoda sel-laisiin digitaalisiin ratkaisuihin perustuva eurooppalainen yhteiskunta, jossa asetetaan ihmiset etusijalle. Tarkoituksena on myös luoda uusia mahdollisuuksia yrityksille ja vauhdittaa luotettavan teknologian kehittämistä. Digitalisaatiota pyritään strategiassa

⁶³ Turvallisuuskomitea. Suomen kyberturvallisuusstrategia 2019, Valtioneuvoston periaatepäätös 3.10.2019

⁶⁴ EU comission. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the Digital Europe programme for the period 2021-2027, 7058/19Brussels, 8 March 2019

edistämään niin, että se tukee avointa ja demokraattista yhteiskuntaa ja vauhdittaa vi-
reää ja kestäväää taloutta. Strategia tähtää myös siihen, että se edistää ilmastonmuu-
toksen torjumista ja siirtymistä vihreään talouteen.

Osana data- ja tekoälystrategiaa komissio julkaisi tekoälyä koskevan valkoisen kirjan, joka sisälsi komission ehdotuksia ja suuntaviivoja tulevaisuuden sääntelylle. Siinä ko-
missio esittää puitteet tekoälykehitykselle, joka perustuu huippuosaamiseen ja luotta-
mukseen. Tavoitteena on mobilisoida yhteistyössä yksityisen ja julkisen sektorin kanssa
resursseja koko arvoketjussa sekä luoda oikeanlaisia kannustimia tekoälyyn perustu-
vien ratkaisujen käyttöönoton nopeuttamiseksi, myös pienissä ja keskisuurissa yrityk-
sissä. Tekoälysääntelyssä on komission mukaan hallittava suuririskisiä tekoälyjärjestel-
miä ilman, että vähäriskisempiä järjestelmiä ylisäännellään. Tekoälyyn on sovellettava
myös EU:n tiukkoja kuluttajansuojasääntöjä, joilla puututaan epäasianmukaisiin kau-
pallisiin menettelyihin ja suojellaan henkilötietoja ja yksityisyyttä. Suuririskisillä aloilla,
kuten terveydenhuolto, poliisitoiminta tai liikenne, tekoälyjärjestelmien olisi oltava lä-
pinäkyviä ja niiden päätöksenteon jäljitettävää. Ihmisellä pitäisi aina olla mahdollisuus
valvoa niiden toimintaa.⁶⁵

Datavetoisen teknologian suhteen komissio ehdottaa ”datan sisämarkkinoita”.
Euroopassa tuotetaan eri tahoilla valtavat määrät potentiaalisesti arvokasta dataa,
josta kuitenkin valtaosa jää hyödyntämättä. Datan sisämarkkinoilla muu kuin henkilö-
tiedoksi katsottava data olisi vapaammin jatkojalostettavissa. Komissio tulee aluksi eh-
dottamaan sääntelyjärjestelmää datan hallinnoinnille, saatavuudelle ja jatkokäytölle.
Järjestelmä koskisi datan saatavuutta yritysten välillä, yritysten ja julkishallinnon välillä
ja julkishallintojen kesken. Tässä tarvitaan kannustimia datan jakamiseen sekä selkeitä
sääntöjä datan saatavuudesta ja käyttömahdollisuuksista. Järjestelmässä on kaikilta
osin otettava huomioon esimerkiksi henkilötietojen suoja, kuluttajansuoja ja EU:n kil-
pailuoikeuden periaatteet. Julkisen sektorin hallussa olevat arvokkaat datavarannot on
avattava EU:n laajuisesti jatkokäyttöön innovatiivisissa sovelluksissa.

Komissio aikoo myös osaltaan tukea investointeja ”eurooppalaisiin data-avaruuksiin” ja
luotettaviin ja energiatehokkaisiin pilvipalveluinfrastruktureihin. Datavetoista sovel-
luskehitystä aiotaan edistää erityisesti strategisilla aloilla, kuten valmistusteollisuus, il-
mastoneutraalisuuteen pyrkiminen, liikenne- ja liikkuvuusratkaisut sekä terveyden-
huolto.

⁶⁵ EU komissio. WHITE PAPER On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust,
Brussels, 19.2.2020 COM(2020) 65 final

LIITE 2 Digialan raportteja

Sitra on julkaissut tammikuussa 2020 raportin Megatrendit 2020 (Sitran Selvityksiä 162.)
<https://www.sitra.fi/aiheet/megatrendit/>

Sitra julkaisi kesäkuussa 2020 raportin Henkilödatan jäljillä, jossa käsitellään aihetta: Yksilöstä kertyvän tiedon kulku ja käyttö digitaalisissa sovellutuksissa.
<https://www.sitra.fi/julkaisut/henkilodatan-jaljilla/>

OECD on julkaissut useita digitalisaatioon ja alueelliseen kehittämiseen liittyviä raportteja. ”OECD Economic Outlook” on kahdesti vuodessa julkaistava megatrendien analyysi. https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-outlook_16097408

EU:n digitalisaatio- ja tekoälystrategiat löytyvät osoitteista:
[Komissiolta digistrategia tuleville viidelle vuodelle | Suomi](#)
[EU:n komissiolta digistrategia – tekoälyä säänneltävä ...](#)
[Tasainen digitaalinen pelikenttä – EU:n digistrategian ...](#)
[Suomi tukee komission digistrategiaa - Osto&Logistiikka](#)

LIITE 3 Terminologia

Tämä liite perustuu Anthony Ogbechien ja Petri Vähäkainun laajempaan raporttiin digitalisaation eri osa-alueista.

0. Digitalisaatio

Digitalisaation on ollut käsitteenä esillä jo useiden vuosien ajan ja sille on asetettu merkittäviä tavoitteita ja odotuksia. Suomalaisessa yhteiskunnassa on tapahtumassa suuria rakenteellisia muutoksia, ja digitalisaatio on ollut yhtenä yhteiskunnallisen keskustelun puheenaiheista. Siitä huolimatta digitalisaatio ei ole käsitteenä vakiintunut, eikä sille ole virallista tai kunnollista määritelmää, vaan määritelmiä on useita. Digitalisaatio voidaan kokea muutoksena, jossa perinteiset tavat toimia muokkautuvat uuteen maailmaan ja samanaikaisesti syntyy uusia palveluja ja toimintamalleja tuotannon, logistiikan, tuotekehityksen, markkinoinnin ja asiakaspalvelun sektoreilla. Digitalisaatio itsessään luo omalta osaltaan puitteita muutosten onnistumiselle haastaen meidät kyseenalaistamaan jo olemassa olevia toimintamalleja ja luomaan ne uusiksi, toimivammiksi ja joustavammiksi.

0.1 Digitalisaation määritelmä

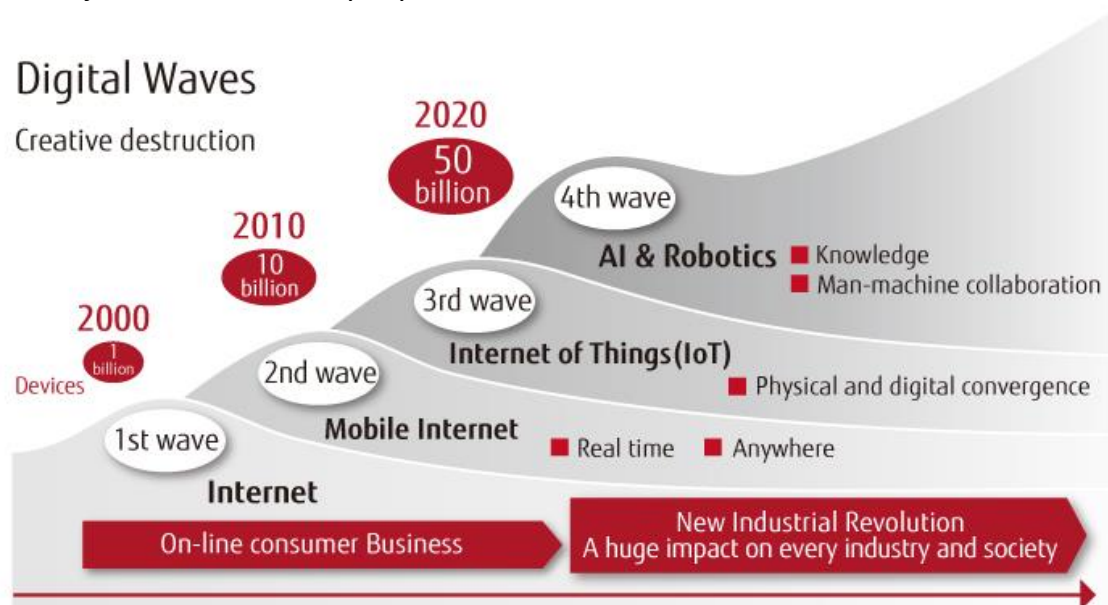
Konsulttiyritys Gartner määrittelee digitalisaation seuraavasti: *“Digitalization is the use of digital technologies to change a business model and provide new revenue and value-producing opportunities; it is the process of moving to a digital business.”* Digitalisaatiolla voidaan tarkoittaa myös liiketoiminnan kasvamista tai siirtymistä täysin digitaalisiin sisältöihin, kanaviin ja transaktioihin (Korhonen ym. 2014). Alasoinin (2015) mukaan digitalisaatio tarkoittaa digitaalitekniikan integrointia osaksi jokapäiväisen elämän toimintoja digitoiminnan mahdollisuuksia hyödyntäen. Digitalisaatiolla voidaan yksinkertaistettuna tarkoittaa myös tiedon siirtämistä analogisesta digitaaliseen muotoon, joka huomattavasti tehostaa sekä tiedon siirtämistä että varastoimista (Vuorinen, 2014). Etlä on määritellyt digitalisaation integrointina jokapäiväiseen elämään digitoimalla kuvaa, ääntä, dokumenttia tai signaalia tavuiksi kuvaamaan asioita ja tietosisältöä (Juhanko ym. 2015).

Digitalisaatio on ilmiönä asiakaslähtöistä toiminnan muutosta teknologian avulla. Lähtökohtana ovat asiakkaiden tarpeet, jotka ohjaavat ratkaisujen tuottamista. Interaktiivisuus on digitaalisuudessa vahva tekijä. Asiakas voi olla joko ulkonen tai sisäinen. Digitalisaatio liitetään usein vahvasti teknologiaan ja tieto- ja viestintäteknologian ratkaisuihin, vaikka kyse on ennen kaikkea toiminnan muutoksesta, teknologisen kehityksen uusia mahdollisuuksia hyödyntäen. Tiivistäen voisi sanoa, että digitalisaatio on toiminnan muutosta teknologian avulla asioiden sujuvampaan hoitamiseen.

0.2 Digitalisaation kehityskaari

Tällä hetkellä olemme keskellä suurta digitaalisen muutoksen kehitysjaksoa, jollaista ei olla nähty aiemmin. Digitaalinen teknologia on jo osa kaikkia osa-alueita, kuten koti, liiketoiminta, teollisuus ja yhteiskunta ylipäänsä luoden uusia ja innovatiivisia lisäarvoa

tuottavia palveluita ja tuotteita sekä muuttamalla ajatusmaailmaamme. Kuviosta 1 havainnollistuu digitalisaation kehityskaari aina Internetin käyttöönotosta mobiiliin Internetiin, esineiden Internetiin ja tekoälyyn sekä robotiikkaan saakka. (Fujitsu, 2016) Internetiin kytketyissä laitteissa on nähty valtava nousu vuonna 2020, jolloin 50 miljardin laitteen raja arvon on arvioitu ylittyvän



Kuvio 1. Digitalisaation kehitys Internetistä tekoälyyn ja robotiikkaan. (Fujitsu, 2016)

0.3 Digitalisaatio liiketoiminnassa

Teknologioiden lisäksi digitalisaatiossa hyödynnetään digitaalisten palveluiden myötä muuttunutta asiakaskäyttäytymistä ja markkinoiden toimintatapoja. Esimerkiksi älypuhelinien yleistyttyä ihmiset käyttävät internet-palveluita jopa kymmeniä kertoja päivässä ja uusissa käyttötilanteissa kuten julkisissa kulkuneuvoissa. Markkinoiden toimintatapoja taas muuttavat esimerkiksi jakamistalous tai lainsäädäntö.

Digitalisaatio on muuttanut kuluttajan ja yritysten valtasuhteita. Kuluttajan mahdollisuudet ovat kasvaneet ja yritykset ovat joutuneet kansainväliseen kilpailuun.

Yrityksille digitalisaatio on keino uudistaa liiketoimintaa. Esimerkkejä:

- Arvoketjun virtaviivaistaminen myymällä verkkokaupassa tuotteita suoraan toimittajien varastoista ilman omia myymälöitä ja varastoja.
- Kansainvälisen kasvun hakeminen verkkokaupan avulla.
- Joukkoistamisen hyödyntäminen asiakaspalvelussa.
- Ilmaisuden ekonomian ja kaksisuuntaisen markkinan hyödyntäminen ansainnassa.
- Uusien palvelutuotteiden luominen Big datan, teollisen internetin ja pilvipalveluiden avulla.
- Digitalisaatio vaikuttaa sekä palvelutoimintaan että teollisuuteen, ja aiheuttaa rakennemuutosta, kun työpaikkoja katoaa joiltakin aloilta ja syntyy toisille aloille.

0.4 Digitalisaatio Suomessa

Suomessa digitalisaatio käynnistyi 1980-luvulla digitaalisten teknologioiden alkaessa yleistyä arkielämän toiminnoissa, aluksi kotitietokoneiden myötä. Matkapuhelimet ja internet yleistyivät nopeasti: vuonna 1990 joka kymmenennessä kotitaloudessa oli matkapuhelin, vuonna 2001 määrä oli 89 %. 1990-luvun lopulla internetliittymien määrä lisääntyi 60–70 %:lla vuodessa. Mediasektori on digitalisoitunut nopeasti, kun taas esimerkiksi sähköiset asiakasrekisterit ja tietokannat ovat kehittyneet hitaammin.

[Suomen valtiovarainministeriö](#) suunnittelee, että julkishallinnon digitalisaatiossa kansalaiset ja yritykset tuodaan julkisten palveluiden kehityksen keskiöön. Seniorien hyvinvointia voidaan parantaa älykkäillä terveyspalveluilla, lapset voivat oppia historiaa ja maantiedettä virtuaaliympäristöissä ja oman auton omistamisen tarve voi poistua, kun julkisen liikenteen palvelut pystytään tarjoamaan kokonaisvaltaisesti. Valtionvarainministeriön mukaan julkiset sähköiset palvelut liittyvät olennaisesti digitalisaation läpimurtoon. Niiden avulla kansalaiset, yritykset ja yhteisöt voivat käyttää julkisia palveluja ajasta ja paikasta riippumatta. Yleensä sähköinen asiointi on helpoin ja nopein tapa hoitaa viranomaisasioita. Kun niiden käyttö lisääntyy, julkinen palvelutuotanto tehostuu ja säästyy yhteisiä verovaroja. Julkisen hallinnon sähköisten palvelujen tulee olla toimivia, helppokäyttöisiä ja turvallisia.

1. Massadata ja tietoaaltat

Organisaatioiden päätöksenteon tueksi tarvitaan nopeasti ja laadukasta tietoa. Koska tiedot ovat hajallaan eri järjestelmistä alettiin rakentaa ns. ”perinteisiä” tietovarastoja (Data Warehouse) 1990-luvun alusta saakka, toteutuslaskentana SQL-kieltä hyödyntävät relaatiotietokannat. Perinteiset toimintatavat eivät pysty vastaamaan massadatan (Big Data) synnyttämiin haasteisiin. Niihin voidaan säilöä vain rajallinen määrä kaikista organisaatioissa syntyvästä tiedosta. Kun tieto sijaitsee useissa erillisissä paikoissa, ns. silloissa, siihen on vaikea päästä käsiksi, ja eri tietolähteitä on vaikea yhdistellä. Tämä on periaatteessa vanha ongelma, mutta tietoaaltat (Data Lakes) ratkaisevat sen tuomalla kaiken organisaatiossa syntyvän tiedon yhteen. (Khine & Wang, 2018.)

Tietoaaltat on järjestelmä, jonka avulla suuri määrä raakatietoa voidaan tiivistää ja jaloittaa päätöksentekoon sopivaksi. Teknologia syntyi 2000-luvun alussa Googlen kahden konferenssijulkaisun pohjalta. Niissä esiteltiin sekä hajautettu tiedostojärjestelmä GFS ja rinnakkaislaskentaan tarkoitettu MapReduce-algoritmi. Yahoolla työskennellyt Doug Cutting alkoi rakentaa vastaavia avoimen lähdekoodin komponentteja yhdessä Mike Cafarellan kanssa, mutta projektille ei ollut aluksi nimeä. Doughin lapsella oli kuitenkin leikkielefanti Hadoop, jonka nimi oli helppo lausua eikä tarkoittanut mitään.

Avoimeen lähdekoodiin ja Hadoop-järjestelmään perustuvat tietoaaltat ja massadata (big data) ovat uusi paradigma. Perinteisen ja hyödyllisen sekä rakenteisen tietovarastoinnin rinnalle on syntynyt tekniikka, jota voidaan käyttää ketterästi suurten tietomäärien yhdistämisessä. Esimerkkejä tästä ovat potilaan monitorointi ja seuranta, tietojen yhdistäminen sadoista eri lähteistä, hahmontunnistus ja merkityksellisten muuttujien

automaattinen löytäminen. Massadataa voi verrata mikroskoopin tai teleskoopin keksimiseen, jolloin on mahdollista nähdä ilmiöitä, joita ei ole aikaisemmin voitu havaita tai tutkia. Järjestelmän ollessa avoin, tekniikkaan perehtyneiden on lisäksi mahdollista toteuttaa siihen parannuksia.

Tietoaltaalla ei ole vakiintunutta määritelmää tai arkkitehtuuria, mutta se määritellään yleensä varastoksi, jossa raakadataa säilytetään sen alkuperäisessä muodossaan (Ravat & Zhao, 2019). Tietoaltaan idea on, että kaikki organisaation tieto tallennetaan yhteen tietorakenteeseen eli tietoaltaaseen ilman monimutkaista prosessointia ja muokkaamista, joita tarvittaisiin tiedon lataamiseksi perinteiseen tietovarastoon. Tietoaltaaseen ladattava tieto voi olla rakenteista, rakenteetonta, heikosti rakenteista tai bittimuotoista ja eri tietoa voidaan ladata altaaseen eri aikataululla erissä, reaaliajassa tai tietovirtana. Tallennusvaiheessa tietoon yhdistetään metadataa. (Khine & Wang, 2018.) Tietoaltaat toteutettiin aluksi Hadoopilla, joka on avoimena lähdekoodina toteutettu hajautettu tiedostojärjestelmä. Nykyään Amazon, Google ja Microsoft sekä muut toimijat tarjoavat vastaavia palveluja helpommin käsiteltävinä ohjelmistokokonaisuuksina ja etenkin pilvipalveluina.

Tietoallas voi perustua erilaisille arkkitehtuureille. Yksinkertaisin niistä on litteä arkkitehtuuri, joka tallentaa kaiken raakadatan sen alkuperäisessä muodossa. Tämä arkkitehtuuri liittyy Hadoop-ympäristöön ja mahdollistaa runsaan ja heterogeenisen tiedon lataamisen alhaisin kustannuksin. Se ei kuitenkaan anna käyttäjien prosessoida tietoa eikä tallenna käyttäjien tekemiä operaatioita. Monimutkaisemmat arkkitehtuurit koostuvat useammasta pienemmästä tietoaltaasta (data ponds). (Ravat & Zhao, 2019.) Ravat'in ja Zhaon (2019) mukaan tietoallas ei korvaa tietovarastoja, sillä niillä on osittain erilaiset tavoitteet ja käyttäjät.

Kuviossa 2 havainnollistuu esimerkkinä kokoavasta tietoaltaasta Pohjois-Savon arkkitehtuurihahmotelma, jossa maakunnan tietoallas toimii kokoavana tietoaltaana kooten hammashuollon-, sosiaalihuollon-, terveydenhuollon-, ESH-, HR-, talous- ja muiden järjestelmien sekä laitteiden ja sensoreiden tuottaman datan yhteen. Maakunnan tietoaltaasta dataa voidaan keskitetysti siirtää tietovarastoihin jatkoprosessointia ja analytiikkatoimintoja sekä tekoälypohjaisia sovelluksia varten. Tietoaltaaseen tallennettua dataa voivat hyödyntää myös eri alojen tutkijat, datatieteilijät ja eri alojen ammattilaiset.

2. Tekoäly ja sovellusalueet

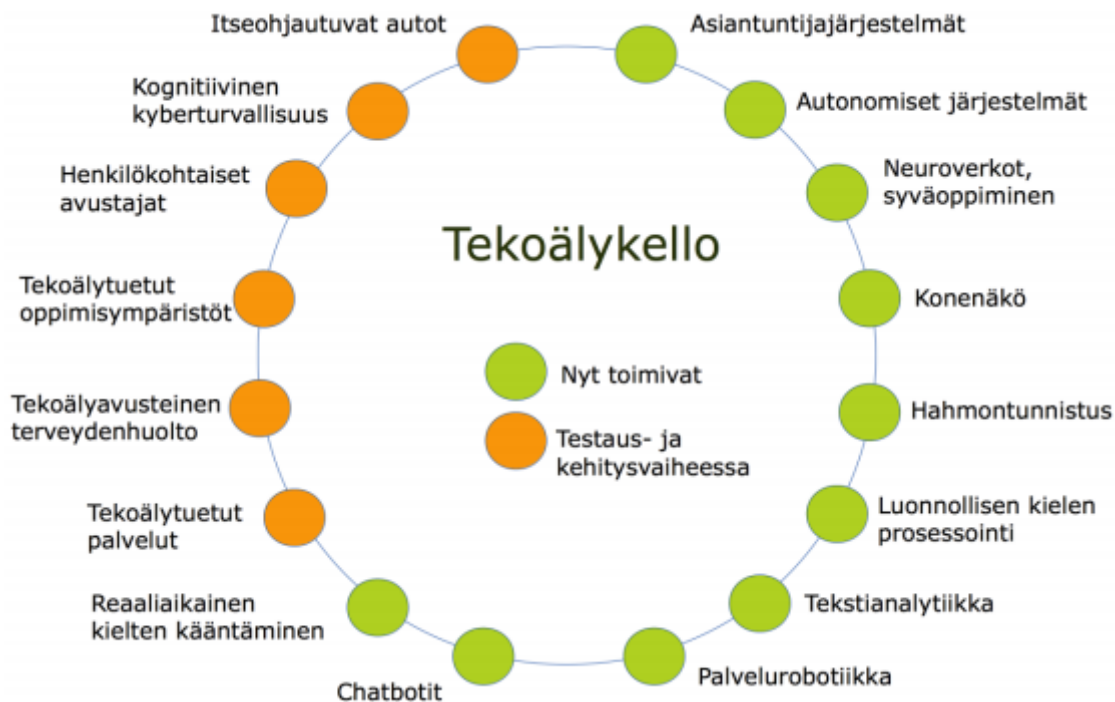
Tekoäly on laaja sateenvarjotermi, jonka tarkoituksena on saada tietokoneet ajattelemaan, kuten ihmiset ajattelevat ja simuloimaan asioita, joita ihmiset tekevät ja lopulta ratkaisemaan ongelmia paremmin ja nopeammin kuin ihmiset kykenevät ratkaisemaan. Tehtävätyypit voivat olla muun muassa luovia tehtäviä, suunnittelua, liikkumista, puhumista, objektien ja äänien tunnistamista, sosiaalisten ja liiketoiminnallisten transaktioiden suorittamista. (Buczowski, 2017)

Tekoäly voidaan nähdä keinotekoisena älykkyytenä, jonka avulla voidaan ratkaista monimutkaisia ongelmia kyseisen järjestelmän ollessa tietokone tai kone. Tekoäly on tietotekniikan ja fysiologisen älykkyyden yhdistelmä, joiden avulla voidaan laskennallisesti päästä tavoitteisiin. Älykkyys on kyky ajatella luomalla muistia ja ymmärrystä, tunnistamalla malleja, tekemällä muutokseen sopeutuvia valintoja ja oppimalla kokemuksista. Tekoäly voi saada koneet käyttäytymään, kuten ihmiset, mutta paljon vähemmällä ajalla, mitä ihmiset käyttäisivät jonkin tietyn asian ratkaisemiseen. (Borana, 2016)

Tekoälyn kehityskulku alkoi jo 1950-luvulla ja on jatkunut aina nykypäivään saakka mahdollistaen tietokoneille matkia ihmisten älykkyyttä käyttämällä logiikkaa, jos-sitten (If-Then) -sääntöjä, päätöspuita, kone- ja syväoppimista. Koneoppiminen on tekoälyn osa-alue, joka käyttää tilastollisia teknologioita, jotka mahdollistavat koneiden oppivan kokemuksista. Katteoria sisältää myös syväoppimisen. Syväoppiminen on koneoppimisen osa-alue muodostuen algoritmeista, jotka mahdollistavat ohjelmiston itseoppimisen tehtävien suorittamiseksi, kuten puhe, kuvantunnistus jne. käyttämällä hyväksi neuroverkkoja suuren datamäärän käsittelemiseksi. (Parloff, 2016; Copeland, 2016.)

Nykyään tekoäly on kaikkialla ympärillämme ja suuret yritykset, kuten Google käyttää koneoppimisen menetelmiä suodattaessaan roskapostia Gmail-palvelustaan. Facebook on opettanut tietokoneita tunnistamaan tiettyjä ihmisen kasvojen piirteitä lähes yhtä tarkasti kuin ihmiset tekevät. Netflix ja Amazon käyttävät syväoppimista tekemään päätöksiä siitä, mitä asiakkaat haluavat katsoa tai voivat haluta ostaa seuraavaksi jne. Kone- ja syväoppimisen menetelmien hyödyntäminen tekoälyn kehittämiseksi on tuottanut lupaavia tuloksia ja niiden idea on periaatteessa yksinkertainen. Traditionaalisen tietokoneiden ohjelmoinnin ja älykkääksi tekemisen yrittämisen sijasta tietokoneelle annetaan pääsy laajaan datamäärään ja ne ohjelmoidaan löytämään malleja sekä oppimaan itsestään, miten vaadittu tehtävä suoritetaan. (Buczowski, 2017.)

Tekoäly mahdollistaa suurten datamäärien varastoinnin sekä prosessoinnin älykkäällä tavalla ja se nimenomaan muuntaa relevanttia informaatiota funktionaaliseksi työkaluiksi. Tekoälyä on käytetty hyvin monella sovellusalueella (kuvio 2), joista tunnetuimpia kenties ovat puolustuksen (kyberturvallisuus) ja avaruuden tutkimuksen alueet, joissa menestys ongelmien ratkaisemisessa tietyillä osa-alueilla on ollut erinomaista. Tekoälyn sovellusalue on sittemmin laajentunut terveydenhuoltoon, jossa sitä hyödynnetään muun muassa diagnosoinnissa, hoitosuosituksien tekemisessä, leikkaushoidossa ja niin edelleen. (Kannan, 2017.) Uusiin tekoälyä hyödyntäviin aluevaltauksiin kuuluu myös tekoälyn ja sen menetelmien hyödyntäminen rakennusterveydestarkastelun (Structural Health Management eli SHM) tutkimisessa, jossa tekoälyn avulla voidaan tehdä tulevaisuutta koskevia ennusteita ja siten säästää korjauskustannuksissa.



Kuvio 2. Tekoälyn sovellusalueita esittävä tekoälykello.

Tekoälyä on hyödynnetty viime vuosina useilla eri alueilla aina terveydenhuollosta sotilaskäyttöön ja älykkääseen infrastruktuuriin saakka. Tekoälyn hyödyntäminen terveydenhuollossa painottuu farmasian, insomnian, kardiologian, onkologian ja pulmonologian alueille. Erityisesti onkologian alueella on toteutettu merkittäviä diagnosoivia tekoälysovelluksia, joiden avulla on kyetty diagnosoimaan muun muassa ihosyöpiä, aivokasvaimia ja rinta- sekä keuhkosityöpiä. Tekoälyllä on myös muita lääketieteellisiä sovellusalueita kuin edellä mainitut kategoriat ja sen avulla voidaan tunnistaa muun muassa silmänsairauksia, kuten kaihia. Sitä voidaan hyödyntää myös mielenterveydellisiin diagnosoointeihin, kuten haasteellisen skitsofrenian diagnosointiin.

Terveydenhuollon tulevaisuudesta on ennustettu, että tekoälymarkkinat terveydenhuollon alueella ylittävät kuuden miljardin rajan vuonna 2021. Ala on siis vahvassa kasvussa. Tekoäly tulee muuttamaan terveydenhuollon kenttää tulevaisuudessa kenties huomattavasti ja sen avulla voidaan tehdä tarkempia sekä nopeampia diagnosoiteja, löytää uusia lääkeaineyhdistelmiä, tehdä hoitosuosituksia ja säästää kustannuksissa. Tulevaisuudessa sairaalat tulevat olemaan täynnä teknologiaa ja robotiikkaa tullaan hyödyntämään yhä enemmän leikkauksia suoritettaessa ja jatkossa myös logistiikassa, kuten sairaalasänkyjen ja tarvikkeiden automaattiseen kuljetukseen. Sairaalasängyt voivat jatkossa kuljettaa potilasta aina ensiapuhuoneesta operointihuoneeseen saakka ja tarvittaessa kuvantamisen kautta. Tämä auttaa vähentämään henkilöstön tarvetta.

Tekoälyä on hyödynnetty ja tullaan hyödyntämään yhä lisääntyvässä määrin myös muilla sovellusalueilla, kuten sotilaskäyttö. Sotilaskäytössä IBM Watsonin tarjoamaa tekoälyä on hyödynnetty Yhdysvaltain Pentagonissa hankintaprosessin toteuttamisessa hyödyntäen luonnollisen kielen prosessointikykyä. Tekoälyn avulla voidaan tunnistaa syöpätaipautusten lisäksi esimerkiksi maaleja satelliitti- tai tutkakuvista, seulomaan jo olemassa

olevaa CV-tietokantaa rekrytointitilanteissa ja analysoimaan, tunnistamaan sekä ennustamaan kyberuhkia. Tekoälyä voidaan käyttää myös taistelukentillä, jossa sitä on hyödynnetty muun muassa oppimaan ihmisiltä tarkka-ampujan taitoja. Tekoäly yhdistyy hyvin myös robotiikkaan ja Yhdysvallat ovat hyödyntäneet tekoälyn mahdollisuuksia Perdix-lennokeissa, jotka ovat toisiinsa mukautuvia kollektiivisia organismeja, joilla on hajautettu älykkyys päätöksentekoa varten. Ne kykenevät tulevaisuudessa suorittamaan tiedustelutehtäviä ja kohdistettuja hyökkäyksiä. Kyseisenlaisia lennokkeja voidaan hyödyntää puolustushallinnossa valvomaan taistelukenttien muuttuvia tilanteita generoimaan dataa muun muassa tekoälyä hyödyntävien järjestelmien seulottaviksi reaaliaikaisen automaattisen tilannekuvan muodostamiseksi.

3. Tekoälypohjaiset datankäsittelytekniikat

Erilaisten tehtävätyyppien suorittamiseksi tekoälyä voidaan hyödyntää erilaisilla menetelmillä, joita ovat muun muassa evidenssipohjaiset menetelmät, luonnollisen kielen prosessointi, tekstin louhinta, prediktiiivinen ja preskriptiivinen analytiikka, suosittelujärjestelmät, kone- ja syväoppiminen jne. (i-Scoop)

Evidensseihin perustuva ajattelutapa viittaa konseptiin tai strategiaan, joka on muodostettu objektiivisten todisteiden perusteella. Evidensseihin perustuva ajattelu riippuu todellisista kokeista tai testeistä, jotka todistavat, että strategialla tai konseptillä on todennäköisyys onnistua. Oletettavasti saatu informaatio johtaa päätöksentekijän valitsemaan parhaiten toimivan toimintatavan. Päätöksentekijät uskovat, että toimintatavan tulisi ratkaista jokin tietty ongelma ja johtaa haluttuun lopputulokseen. Evidenssipohjainen lähestymistapa sisältääkin avainkysymyksen: ”onko jokin tietty toimintatapa todistettu olevan tehokas muille samankaltaisissa tilanteissa?” Evidensseihin pohjautuvaa päätöksentekoa on onnistuneesti hyödynnetty muun muassa lääketieteessä, jossa todennäköisyys oikean hoitokäytännön valitsemiseen evidensseihin perustuen on poistanut epävarmuustekijöitä, jolloin lääkärit ovat kyenneet määrittämään oikeanlaisen ja yhtenäisen hoitomuodon. (Lumen)

Tekoälyn osa-alueisiin kuuluu luonnollisen kielen tuottaminen (Natural Language Generation eli NLG), jolla tarkoitetaan tekstitiedon tuottamista datasta. NLG on prosessi, jossa dataa tulkitaan tarkoituksenmukaisesti ja jossa se esitetään helposti ymmärrettävässä luonnollisen kielen muodossa tiettyjen määriteltyjen kommunikaatitavoitteiden saavuttamiseksi. Tämänkaltaisia työkaluja käytetään, kun prosessoidaan laajoja rakenteisessa tai rakenteettomassa muodossa olevia data-aineistoja. NLG-prosessin lopputuloksena saadaan luonnollisella kielellä esitetty teksti, joka on generoitu perustuen kerättyyn dataan ja käyttäjän tuottamaan syötteeseen. Luonnollisen kielen prosessointi toimii tietyllä tapaa vastakkaisena mallina luonnollisen kielen ymmärtämiselle (Natural Language Understanding eli NLU). NLG-prosessissa järjestelmä tekee päättelyitä, kuinka saattaa konsepti sanalliseen muotoon NLU-prosessin toimiessa päinvastoin. (GeeksForGeeks)

Luonnollisen kielen prosessointi (Natural Language Processing eli NLP) on tutkimusala, jonka tutkimuksen kohteena on tietokoneiden kyky hyödyntää luonnollista kieltä, kuten

puhetta tai tekstiä ja oppia tulkitsemaan niitä. Luonnollisen kielen tulkinta on tärkeää, mikäli tekoälyjärjestelmän halutaan vuorovaikuttavan ihmisten kanssa. NLP on käsitteenä ollut olemassa jo vuosikymmeniä ja se on kehittynyt useista eri teknologioista, jotka tyypillisesti ovat saaneet vaikutteita lingvistiikasta, jossa teksti on syntaktisesti jäsenneltä hyödyntämällä muodollisia kielioppisääntöjä ja sanakirjaa. Lopputuloksena syntyvä informaatio on sen jälkeen semanttisesti tulkittu ja sitä on hyödynnetty halutessa tietää, mitä on sanottu eli mikä on informaation välittämä sanoma. NLP voi olla syvää, jolloin jäsennellään kaikki osat jokaisesta lauseesta ja koetetaan semanttisesti huomioida jokainen osa. NLP voi myös pinnallisempaa, jolloin jäsennellään vain tiettyjä sanontoja lauseessa tai tuotetaan ainoastaan rajoittunut semanttinen analyysi. NLP voi myös hyödyntää tilastollisia menetelmiä sananmuotojen tai sanontojen etsimisessä lauseesta. NLP:lle on tyypillistä, että sen yhteydessä keskitytään yhteen dokumenttiin tai tekstinosaan, joka voi laskennallisesti olla aikaa vievää. NLP-tekniikoita ovat muun muassa suffiksien (jälkiliite), perusmuotoistaminen (korvaa taivutetun sanan perusmuotoisella sanalla), monisanaelementtien ryhmittely, synonyymien normalisointi, sanojen merkityksen loughinta, roolin määrittäminen ja niin edelleen. (Kao & Poteet, 2005, 1)

Tekstin loughinta (text mining) on käsitteenä NLP:tä uudempi ja siinä käytettäviä tekniikoita on alkujaan kehitetty tiedonhankinnan alueella, tilastotieteessä ja koneoppimisessa. Sen tavoitteena ei ole saada ymmärrystä kaikesta tai edes suurimmasta osasta tekstin kirjoittajan välittämästä sanomasta, vaan ennemmin poimia malleja suuresta määrästä dokumentteja. Yksinkertaisin tekstin loughinnan muoto on informaation hakeminen, jota kutsutaan tekstin tai dokumenttien hakemiseksi, jota hakukoneet tyypillisesti käyttävät. Kuitenkin tekstin loughintaan kuuluu alueita, kuten automaattinen tekstin luokittelu joidenkin kiinteiden luokkien mukaisesti, kuten tekstin klusterointi, automaattiset yhteenvedot, aihealueiden loughinta teksteistä tai tekstiryhmistä ja trendien analysointi tekstivirroista. Tyypillinen tekstin loughinnan sovellus on luonnollisella kielellä kirjoitettujen dokumenttien läpikäyminen ja dokumenttiaineiston mallintaminen ennustavan luokittelun tarpeita ajatellen. (Kao & Poteet, 2005, 1)

Prediktiivinen analytiikka on melko uusi menetelmä, joka antaa yrityksille mahdollisuuden saada tietoa reaaliajassa ja muodostaa prediktiivisiä ja preskriptiivisiä malleja, joiden avulla koko käytössä oleva data on hyödynnettävissä. Esimerkiksi Amazon suosittelee tuotetta ja Google kykenee ennustamaan, milloin henkilön tulisi tehdä lounaspöytävaraus, jotta se tulisi tehtyä ajoissa. Prediktivistä analytiikkaa käytetään määrittelemään todennäköinen tulevaisuudessa ilmenevä tietystä tapahtumasta johtuva seuraus tai todennäköisyys tulevaisuudessa ilmenevän seurauksen tapahtumiselle. (Walker, 2016)

Prediktiivisen analytiikan voidaan katsoa olevan tiedonloughinnan haara, joka ennustaa tulevaisuuden todennäköisyyksiä ja trendejä. Prediktivistä analytiikkaa käytetään automaattisesti analysoimaan suuria määriä erilaisia muuttujia sisältävää dataa, kuten klusterointi, päätöspuut, ostoskorianalyysi, regressiomallinnus, neuroverkot, geneettiset algoritmit, tekstin loughinta, hypoteesin testaaminen, päätöksenteon analytiikka ja niin edelleen. Prediktiivinen analytiikka kykenee yhdistämään myös liiketoimintatietouden ja tilastollisen analytiikan tekniikat uusien ideoiden saavuttamiseksi. Tämänkaltaiset

ideat auttavat organisaatioita ymmärtämään, kuinka ihmiset käyttäytyvät esimerkiksi asiakkaina, ostajina, myyjinä ja jakelijoina.

Suosittelujärjestelmät (recommendation engine) ovat informaation suodatinjärjestelmiä, jotka käsittelevät informaation ylikuormituksen muodostamia ongelmia suodattamalla elintärkeitä informaation palasia suuresta määrästä dynaamisesti generoitua informaatiota henkilön mieltymyksiin, kiinnostuksiin tai tarkkailtuun käytökseen liittyen. Suosittelujärjestelmällä on kyky henkilön profiilin perusteella ennustaa, pitääkö tietty henkilö jostain tietystä tuotteesta tai tavarasta. Ennustaminen varmistaa, että asiakas saa nähtäväksi hänen makunsa suhteen relevanttia dataa, joka voi olla esimerkiksi maku, tyyli tai muita ominaisuuksia, jotta oikeanlaisen datan etsimiseen ei kuluisi aikaa. Suosittelujärjestelmät kykenevät jatkuvasti oppimaan uutta ja sopeutumaan uusiin asiakkaiden käyttäytymismalleihin. (Naik, 2017)

4. Esineiden Internet (IoT) ja sensorinen data

Esineiden internetillä (IoT) tarkoitetaan toistensa kanssa kommunikoivia asioita ja esineitä, jotka sijaitsevat ympärillämme. Morganin (2014) mukaan esineiden internet on konsepti, joka periaatteessa yhdistää internetiin minkä tahansa laitteen, jossa on on/off-kytkin. Tämä sisältää kaiken matkapuhelimista, kahvinkeitinistä, pesukoneista, kuulokkeista, lampuista, päälle puettavista laitteista ja lähes kaikenlaisista kuviteltavissa olevista sähkölaitteista. Liiketoiminnassa esineiden internet on nykypäivän kaupallinen ponnistus integroida suuri määrä teknisiä ja kaupallisia informaatiota tuottavia komponentteja uusien liiketoiminnallisten tilaisuuksien mahdollistamiseksi, perustuen laitteen ja järjestelmän älykkyyteen (Clarke, 2015). Gartner määrittelee IoT:n fyysisten objektien verkostoksi, jotka sisältävät objektien sisäisten tilojen väliseen tai ulkoiseen ympäristöön suuntautuvaan kommunikointiin tai interaktioon tarvittavaa teknologiaa (Gartner, 2017).

Esineiden internetin avulla voidaan toteuttaa muun muassa kotiautomaatiota, valmistaa päälle puettavaa teknologiaa, kuluttajapalveluita, ajoneuvojen elektroniikkaa ja sitä voidaan hyödyntää myös sairaalaympäristössä, avustetussa asumisessa ja kuntoilussa. Teollisuus ja valtiot ovat myös teknologiasta kiinnostuneita ja IoT-tekniikkaa on hyödynnetty lämmityksen ja infrastruktuurin monitoroinnissa, kuljetuksessa, maataloudessa, älykkäissä kaupungeissa, prosessiautomaatiossa, turvallisuusalalla ja niin edelleen.

Rakennusten infrastruktuurin alueella on meneillään suuria muutoksia kaupallisten rakennuksien ja yksityiskotien tullessa yhä älykkäämmiksi. Äly tässä kontekstissa viittaa automatisoituihin prosesseihin, jotka vähentävät operationaalisia kuluja, säästävät energiaa, optimoivat tilojen allokointia, parantavat turvallisuutta ja asukkaiden viihtyvyyttä, sekä jossain tapauksissa tuottavat liiketoimintatietoa (Business Intelligence). Nykyiset sensorit, kuten liikkeen tunnistimet, eivät pysty tuottamaan riittävää informaatiota, vaan lisäksi on tarpeen käyttää muita tapoja valvontainformaation keräämiseksi, kuten esimerkiksi IP-videokamerat.

Kiinteistöihin asennetut älykkäät järjestelmät pystyvät keräämään informaatiota, kuten lämpötilan, tilan käytön ja niin edelleen. Lisäksi ne kykenevät kommunikoimaan muiden rakennusjärjestelmien kanssa, kuten HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) ja turvallisuuteen liittyvät järjestelmät. Älykkäät sensorit, jotka hyödyntävät oikeanlaista arkkitehtuuria seuraten lämpötilan, valojen tasojen, päivänvalon, liikkeen, lämmön ja energian kulutuksen suhteen, kykenevät erottamaan toisistaan ihmisen sekä ei ihmisen lämmön ja liikkeen lähteet. (Costello, 2015.)

Kehittyneet järjestelmät ulottuvat perinteisten älyratkaisujen kuten valaistuksen kontrolloinnin ylitse ja ne tarjoavat mahdollisuuden integroida IoT:ta muihin rakennuksien järjestelmiin. Yhdistettäessä lämpötilan kontrollointi verkossa olevaan valaistusjärjestelmään, voidaan tuottaa informaatiota rakennuksen niin sanotuista ”kuumista” ja ”kylmistä” pisteistä HVAC:n optimoimiseksi. HVACin tarkoituksena on huolehtia rakennuksen lämpöohjauksesta ja sisäilman laadusta. Lisäksi voidaan asentaa erilaisia liikesensoreita rakennuksen tiloihin, joiden avulla voidaan päätellä, milloin tiloja tulee lämmittää ja milloin ei. (Costello, 2015.)

IoT -teknologiaa voidaan hyödyntää myös tunkeilijoiden havaitsemiseen ja ihmisten paikantamiseen rakennuksen tiloissa katastrofitilanteissa. Liiketunnistimia voidaan käyttää myös esimerkiksi tilanteessa, jossa hämäräkytkin varoittaa asukkaita ennen valaistuksen sammumista, jolloin on vielä riittävästi aikaa poistua rakennuksesta tai ohittaa kontrollijärjestelmä. IoT -teknologiaa hyödyntävät valaistuskontrollit voivat myös valaista jalkakäytävän esimerkiksi jalankulkijan, asiakkaan tai työntekijän edestä lisäten näkyvyyttä ja turvallisuutta. (Costello, 2015.)

Päälle puettavaa teknologiaa on usein kutsuttu yhdeksi suurimmista Internet of Things (IoT)-sovelluksista. Laitevalmistajat, kuten Fitbit ja muut samankaltaiset yritykset mahdollistavat henkilökohtaisen terveyden ja aktiviteetin sekä kuntoilun seurannan, mikä oli aiemmin mahdotonta. Älykellot tuovat älypuhelisten tekniikkaa suoraan käyttäjän ranteeseen. Terveydenhuollon teollisuus on yksi suurimmista toimijoista, joka kiihdyttää päälle puettavien laitteiden markkinoita, sillä kuluttajien sekä ammattilaisten teknologiset trendit rohkaisevat siihen suuntaan. (Meola, 2016.)

Kuntoilun seurantasovellukset ovat johtava kuluttajasegmentti päälle puettaville laitteille, koska useimmat kuluttajat käyttävät päälle puettavia laitteita tallentamaan harjoittelunsa ja terveystilastoja sekä edistymistä. Nykyään myös sairaalat, lääketieteen alan yritykset sekä farmaseuttiset yritykset ja vakuutusyhtiöt ovat aloittaneet käyttämään näitä laitteita. Kriteerinä laajaan lääketieteellisten päälle puettavien laitteiden adoptioon on kuitenkin tarkkuus, jonka valmistajien tulee varmistaa, jotta käyttäjät voivat saada tarkkoja edistymisraportteja tilastaan. Tarkkuuden edelle menevät kuitenkin yksityisyysvaatimukset, sillä terveysdata on varsin arkaluontoista, eivätkä käyttäjät ole valmiita jakamaan sitä kaikkien tarkasteltavaksi. (Meola, 2016.)

Nykyään useimmat päälle puettavat laitteet ovat fokuoitu kuntoilua varten, joten monet älyvaatteet tarjoavat hyötyjä, kuten mittarit ja yksityiskohtaisen analyysin suorite-

tuista harjoitteista. Tutkimuksien mukaan 40 % älypuhelinien käyttäjistä on kiinnostunut päälle puettavasta teknologiasta, kuten paita, johon on sisällytetty sensoreita, jotka voivat mitata tuhansia mittauksia kehosta. Tämän lisäksi sovellus voi suositella vaatteita internetissä, jotka sopivat täydellisesti kehon muotoon. Älylasit ovat myös yksi mielenkiintoinen sovellusalue, jota voidaan hyödyntää niin lääketieteessä kuin arkielämässäkin. Älyhousut taas voivat generoida virtaa muille päälle puettaville laitteille, jolloin niiden käyttö helpottuu, sillä lataamista ei tarvitse muistaa tehdä käytön jälkeen. Kiinnostusta on ollut myös lämpökoruja kohtaan, jotka voivat lähettää kuumia tai kylmiä pulseja käyttäjän iholle parantaakseen yleistä lämpötilan kokemisen mukavuutta. (Ericsson, 2017.)

5. Älysopimukset

Älysopimus on lohkoketjussa ehtojen täytyttyä itsensä toteuttava tietokoneohjelma. Älysopimukset poikkeavat tekojen, puheen tai kirjoituksen avulla syntyvistä tavanomaisista sopimuksista, sillä ne sijaitsevat ohjelmistossa ja ovat itseään toteuttavia. Älysopimusten odotetaan mahdollistavan liiketoimintojen prosessiautomaation huomattavasti aiempaa laajemmassa mittakaavassa. Älysopimus tekee mahdolliseksi vahvistaa sopimusosapuolten suorittaneen velvoitteensa, ja se mahdollistaa nopeutetun ja automatisoidun suorituksen vaadittujen ehtojen täytyttyessä (Enisa, 2017). Älysopimus kirjataan lohkoketjuun ja siihen määritellään sopimuksen ehdot. Kun sopimuksen ehdot täytyvät, kaikki sopimuksen osapuolet saavat sopimuksen mukaisesti osuutensa. Sopimukseen voidaan myös kirjata viimeinen päivä, jolloin sopimuksen ehtojen pitää täytyä tai se purkautuu. Sopimuksen purkautuessa kaikille osapuolille palautetaan heidän osuutensa. Sopimuksen tekohetkestä alkaen regulaattorit voivat seurata sopimusten oikeellisuutta ja toimintaa ilman, että yksityisten toimijoiden henkilöllisyyttä tarvitsee paljastaa.

Älysopimukset perustuvat siis lohkoketjuihin, jotka koostuvat ketjusta, jossa on useita peräkkäisiä datapaketteja. Näitä datapaketteja kutsutaan lohkoiksi. Yksittäinen lohko sisältää useita tapahtumia. Tapahtumien lisäksi lohkoketjuun voidaan säilöä kuvia, tekstiä tai koodia. Lohkoketju laajentuu aina uudella loholla ja sen seurauksena lohkoketju edustaa kokonaista tilikirjaa kaikista tapahtumista (Nofer ym., 2017). Koska lohkoketjuun voidaan tallentaa muutakin dataa kuin tapahtumia, se myös toimii tietokantana. Se koostuu muuttumattomista, järjestyksessä toisiinsa linkitetyistä datalohkoista. Lohkojen ketjuksi liittämisenä käytetään hyväksi lohkojen tiivisteitä. Jokaisen lohkon tietosisällöstä lasketaan yksilöllinen tiiviste. Tähän tietosisältöön lisätään myös edellisen lohkon tiiviste. Kun kaikissa lohkoissa lukee edellisen lohkon tiiviste, linkittyvät nämä lohkot yhdeksi ketjuksi (Storås, 2016). Tämä tarkoittaa sitä, että jos yksikin merkki jossain lohkoissa muuttuu, vaikuttaa se kaikkiin sen jälkeisiin tiivisteisiin. Tämän ansiosta lohkoketjun tapahtumahistoriaa on erittäin vaikea muuttaa jälkikäteen.

Lohkoketjuun tallennettu tieto on hajautettu siten, että se sijaitsee fyysisesti ja digitaalisesti samaan aikaan useassa eri paikassa, niin sanotuissa verkon solmukohtana toimivissa tietokoneissa. Nämä solmukohtat ovat lohkoketjua ylläpitäviä tietokoneita. Näin varmistetaan tiedon saatavuus, säilyvyys ja käytettävyys. Lohkoketjuissa tieto on tallen-

nettu useaan eri sijaintiin ja uuden tiedon lisääminen validoidaan ja varmistetaan kussakin paikassa. Tämän seurauksena lohkoketjun käyttö ei vaadi luottamusta käyttäjiensä tai kolmansien osapuolten välillä. ”Lohkoketju on parhaimmillaan silloin, kun osapuolilla on eriävät intressit, eivätkä he voi täysin luottaa toisiinsa”, kuvailee Pekka Nikander (Kotilainen, 2017).

Lohkoketjuja on periaatteessa kolmea eri tyyppiä: julkisia, yksityisiä ja konsortiolohkoketjuja (Zheng ym., 2017). Bitcoin on esimerkki julkisesta lohkoketjusta. Siinä tarkoituksena on päästä eroon maksuliikenteen välikäsistä: jokainen verkon solmukone tallentaa koko lohkoketjun ja varmistaa kaikki transaktiot. Hyvä puoli on, että kuka tahansa pääsee lukemaan ja lähettämään transaktioita, mutta ongelmaksi muodostuu verkon hitaus ja transaktioiden kohonneet siirtokulut. Yksityisessä lohkoketjussa yritys toimii välikätenä, joka varmistaa kaikki transaktiot tehostaen verkon toimintaa: koko verkon ei tarvitse osallistua, joten siirtäminen on nopeampaa ja halvempaa. Ongelmana on se, että on luotettava yrityksen kykyyn hallita lohkoketjun tietoturva (Thompson, 2018).

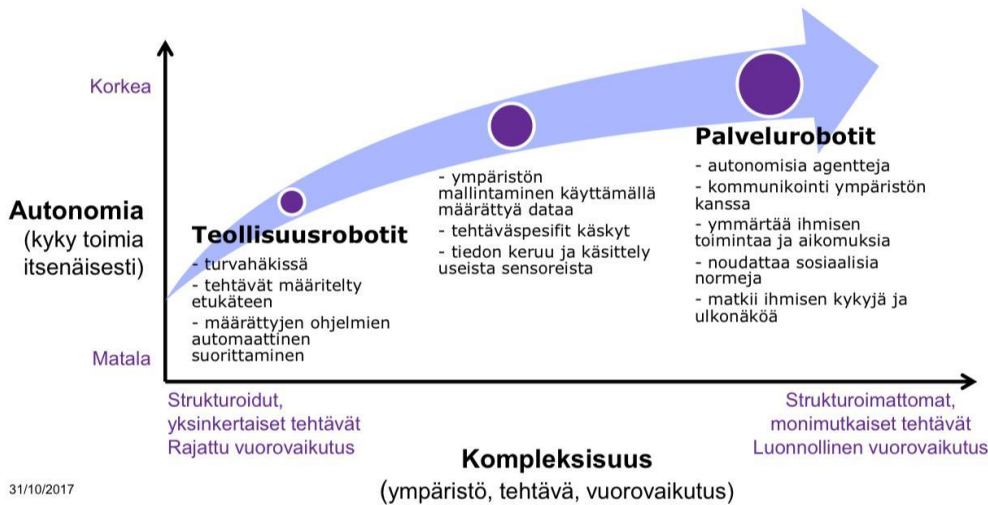
Konsortiolohkoketju on osittain yksityinen. Tällaisessa ratkaisussa on annettu esimerkiksi muutamalle taholle lupa osallistua transaktioiden verifiointiin. Tämä ratkaisumalli voi olla myös yhtä nopea kuin puhtaasti yksityinen lohkoketju ilman, että kaikki hallinto keskittyy yhdelle yritykselle. (Thompson, 2018). Vaikka lohkoketjut ovat uutta teknologiaa, on niiden käyttöönotto edullista. Lohkoketjusovellukset rakentuvat olemassa olevan digitaalisen datan ja ICT-infrastruktuurin päälle, mikä alentaa kokeilemisen kustannuksia ja mahdollistaa uusien käyttötapauksien ilmestymisen nopeasti (Lansiti & Lakhani, 2017).

6. Robottiikka ja autonomiset järjestelmät

Robottiikka on kehittynyt (kuvio 3) 1960-luvun teollisuusympäristössä hyödynnetyistä vähäisen autonomian ja vähäisen vuorovaikutteisuuden roboteista itsenäisiin, tietoa kerääviin ja ympäristöään havainnoiviin, sekä sen kanssa kommunikoiviin, älykkäisiin robotteihin. Ne ovat siirtyneetkin omista eristetyistä toimintaympäristöistään täysin avoimeen ympäristöön ihmisten joukkoon. Tämä mahdollistaa ennen toteutuskelvottomilta vaikuttaneiden, monimutkaisten ja strukturoimattomien tehtävien antamisen roboteille. Jatkuvasti kehittyvät kyvyt luonnolliseen vuorovaikutukseen mahdollistaa edistyneempää ihmisen ja robottien välistä vuorovaikutusta. (Niemelä, 2017, 2.)

Robottievoluutio

Haidegger & al. (2013) mukaillen



Kuvio 3. Robottievoluutio (Niemelä, 2017, 2)

Vuonna 2012 päivitetty ISO-8373-standardi (ISO, 2012) määrittää robotin seuraavasti: *"Actuated mechanism programmable in two or more axes with a degree of autonomy, moving within its environment, to perform intended tasks."*

Standardi siis korostaa robotin ohjelmoitavuutta, autonomisuutta, sekä kykyä suorittaa sille annettuja tehtäviä. Robotin määrittely puolestaan teollisuus- tai palvelurobotiksi määräytyy robotin käyttötarkoituksen mukaan. Standardi määrittelee myös robotiikan tarkoittavan robottien suunnitteluun, valmistamiseen ja käyttämiseen liittyvää tiedettä ja toimintaa. Näitä määritelmiä noudattaa myös kansainvälinen robotiikan keskusjärjestö IFR (International Federation of Robotics).

IFR (2016a, 25) määrittelee teollisuusrobotin ISO-8373 perusteella seuraavalla tavalla: *"Automatically controlled, reprogrammable, multipurpose manipulator, programmable in three or more axes."*

Sekä palvelurobotin (IFR, 2016b, 9): *"Robot that performs useful tasks for humans or equipment excluding industrial automation applications."*

Teollisuusrobottien ja palvelurobottien tarkempi luokittelu eroaa toisistaan. Siinä missä palvelurobottien luokittelu tehdään yhä niiden käyttötarkoituksen perusteella, teollisuusrobotit luokitellaan vain niiden mekaanisen rakenteen perusteella. Palvelurobottien luokittelussa robotit myös jaotellaan ensin yksityiskäyttöisiin (personal service robot) ja ammattikäyttöisiin (professional service robot) robotteihin, joiden alla ovat tarkemmat luokittelut käyttötarkoituksen mukaan. (IFR, 2016b, 9.)

Robotiikkaa, varsinkin palvelurobotiikkaa sekä sen sovelluksia, voidaan hyödyntää esimerkiksi sosiaali- ja terveysalalla. Valitettavasti robotiikkaa on SOTE-alalla hyödynnetty

vielä varsin vähäisesti ja yleisimpiä sovellutuksia ovat olleet vähäisen autonomian robotit ja leikkaussalirobotit. Myös organisaation robotiikka ja ohjelmistorobotiikka ovat jo osoittaneet käyttökelpoisuutensa ja tuottaneet säästöjä sekä tehostaneet toimintoja monissa sairaaloissa maailmalla, Suomessa nämä tosin ovat edelleen tekemässä tuloaan. Vielä vähäisessä käytössä olevia kognitiivisia ja älykkäitä robotteja kehitetään ja kokeillaan monilla tavoin ja niiden voidaan odottaa yleistyvän jatkuvasti enemmän määrin.

Sosiaali- ja terveysalan robotisaatiota hidastaa paitsi nuori, kehitystä vaativa teknologia, myös muutosvastarinta ja jopa pelko robotteja kohtaan. Robottien hyödyntämiseen liittyy edelleen myös ratkaisemattomia eettisiä kysymyksiä, varsinkin vähenevän inhimillisen kontaktin kysymys. Osin myös kehityksen perässä hitaasti uudistuva lainsäädäntö saattaa asettaa esteitä robottien tehokkaalle hyödyntämiselle sosiaali- ja terveysalalla.

Robotiikan nopean kehityksen ja tunnistetun tarpeen myötä on oletettavaa, että erilaiset palvelurobotit tulevat ennen pitkää olemaan oleellinen osa sosiaali- ja terveysalan toimintoja niin Suomessa kuin muissakin kehittyneissä maissa. Niiden avulla vähenevä työvoima pystyy vastaamaan kasvavan sosiaali- ja terveyspalveluiden asiakasmäärän tarpeisiin ja pitämään palveluiden laatua yllä kustannustehokkaasti.

6.1 Ohjelmistorobotiikka (Robotic Process Automation, RPA)

Robotiikasta erillinen, mutta tässä raportissa käsiteltävä asia on myös ohjelmistorobotiikka (robotic process automation, RPA), joka nimestään huolimatta ei ole edellä esiteltyä robotiikkaa. Sen sijaan RPA on (prosessien) automaatiota, jonka tuote on tyypillisesti tietokoneohjelmisto. (Owen-Hill, 2017; Pertilä, 2017.)

Ohjelmistorobotiikkaa voidaan toki verrata varsinkin teollisuusroboteihin, molemmat tekevät jatkuvasti ja toisteisesti varsin yksinkertaisia tehtäviä. Ohjelmistorobotti vain tekee sen kokoonpanolinjan sijasta tietokoneen käyttöliittymällä, samoin kuin ihminen tekisi. Merkittävin ohjelmistorobotiikan tehtävä on vapauttaa ihmisiä toistuvista yksinkertaisista rutiinitehtävistä, kuten kirjaamisista, tuottavampiin tehtäviin. Ohjelmistorobotti myös tekee nämä tehtävät merkittävästi ihmistä nopeammin, tarkemmin ja varmemmin. (Barkin, 2016.)

Robotiikka-automaation hyödyntäminen erilaisten tietolähteiden ja sovellusten integroimisessa mahdollistaa tehokkaamman resurssien hyödyntämisen, esimerkiksi ylläpidollisten tehtävien suorittamiseksi. RPA käyttää tietokoneohjelmia luodessaan virtuaalisia työntekijöitä tai digitaalisia robotteja, jotka voivat suorittaa rutiininomaisia tehtäviä, jolloin ihmistyöntekijöille jää enemmän aikaa strategisesti tärkeämpien tehtävien suorittamiseksi. RPA-robotti voi kommunikoida suoraan jo olemassa olevien sovellusten ja tietolähteiden kanssa, kuten yrityssovellukset ja muut hallinnolliset tukijärjestelmät, WWW-sivut, portaalit, sähköposti, Microsoftin toimisto-ohjelmat jne. RPA-robotti voi kerätä ja prosessoida dataa, siirrellä sitä järjestelmien välillä, prosessoida rutiinitransaktioita ja tarkastella tuloksia. Robotin jäljitellessä ihmisen tyypillistä tehtävien suorittamisen tapaa, se oppii suorittamaan tehtävät ja tehostamaan tehtävien suorittamista.

Robotiikkaa hyödynnetään yhä enemmän myös finanssialalla ja ANZ Bank on yksi esimerkki kognitiivisen tietojenkäsittelyn ja robotiikan hyödyntämisestä alueilla, kuten neuvontapalvelut, riskit ja back office -automaatio. Robotit eivät kuitenkaan vielä korvaa ihmisiä, vaan toimivat apuna eri teollisuudenaloilla. ANZ Wealth Group on omaksunut IBM Watsonin työkaluksi finanssialan pankkineuvojille, jotka ovat vuorovaikutuksessa asiakkaiden kanssa. Työkalun tarkoituksena on auttaa pankkineuvoja tarjoamaan parempia palveluita, jotka ovat räätälöity asiakkaan elämäntilanteen ja tapahtumien mukaan, kuteen häät, kuolemantapaukset, kiinteistöhankinnat jne. Työkalu kehitettiin saattamalla Watsonin käsiteltäväksi informaatiota, kuten markkinointidata, rahoituselvytykset, tuoteinformaatio jne. ANZ laati tuhansia kysymyksiä, joita asiakkaat saattavat kysyä pankkineuvojilta ja loi asiasanaston auttamaan Watsonia ymmärtämään standardoimatonta terminologiaa, jota kyselyissä voidaan käyttää. (Coyne, 2016)

ANZ hyödyntää kognitiivista tietojenkäsittelyä myös luotonantopalveluissa, joissa on taustalla ollut useita tietojärjestelmiä tehden siitä monimutkaisen. Kognitiivinen tietojenkäsittely auttoi rakentamaan toimintoja, jotka olivat älykkäitä ja jotka kykenivät keskustelemaan sisäisten ja ulkoisten lähteiden kanssa. Tarkoituksena oli lisätä automaatiota ja vähentää vakuudettomien ja henkilökohtaisten lainojen hyväksymisaikaa, jota onnistuttiin vähentämään viisi prosenttia. Nykyään 150 000 ihmistä aiempaa enemmän voivat saada nopean vastauksen pyyntöihinsä automatisoinnin avulla. Järjestelmä on itse oppiva eli mikäli pankki tekee virheen lainan myöntämisessä, siitä tulee palautetta ja järjestelmä oppii virheistä, jolloin siitä tulee aiempaa älykkäämpi seuraavaa kertaa varten. (Coyne, 2016)

7. Tietoturva - kyberturvallisuus

Digitaalinen kybermaailma on yhdestä tai useammasta digitaalisesta tietojärjestelmästä muodostuva toimintaympäristö. Kybermaailmalle on tunnusomaista elektroniikan ja sähkömagneettisen spektrin käyttö datan ja informaation varastointiin, muokkaamiseen ja siirtoon viestintäverkkojen avulla. Ympäristöön kuuluvat myös datan ja informaation käsittelyyn liittyvät fyysiset rakenteet. Esimerkkejä kybertoimintaympäristöistä ovat tietojärjestelmiin perustuvat ydinvoimalan ohjausjärjestelmä, elintarvikkeiden kuljetus- ja logistiikkajärjestelmä, liikenteen ohjausjärjestelmät sekä pankki- ja maksujärjestelmät.

Digitaalinen kybermaailma houkuttelee rikollisia, jotka etsivät uusia mahdollisuuksia varastaa, hyödyntää ja myydä tietoa. Tiedon ja informaation siirtyminen verkkoon on tuonut sinne myös tiedusteluorganisaatiot. Terroristeille kybermaailma on yhteydenpidon, viestinnän ja vaikuttamisen toimintaympäristö, minkä lisäksi se on heille houkutteleva hyökkäyskohde. Asevoimien digitalisaatio on luonut sotilaallisen kybermaailman, jossa vaikuttavat verkottuneiden sotilaiden lisäksi älykkäät ja yhä itsenäisemmät asejärjestelmät. (Lehto, Limnell, 2017)

Modernin yhteiskunnan toiminta perustuu kansallisen kriittisten infrastruktuurin useiden eri osien yhteistoimintaan. Niiden keskinäinen toimintakyky riippuu yhä enemmän

kyberturvallisista ja korkean käyttövarmuuden omaavista sähköjärjestelmistä ja tiedon-siirtoverkostoista sekä muista luotettavista ja tietosisällöltään eheistä hallinnon ja kansalaisten palveluista. Teknologinen kehitys on johtanut tuotannon, palvelujen ja koko yhteiskunnan digitalisoitumiseen, verkostoitumiseen ja keskinäisten riippuvuuksien kasvuun. Kyse on myös kansalaisten luottamuksen ylläpitämisestä yhteiskunnan toimintaan. Kyberhyökkäykset, haittaohjelmat, palvelunestohyökkäykset ja erilaiset informaatiovaikuttamisen muodot lisääntyvät jatkuvasti. Tämän kehityksen vuoksi on lisättävä edelleen varautumista kyberuhkiin ja -häiriötilanteisiin, jotka vaarantavat yhteiskunnalle välttämättömien tietoteknisten järjestelmien ja rakenteiden toimivuutta jo normaalioloissa. Suomalaisen yhteiskunnan ja yritysten riippuvuus kybertoimintaympäristöstä kasvaa entisestään tulevana vuosina.

Digitalisaation riskejä ovat tietotekniikan tuomat tietyt ongelmat, esimerkiksi tietoturvariskit. Digitalisaation avulla ihmiset voivat esimerkiksi muuntaa kotinsa äylaitteiden avulla moderniksi, mutta samalla asettaa itsensä avoimeksi tietoturvahyökkäyskohteeksi. Tietoturva on hyvin pitkälti kansalaistaito, ja on periaatteessa viitseliäisyyttä keksiä monipuolinen ja turvallinen salasana eri laitteille ja palveluille. Oikea ongelma onkin siinä, että ihmisillä on käytössään myös sellaisia laitteita, joita ei pystytä ohjelmistopäivittämään tietoturvakorjauksilla. Esimerkkejä tämän kaltaisista laitteista ovat ilmalämpöpumppu ja verkkoon kytketty itkuhälytin, jotka voivat asettaa kodin tietoturvan avoimeksi tietoturvahyökkäyskohteeksi.

Digitalisaatio kasvattaa kyberhyökkäjiä kiinnostavien kohteiden määrää, joten tietoturvan täytyy kehittyä digitalisaation myötä. Vuonna 2017 yritykset ja yhteisöt investoivat digitalisaatiohankkeisiin globaalisti noin 1,1 biljoonaa dollaria. Määrän ennustetaan lähes tuplaantuvan vuoteen 2021 mennessä. Kyberhyökkäykset ovat viime vuosina monipuolistuneet niin paljon, ettei reaktiivinen tietoturva kuten palomuurit tai antivirusohjelmistot tarjoa enää täydellistä turvaa. Perinteisiä ohjelmisto- ja laitepohjaisia tietoturvaratkaisuja jatkokehitetään havainnointi- ja reagointikykyä parantamalla. Hyökkääjät piiloutuvat yhä useammin IT-infrastruktuuriin, käyttöjärjestelmien tai perusohjelmistojen ja työkalujen sisälle, jolloin niiden havainnointi on todella haastavaa. Jos ja kun hyökkääjä onnistuu tunkeutumaan yhtiön tietoverkkoon tai laitteisiin, ei hänen läsnäoloaan huomata nopeasti. Viime vuosina tunkeilijan tunnistaminen on kestänyt keskimäärin 150 päivää. (Tulokas, 2018)

Rikolliset, terroristit, vieraat valtiot ja muut iskujen takana olevat tahot haluavat varastaa dataa tai muuten vaikuttaa yrityksen, yhteisön tai toisen valtion toimintaan. Motiiveja on monenlaisia, mutta usein hyökkääjiä houkuttaa mahdollisuus tehdä rahaa. Jos sitä ei voi tehdä suoraan varastetun datan avulla, voi tietomurroilla vaikuttaa esimerkiksi päätöksentekoon tai osakekursseihin ja sitä kautta välillisesti hankkia ansaintamahdollisuuksia. (Tulokas, 2018)

Kyberturvallisuus voidaan määritellä lyhyesti toimenpiteiksi, joilla suojaudutaan kyberhyökkäyksiä ja niiden vaikutuksia vastaan sekä toteutetaan tarvittavia vastatoimenpiteitä. Kyberturvallisuus rakentuu organisaation tai instituution uhka-analyysille. Ky-

berturvallisuusstrategian ja -ohjelman rakenne ja elementit riippuvat organisaation arvioituista uhkatekijöistä ja riskeistä. Useissa tapauksissa on välttämätöntä laatia organisaatiolle useita kohdennettuna kyberturvallisuusstrategioita/ohjeita.

Kyberturvallisuuteen kuuluvat toimenpiteet, joilla voidaan ennakoivasti hallita ja tarvittaessa sietää erilaisia kyberuhkia ja niiden vaikutuksia. Kybertoimintaympäristön toiminnan häiriytyminen aiheutuu usein toteutuneesta tietoturvauhkasta, joten kyberturvallisuuteen pyrittäessä tietoturva on keskeinen tekijä. Tietoturvan lisäksi kyberturvallisuuteen pyritään muun muassa toimenpiteillä, joiden tarkoituksena on turvata häiriytyneestä kybertoimintaympäristöstä riippuvaiset fyysisen maailman toiminnot. Siinä missä tietoturvalla tarkoitetaan tiedon saatavuutta, eheyttä ja luottamuksellisuutta, kyberturvallisuus tarkoittaa digitaalisen ja verkottuneen yhteiskunnan tai organisaation turvallisuutta ja sen vaikutusta niiden toimintoihin.

Perinteiset organisaation ICT-infrastruktuurin syvyyssuuntaisiin vyöhykkeisiin suojauskehiin perustuvat turvallisuusratkaisut eivät vastaa enää riittävästi tämän päivän kehittyneisiin uhkiiin, jotka tulevat laajalta alueelta joko organisaation ulkoa tai sisältä. Näin ollen integroidussa turvallisuusjärjestelmässä tulee voida teknillisillä ratkaisuilla luoda vyöhykkeisiä suojauskehiä täydentävä vahva käyttäjä-, tietoverkko- ja datavarantojen suojaus, päätelaitteiden hallinta ja turvallisuus, datavirtojen aktiivinen monitorointi, havaintokyvykkyyden luominen ja erilaisten hyökkäysvektoreiden torjunta. Järjestelmä edellyttää kyvykkyyttä ymmärtää alati muuttuvaa hyökkäysalaa ja uusia hyökkäysvektoreita.

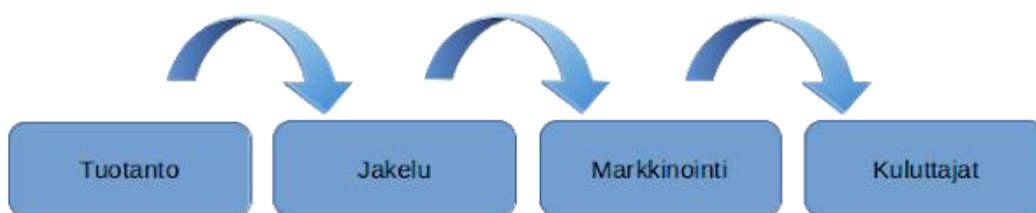
Älykkäästä kyberturvallisuusarkkitehtuurista voidaan muodostaa kyberturvallisuuteen alustoja, jotka tarjoavat laajan kohdennetun ekosysteemin integroituja turvallisuusratkaisuja. Alustaratkaisut mahdollistavat tehokkaan kyberturvallisuusasiantuntijoiden ja tekoälysovelluksen yhteistyön, jossa tekoäly toimii avustavassa roolissa toteuttamalla tarvittavia suojaustoimenpiteitä ja samalla tuottamalla analyysin kautta jalostettua informaatiota päätöksenteon pohjaksi. Lisäksi virtualisointi antaa mahdollisuuksia ICT-prosessien valvontaan, lohkoketjuteknikka sopimusten ja datan suojaukseen sekä RFID-teknikka (engl. Radio Frequency Identification) ja tekoäly laite seurantaan.

8. Digitaaliset palvelualustat

Yritysten toimintaa on perinteisesti kuvattu arvoketjuina. Tuottajat tuottavat tuotteita, jakelijat toimittavat tuotteet hyllyihin, vähittäismyyjät markkinoivat tuotteita ja kuluttajat ostavat. Yritykset voivat hoitaa arvoketjusta joitakin osia, tai hallita koko ketjua. Arvoketjut nähdään yleensä yksisuuntaisina ja toimivat komponentteina alustataloudelle. Alustataloudessa kaikki sidosryhmät (tuottajat, jakelijat, kuluttajat jne.) kytkeytyvät digitaalisen alustan kautta toisiinsa. Yksisuuntaisen arvoketjun sijaan, palvelualusta mahdollistaa prosessin, jossa kaikki tahot voivat tuottaa lisäarvoa. Perinteisesti kuluttajat ovat vain kuluttaneet tuotteita. Alustataloudessa kuluttajat voivat tuottaa arvoa esimerkiksi datan muodossa. Sosiaalinen media on hyvä esimerkki alustasta, jossa palvelun käyttäjät tuottavat palvelun sisällön. Palvelualustat ovat digitaalisia, mutta niiden avulla

välitettävä hyödyke voi olla fyysinen tuote, palvelu tai dataa. Palvelualustat liittyvät toisiinsa muodostaen valtavia ekosysteemejä. (R€ , 2017) Kuvio 4 havainnollistaa perinteisen arvoketjun ja alustatalouden eroa.

PERINTEINEN ARVOKETJU



ALUSTATALOUS



Kuvio 4. Muutos arvoketjusta alustatalouteen. (R€ , 2017)

Alustatalous toteutuu käytännössä palvelualustoina, joihin liitytään teknisten rajapintojen, eli API:en (Application Programming Interface) avulla. Joskus kuuleekin puhuttavan API-taloudesta. Tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen tietojärjestelmät tulee rakentaa API-arkkitehtuurilla. API:t mahdollistavat palveluiden tarjoamisen eri sidosryhmille. Usein puhutaan monikanavaisuudesta (omnichannel) mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että järjestelmät suunnitellaan niin, että sama tieto on kaikkien kanavien hyödynnettävissä. Esimerkiksi kaupan ajantasainen varastotilanne pitää olla näkyvissä varastojärjestelmissä, kassalla, infopisteessä, asiakkaiden mobiilisovelluksissa ja verkkokaupassa. Teknisten rajapintojen lisäksi palvelualustaan liittyy yleensä sopimus, tai käyttöehdot, jolla määritellään ehdot, miten alustan tarjoamia palveluita ja tietosisältöä voidaan hyödyntää. Palvelualusten ajatuksena on avoimuus - monet alustat ovat vapaasti kenen tahansa hyödynnettävissä. (R€ , 2017)

Digitaaliset palvelualustat ovat nykyajan arjen peruspilari; niitä käytetään taksi- sekä ruokatilauksiin, musiikinkuunteluun, sarjojen katseluun sekä hotellien varaamiseen. Digitalisaatio on mahdollistanut globaalit digitaaliset liiketoiminta-alustat. Kiinalainen verkkokauppayhtiö Alibaba on esimerkki. Yhtiön varsin onnistuneesta liiketoiminnallisen palvelualustan toteutuksesta. Yritys on perustettu 1999 ja edellisen vuosineljänneksen liikevaihto oli 3,2 miljardia euroa. Kuukausittainen kävijämäärä kauppapaikassa on

noin 400 miljoonaa. Yhtiön markkina-arvo on yli 200 miljardia dollaria. Yhtiö on listautunut New Yorkin pörssiin. Yrityksen kasvu on ollut huimaa. Muita kaupan alan (C to C) palvelualustoja ovat esimerkiksi Amazon, Ebay ja suosittu suomalainen tori.fi. (Kuisma, 2016)

9. Simulointi, digitaaliset mallit (digitaaliset kaksoiset)

Matemaattisella mallintamisella tarkoitetaan ilmiön tai prosessin tutkimista ja sen muuttamista matemaattiseen muotoon. Simuloinnilla pyritään tietokoneen avulla jäljittelemään prosessin tai ilmiön käyttäytymistä matemaattisten yhtälöiden avulla. Mallintamisessa esitetään todellisuuden osan, esimerkiksi tietyn ilmiön tai systeemin esittämistä muulla tavalla kuin sillä itsellään. Reaalimaailman tilanteista tehdään datan tai matemaattisen mallin pohjalta digitaalinen malli, jonka avulla simuloidaan reaalimaailman tilannetta.

Laskentamenetelmien ja tietokoneiden kehityksen myötä simulointimalleista on tullut yhä laajemmin käytetty teknologia tuotesuunnittelusta, tuotantoprosessiin asti. Simulointi tai simulaatio on todellisuuden jäljittelyä. Simulointimallit jaetaan jatkuvatoimisiin (continuous-type) ja tapahtumapohjaisiin (discrete-event) malleihin. Jatkuvatoimisissa simulointimalleissa mallin tilassa tapahtuu jatkuvasti muutoksia ajan suhteen. Tapahtumapohjaisissa simuloinnissa sitä vastoin muutoksen mallin tilaan aiheuttaa tapahtuma (event).

Simulointimallit koostuvat yksittäisistä laitteista koko järjestelmän tai tuotantoprosessin simulointiin. Usein käytetään myös termejä digitaaliset mallit tai digitaaliset kaksoiset. Digitaalinen kaksonen on koneiden kunnossapitoa ja tuotekehitystä koskeva tarkka virtuaalinen malli, joka raportoi toiminnastaan kerätyn datan perusteella. Jeteconin mukaan:

- Prosessin mallinnus tarkoittaa tarkasti simuloituja työkiertoja niiden oikeilla parametreilla ja kinemaattisilla malleilla.
- Tuotannon simulointi käsittää usein digitaalisen mallin, jossa yhdistyvät resurssit, tuotteet, prosessit, materiaalivirta, ohjauslogistiikka sekä statistiikka.
- Logistiikan simuloinnissa tuotantoketjut sisältävät resurssit, kuten varastot, ajoneuvot, työntekijät, alihankinnan sekä tuoteyksiköt materiaalivirtoineen ja ohjauksineen.
- Robottiikan simuloinnissa kohteena ovat robottiohjelmat ja virtuaaliset liitännät (robottien etäohjelmointi (OLP), valvonta, automaattinen opetus.
- Virtual Comissioning avulla voidaan simuloida ja verifioida koneen tai robotin ja sen kanssa samassa automaatiojärjestelmässä toimivien laitteiden toiminta käyttäen oikeita ohjausjärjestelmiä yhdessä simulaatiomallin kanssa.

Simulointi, animaatio, virtuaalitodellisuus ja laajennettu virtuaalitodellisuus ovat keskeisessä asemassa suunnittelussa, toteutuksessa, järjestelmien ylläpidossa, huollossa ja henkilöstön koulutuksessa.

10. Digitalisaatioon liittyvät tietoliikennetekniikat

10.1 Kuituverkot

Valokuitu on ohut lasista tai muovista (esim. [akryylimuovi](#)) vedetty kuitu, jonka tarkoituksena on johtaa [valoa](#). Valon [taajuus](#) on satoja [terahertsejä](#) ja [tietoliikenteessä](#) moduloidulla [LED](#)- tai [laservalolla](#) voidaan lähettää tietoa suurella nopeudella. Paksumpaa muovikuitua käytetään myös valonjohteena [sisustuksessa](#). Valokuitu koostuu ytimestä (*core*) ja sitä ympäröivästä kuoresta (*cladding*) sekä mekaanista suojaa antavasta pinnoitteesta (*coating*). Valokuiduista valmistetaan useita kuituja sisältäviä *valokaapeleita*. Suomen tietoliikenne perustuu nykyisin valokuidusta rakennettuun runkoverkkoon, joka kuljettaa puhelinkeskusten välistä tietoliikennettä. Tietoliikenne kulkee kiinteässä laajakaistaverkossa loppukäyttäjän modeemiin asti kiinteässä valokuituverkossa tai kiinteiden valokuitu- ja kupariverkkojen yhdistelmässä. (Wikipedia)

Huippunopeat ja toimintavarmat laajakaistayhteydet ovat keskeinen edellytys viestintämarkkinoiden kehittymiselle. Laajakaistasta on tullut välttämättömyyshyödyke, jonka merkitys on monelle palvelulle ja liiketoiminnalle lähes kriittinen. Pilvipalveluohjelmistojen käyttö vaatii hyviä tietoliikenneyhteyksiä.

Tietoliikenneverkkokehityksessä tarvitaan erilaisten teknologioiden yhdistelmiä ja jossa taataan laajakaistan yleinen saatavuus (kiinteän ja langattoman tekniikan yhdistelmällä) siten, että liittymänopeuksissa päästään asteittain vähintään arvoon 30 Mbit/s, ja pidemmällä aikavälillä edistetään ultranopeat internetyhteydet (yli 100 Mbit/s) mahdollistavien seuraavan sukupolven liityntäverkkojen (Next Generation Access, NGA) käyttöönottoa. (EU komissio, 2010)

10.2 5G-verkot

5G-verkot ovat seuraavan sukupolven mobiiliverkkoja, jotka mahdollistavat aiempaa nopeammat ja luotettavammat yhteydet mobiililaitteille. Lähivuosina mobiiliverkon tyypillinen nopeus nousee nykyisestä noin 100 megabitistä sekunnissa vähintään 1 gigabittiin sekunnissa. Nopeudet siis käytännössä kymmenkertaistuvat nykyisestä. 5G tarkoittaa niin sanottua viidennen sukupolven datayhteyttä mobiilitekniikassa, joka mahdollistaa myös esineiden laajenemisen itseohjautuviin robottijoneuvoihin, terveydenhuollon automaattisiin valvontalaitteisiin ja edistyneeseen teollisuusautomaatioon. Myös virtuaalitodellisuuden kokeminen älypuhelimien avulla tulee mahdolliseksi 5G:n myötä. (Nurmela)

Kuluttajien kannalta nopeat 5G-yhteydet tulevat näkymään arjessa esimerkiksi turvallisempana liikenteenä, nopeampana mobiiliverkkona sekä laadukkaampina livestriiminä. 5G:tä käyttäen on mobiiliyhteyksillä entistä helpompaa katsoa hyvätasoista tv-ohjelmaa ja teräviä 4096 × 2160 pikselin 4K-videoita. 5G:n hyödyt ovat vielä merkittävämmät teollisuuskäytössä, sillä uusi verkkoteknologia mahdollistaa lukuisten antureiden samanaikaisen liittäminen nopeaan mobiiliverkkoon, jossa on alle yhden millisekunnin viive. Yleisesti ottaen teknologia mahdollistaa älykkäämmän ja yhtenäisemmän elinympäristön. (Nurmela)

5G-verkon ominaisuudet mahdollistavat täysin uusia käyttötapauksia uuden sukupolven teknologioille, joiden tärkeimmiksi käyttökohteiksi ITU-R (International Telecommunication Union, Radiocommunications Sector) on määritellyt kolme käyttökohdetta: eMBB, uRLLC ja mMTC.

- **eMBB** (Enhanced Mobile Broadband) - 5G mahdollistaa erittäin nopeat, jopa 10 Gbit/s yhteysnopeudet ja suuremman kapasiteetin mobiiliverkon yli. Tämä tarkoittaa, että ensimmäistä kertaa langattomat teknologiat tarjoavat vaihtoehdon kiinteille yhteyksille.
- **uRLLC** (Ultra-Reliable Low-Latency Communications) 5G teknologian myötä langattomien verkkojen luotettavuus kasvaa merkittävästi ja niissä esiintyvä viive laskee tasolle, joka pystyy kilpailemaan jopa valokuidun kanssa. 5G on ensimmäinen langaton teknologia, joka pystyy tarjoamaan luotettavat ja matalaviiveiset yhteydet.
- **mMTC** (Massive Machine Type Communications) - 5G-verkkoteknologia mahdollistaa, että samassa solussa voidaan liittää moninkertaisen määrän laitteita verkkoon. Solun kylläisyyden kasvaminen mahdollistaa mIoT (massive internet of things) toteuttamisen 5G teknologialla.

(Väylä, 2019)

Maailman ensimmäiset kaupalliset 5G-tukiasemat pystytettiin kesäkuussa 2018 Tampereen rautatieasemalle sekä Tampereen keskusvirastotalon ja Elisan konttorin katoille. Syksyllä 2018 alettiin lähettää 3,4–3,8 gigahertsin mikroaaltosäteilyä koeluontoisesti muun muassa Espoon Otaniemessä, Helsingin keskustassa, Helsinki-Vantaan lentoasemalla, Oulun Ruskossa ja Vantaan Tikkurilassa. Ylen ohjelmia lähettävä Digita alkoi testata pääkaupunkiseudulla keväällä 2019 korkeista HPHT-mastoista (High Power High Tower) lähetettäviä suuritehoisia eMBMS-televisiolähetyksiä.

Tammikuussa 2019 DNA avasi 5G-verkon Helsingin ydinkeskustaan. Verkkoa laajennetaan, kun 5G:ta tukevia päätelaitteita on yleisesti markkinoilla. DNA:lla pilotoi myös kiinteän 5G:n (Fixed Wireless Access -tekniikan) käyttöä Vantaalla. Turun Kupittaa ja yliopiston alueelle rakennettiin kevään 2019 aikana pohjoismaiden laajin 5G-verkko, jonka kantoalueella asuu aluksi noin kolmannes turkulaisista. Hanke on osa Turun kaupungin ja Elisan kolmivuotista yhteishanketta, jossa on tarkoitus muun muassa kokeilla etäohjattavia robottibusseja sekä ottaa 5G käyttöön Turun kaupungin tietohallinnossa. Myös Tampereelle ja Jyväskylään on rakennettu 5G-verkkoja. Elisa julkaisi kartat 5G-peittoalueistaan toukokuun 2019 lopussa. Kesäkuussa 2020 Elisa ilmoitti 5G-verkkonsa alueella asuvan yli miljoona suomalaista. DNA ilmoitti ylittäneensä miljoonan suomalaisen rajan syyskuussa.

10.3 6G-verkot

Samsung esitteli vuonna 2020 suunnitelmiaan tulevaisuuden 6G verkon suhteen ja tarkoituksena olisi, että verkkoa voitaisiin päästä käyttämään jo vuonna 2028. 6G-verkon olisi tarkoitus yltää 1000 gigabitin sekuntinopeuteen, jolloin se olisi jopa 50 kertaa 5G-verkkoa nopeampi ja viive olisi myös moninkertaisesti pienempi. Samsungin visioissa 6G

mahdollistaisi tarkkojen virtuaaliympäristöjen ja hologrammigrafiikan suoratoiston. Kehittyneiden sensoreiden, tekoälyn ja viestintäteknologian avulla niin esineistä kuin ihmisistäkin voitaisiin tehdä tarkkoja jäljennöksiä virtuaalimaailmoissa. Samsungin mukaan nopeaa tiedonsiirtoa tarvitaan, sillä maailmassa on vuoteen 2030 mennessä arviolta 500 miljardia internetiin yhteydessä olevaa laitetta. (Isokivi, 2020)

Oulun yliopistossa kehitetty oma 5G/6G-testiverkko yhdistää tulevaisuuden langattomien tekniikoiden kehityksen uusiin liiketoimintamalleihin sekä uusiin sääntelyehdotuksiin ja mahdollistaa näin täysin uusien sovellus- ja palvelukonseptien luomisen ja kokeilut. Professori Ari Poutun johtama 5GTN-tiimi hoitaa verkkoa, joka on rakennettu 6G Flagshipissa kumppanina alusta asti olleen Nokian tarjoamille pääkomponenteille. Tiimin hallinnoitavana on 4G- ja 5G radiolaitteiden sekä verkon kontrollijärjestelmän lisäksi yli 1 000 erillistä SIM-korttia, 2 500 anturia, yksi maailman suurimmista sisäpaikannusjärjestelmistä, laskentaresursseja sekä huipputeknisiä mittauslaitteita, jotka ovat käytettävissä tutkimukseen, kokeiluihin, esityksiin ja koulutukseen. Yhteistyökumppaneille tämä kaikki on mahdollista ilmaiseksi. (Oulun yliopisto, 2020)

Tutkimusalueena [5GTN](#) soveltuu erityisen hyvin vertikaalimarkkinoiden tutkimiseen, mikä näyttää tietä tulevaisuuden langattomien verkkojen kehitykselle sekä tekniikan että sovellusominaisuuksien näkökulmasta. ”Korostamme pilotointia ja testausta eri vertikaalimarkkinoilla”, Ari Pouttu kertoo. ”Nykyiset fokusalueemme ovat teollisuus ja valmistus, satamat ja logistiikka sekä sairaalat ja terveydenhoito. Olemme laajentamassa voimavarojamme myös autoihin ja liikenteeseen, joihin tutkijayhteisön kiinnostus yhä useammin kohdistuu. (Oulun yliopisto, 2020)

Viimeisimmät laitteistohankinnat puolestaan tukevat 5GTN:n pilvipohjaista radioarkkitehtuuritutkimusta, useiden radorajapintojen integrointia ja radiopaikannusta sekä sisä- että ulkotiloissa sekä kokonaan 5G-tasoista erillisrunkoverkkoa, mikä tehostaa 5GTN:ää ihanteellisena avoimena ympäristönä päästä päähän -järjestelmien testausselle. ”Haluamme tarjota maailmanlaajuisille tutkimuskumppaneillemme joustavan ympäristön kansainvälisiin testitapauksiin, jotka kattavat maailmanlaajuisia käyttötapauksia”, Pouttu toteaa. (Oulun yliopisto, 2020)

Yrityksille 5GTN on helppokäyttöinen integrointikehys, jossa ne voivat kehittää ja testata teknologia- ja palveluratkaisuja ja lisätä asiantuntemustaan uusien konseptien kehittämisessä, mallintamisessa ja validoinnissa. Testiverkko tehostaa sellaisten haastavien konseptien tutkimusta, joita ei ennen ole ajateltukaan, ja alentaa innovointikynnystä ja -kustannuksia. Erityisesti startupit sekä pienet ja keskisuuret yritykset hyötyvät ilmaisvaihtoehdosta. Jos käyttäjä tarvitsee lisäapua tai asiantuntijatukea kokeilujen suorittamiseen, korvauksesta päätetään tapauskohtaisesti. Alusta muodostaa luonnollisesti myös erinomaisen alustan mille tahansa tutkimusyhteistyölle. (Oulun yliopisto, 2020)

Suunnitelmat 5GTN:n kehittämiseksi 6GTN:n suuntaan määritettiin vuonna 2018, ja kehitys on alkanut täydellä nopeudella julkisen infrastruktuurin rahoituksen ja johtavan teollisuusyhteistyön ansiosta. Pouttu vahvistaa tiekartan sisältävän useita kriittisiä vaiheita alkaen 6G-tyyppisten, terahertsialuetta käyttävien konseptilaitteiden lisäämisestä verkkoon. Virtualisoinnin ja pilvitekniikan täysimittainen käyttö sisältyy tulevan 6GTN:n

lähitulevaisuuden tavoitteisiin. Tämän tuloksena verkosta tulee erittäin turvallinen ja elastinen, sillä QoS-tekniikka ja palveluiden skaalattavat resurssivarannot on suunniteltu mahdollistamaan palveluiden hyvä käytettävyys, suuri kaistanleveys ja pieni latenssi. (Oulun yliopisto, 2020)

Avoimuudessaan ainutlaatuisen 5GTN:n avulla voi käyttää useita rajapintoja edistykse-
lisissä radioliityntäverkoissa (RAN) SDN-tekniikalla ohjatussa pilvipohjaisessa virtuaali-
runkoverkossa ja siihen liittyvässä sovellusten palvelurunkoverkossa. Se tarjoaa useita
rinnakkaisia 3GPP:n RAN-tekniikoita, joita ovat NB-IoT, LTE-M, 4G-LTE (makrot ja pikot),
5G NR-makrot sekä 5G-konseptilaitteet (PoC) millimetriaalloilla (26–28 GHz). Viime ai-
koina arkkitehtuuriin on lisätty 300 GHz:n radiotekniikka, joka tukee IEEE 802.15.3d -
standardia. Alustaan on integroitu myös muita kuin 3GPP:n RAN-tekniikoita, kuten Wi-
Fi, Bluetooth ja LoRa. Myös OAI (Open Air Interface) -ominaisuudella varustetut laitteet
ja ohjelmistot ovat 5GTN:n olennainen osa. Samaan aikaan käytettävissä on normaalien
älypuhelimien lisäksi esikaupallisia ei-puhelinkeskeisiä loppukäyttäjien laitteita, muisti-
ja verkkolaitteita sekä tukea käsittelytarpeisiin, joita syntyy vertikaalisissa yrityksissä
etenkin mobiiliin reunalaskentaan, IoT-palveluihin ja antureiden hallintaan liittyen. (Ou-
lun yliopisto, 2020)

10.4 Satelliittitekniologia

10.4.1 Satelliittitietoliikennettä 60 vuotta

Ensimmäinen televisiolähetysä välittänyt tietoliikennesatelliitti Telstar laukaistiin kier-
toradalle Cape Canaveralin avaruuskeskuksesta 10. 7. 1962 mahdollistaen televisiolähe-
tykset.

Nykyisin satelliittilaajakaista tarjoaa tietoliikennesatelliittien kautta luotua internetyh-
teyttä. Satelliittiyhteyksien viive on hyvin pitkä verrattuna maanpäällisiin yhteyksiin ja
se vaihtelee ja yhteys voi katkeilla. Tämä johtuu siitä, että järjestelmien käyttämät tie-
toliikennesatelliitit lentävät 36 000 km maan pinnan yläpuolella ekvaattorin tasossa. Ta-
vallisen vastaanottoaseman mahdollinen lähetysnopeus on paljon pienempi kuin vas-
taanottonopeus. Lisäksi virheiden todennäköisyys on suurempi. Nykyään Maata kiertää
arviolta 3 000 toimivaa tietoliikennesatelliittia.

Tavallisen matkapuhelintekniikan rinnalle on noussut satelliittipuhelintekniikka, jolla on
maapallon täysi kattavuus ja siis takaa verkon syrjäseuduille, merialueille ja muualle
minne GSM-verkot eivät vielä yllä. Satelliittipuhelimet mahdollistavat internet- ja puhe-
linyhteydet myös niille alueille, joilla internetyhteydet ovat harvinaisia. Matkapuhelin-
verkkojen peitto on vain noin 15 % maapallon maa-alueista. Satelliittipuhelimien käyt-
täjiä ovat laivat, retkeilijät, veneilijät, lentäjät, teollisuus ja myös syrjäseuduilla asuvat.
Satelliittipuhelimet ovat kalliita, koska valmistusmäärät ovat pieniä ja standardit ovat
suljettuja eivätkä yhteensopivia eri operaattoreilla. Satelliitinpuhelimella soittaminen ei
ole enää kallista.

Satelliittiverkko on toteutettu yleensä kolmijakoisesti: avaruusosasta, maa-asemista ja
liikkuvista asemista eli puhelimista. Avaruusosan satelliitit kommunikoivat keskenään ja

maa-asemiin radiosignaaleilla. Puhelimen ja satelliitin välimatkan ongelmana on voimakas vaimennus. Luotettava yhteys vaatii esteettömän näköyhteyden satelliitin ja puhelimen välille.

Satelliittipuhelinverkot käyttävät matalalla kiertäviä LEO-satelliitteja (Iridium, Globalstar) tai geostationaarisia satelliitteja (Thurya, Inmarsat). LEO-satelliitit tukevat suurta käyttäjämäärää, mutta järjestelmä on erittäin kallis. Mitä lähemmäs puhelin lähettää signaalia, sitä pienempää lähetystehoa tarvitaan ja sitä pienempi on signaalihiili. Geostationaarisia satelliitteja käyttävät järjestelmät vaativat täydellisen näkyvyyden satelliittiin, kun taas LEO-satelliitteja käyttävät järjestelmät sietävät esimerkiksi puiden aiheuttamia esteitä.

10.4.1 Satelliittitietoliikenteen tuleva murros

Elon Muskin avaruusyhtiö SpaceX on laukaissut jo yli 300 Starlink-satelliittia avaruuteen. Yhtiö aikoo lähettää niitä muutaman vuoden kuluessa jopa 12 000. Starlink-järjestelmän tehtävänä on tarjota nopea internetyhteys kaikkialle maapallolla. Useat muutkin yhtiöt (kuten Amazon ja OneWeb) suunnittelevat vastaavia verkostoja maapallon ympärille.

Näitä megakonstellatioita eli megaluokan satelliittirakennelmia suunnittelee 18 eri yhtiötä ja yhteiskonsortiota. Niiden suunnitelmissa on alkuvaiheessa noin 26 000 satelliitin laukaisu seuraavan noin vuosikymmenen kuluessa. Lopulta satelliitteja voi olla yli 50 000.

Starlink-satelliitteja laukaistaan massoittain. Joka kerralla taivaalle rahdataan 60 satelliittia. Starlink-satelliitit ovat kohtalaisen pieniä tietoliikennesatelliitteja, joiden tehtävänä on saada puolelle planeettaamme ulottuva nopea tietoverkko. Tulevaisuudessa voitaisiin olla yhteydessä Internetiin megakonstellation kautta mistä vain, milloin vain, edullisesti ja yksinkertaisesti.

SpaceX:n Starlinkissä ensimmäisen vaiheen 1584 satelliittia laukaistaan 72 erilaiselle 550 kilometrin korkeudessa olevalle radalle siten, että kullakin radalla on 22 satelliittia ja radat muodostavat tiiviin verkoston maapallon ympärille. Satelliitteja olisi koko ajan näkyvissä kaikkialla muualla kuin napa-alueilla. Starlink-satelliitit ovat massaltaan noin 250 kg ja kooltaan noin 2 x 1 x 0,3 metriä. Litteät satelliitit on helppo lähettää päällekkäin pinottuna avaruuteen. Lisäksi satelliiteissa on pitkä aurinkopaneeli, joka avautuu vasta kiertoradalla.

OneWeb on toinen jo rakenteilla olevista megakonstellatioista. Siinä satelliitteja on 650, mutta silläkin on tarkoitus kattaa koko maapallo Internetiyhteydellä.

Seuraavaksi satelliitteja sijoitettaisiin eri korkeuksillekin siten, että ratojen korkeudet ovat välillä 335–1325 kilometriä. Lopulta satelliitteja saattaisi olla kenties jopa 42 000.

Lähde: Mäkinen, 2020

LÄHTEET

- Alasoini, T. 2015. Digitalisaatio Muuttaa Työtä - Millaista Työelämää Uudistavaa Innovaatiopolitiikkaa Tarvitaan? Työpoliittinen Aikakausikirja 2/2015. Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Barkin, I. 2016. What is RPA? A Guide to Robotic Process Automation. Symphony Ventures Blogin internetsivusto. Saatavilla: 2.5.2018
<http://blog.symphonyhq.com/what-is-rpa>
- Borana, J. 2016. Applications of Artificial Intelligence & Associated Technologies. Department of Electrical Engineering, Jodhpur National University. Proceeding of International Conference on Emerging Technologies in Engineering, Biomedical, Management and Science.
- Buczowski, A. 2017. What's the Difference Between Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning? Saatavilla 31.5.2017 <http://geoawesome-ness.com/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning>
- Copeland, M. 2016. What's the Difference Between Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning. Saatavilla 16.5.2017 <https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai>
- Coyne, A. 2016. How ANZ Bank is Expanding Its Use of Cognitive Computing. Saatavilla 26.7.2017 <https://www.itnews.com.au/news/how-anz-bank-is-expanding-its-use-of-cognitive-computing-415402>
- Clarke, P. 2015. The Internet of Things for Defence. The Wind River Inc:n internetsivusto.
 Saatavilla: 12.6.2017 <https://www.wired.com/insights/2015/03/internet-things-smartmachines-collide>
- Costello, J. 2015. Unlocking the IoT in Commercial Buildings with Smart Sensor Technology. Construction Executiven internetsivusto. Saatavilla: 30.10.2017
<http://enewsletters.constructionexec.com/techtrends/2015/09/unlocking-the-iot-incommercial-buildings-with-smart-sensor-technology>
- Diamandis Peter. 2015. The World in 2025: 8 Predictions for the Next 10 Years, May 11, 2015
- Enisa. 2017. Distributed Ledger Technology & Cybersecurity - Improving information security in the financial sector. The European Union Agency for Network and Information Security -raportti. Saatavilla: <https://www.enisa.europa.eu/publications/blockchain-security>
- Ericsson. 2017. Future technologies for intelligent society. Ericssonin internetsivusto. Saatavilla: 28.7.2017 <https://www.ericsson.com/networked-society/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/wearable-technology-and-the-internet-ofthings#wearablefuture>
- EU Commission. 2010. Europe 2020, A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM(2010) 2020 final, Brussels, 3.3.2010
- EU comission. 2019. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council

- establishing the Digital Europe programme for the period 2021-2027, 7058/19 Brussels, 8 March 2019
- EU commission. 2020. WHITE PAPER On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust, Brussels, 19.2.2020 COM(2020) 65 final
- EU Komissio. 2006. Tiedonanto neuvostolle, Euroopan parlamentille, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, i2010 – Ensimmäinen vuosikertomus eurooppalaisesta tietoyhteiskunnasta, SEC(2006) 604}19/05/2006
- EU komissio. 2010. Euroopan digitaalistrategia, KOM(2010) 245 lopullinen, Bryssel 26.8.2010, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0245:FIN:FI:PDF>
- EU komissio. 2012. Digitaalinen agenda 2012, (COM(2012) 784
- EU komissio. 2013. Yhteinen tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Euroopan unionin kyberturvallisuusstrategia: Avoin, turvallinen ja vakaa verkkoympäristö Bryssel 7.2.2013 JOIN(2013) final
- EU Komissio. 2015. Tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Digitaalisten sisämarkkinoiden strategia Euroopalle, {swd(2015) 100 final}, Bryssel 6.5.2015
- EU komissio. 2016. Tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Kohti menestyvää datavetoista taloutta, {SWD(2014) 214 final}, 10.3.2016
- EU komissio. 2017a. Tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Digitaalisten sisämarkkinoiden strategian täytäntöönpanon väliarviointi - Yhdenmukaiset digitaaliset sisämarkkinat kaikille, COM(2017) 228 final Bryssel 10.5.2017
- EU komissio. 2017b. Yhteinen tiedonanto Euroopan parlamentille ja neuvostolle, Resilienssi, pelote ja puolustus: Vahvan kyberturvallisuuden rakentaminen EU:lle, JOIN(2017) 450 final, Bryssel 13.9.2017
- EU komissio. 2018. Tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle, Tekoäly Euroopassa, {swd(2018) 137 final}, Bryssel 25.4.2018.
- EU komissio. 2020. Ehdotukset Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi digitaalisesta häiriönsietokyvystä rahoitusmarkkinoilla ja asetusten (EY) N:o 1060/2009, (EU) N:o 648/2012, (EU) N:o 600/2014 ja (EU) N:o 909/2014 muuttamisesta ja direktiiviksi direktiivien 2006/43/EY, 2009/65/EY, 2009/138/EU, 2011/61/EU, EU/2013/36, 2014/65/EU, (EU) 2015/2366 ja EU/2016/2341 muuttamisesta
- Financial Times. 2020. Change in World Top 10 Market Capitalization Leaders, FT Global 500, annual issue
- Frost&Sullivan. 2020. Global Mega Trends to 2030 - Futurecasting Key Themes that Will Shape Our Future Lives, <https://ww2.frost.com/wp-content/uploads/2019/09/global-mega-trends-brochure.pdf>
- Fujitsu. 2016. How Digital Technology Will Transform the World. Fujitsu Journal. Saatavilla 9.6.2017 <http://journal.jp.fujitsu.com/en/2016/01/12/01>
- Gartner. 2017. Internet of Things. Gartner Inc:in internetsivusto. Saatavilla: 12.6.2017 <http://www.gartner.com/it-glossary/internet-of-things>

- GeeksforGeeks. Artificial Intelligence | Natural Language Generation. A Computer Science Portal for Geeks. Viitattu 30.3.2018 <https://www.geeksforgeeks.org/artificial-intelligence-natural-language-generation>
- Halttula Heikki. 2017. Miten käytämme aikaamme? Pohdintaa digitalisaation tuomista muutoksista, Rakennuslehti, 20.10.2017
- Hirvonen Jenny ja Kirves Julia. 2019. Median digitalisoitumisen vaikutukset markkinointiviestintään, opinnäytetyö, Lahden ammattikorkeakoulu
- IFR International Federation of Robotics. 2017. Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots. (15-24). Saatavilla: 2.5.2018 https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf
- IFR International Federation of Robotics. Industrial Robots 2016a, 25-34. Saatavilla: 2.5.2018 https://ifr.org/img/office/Industrial_Robots_2016_Chapter_1_2.pdf
- IFR International Federation of Robotics. Service Robots 2016b, 9-12. Saatavilla: 2.5.2018 https://ifr.org/img/office/Service_Robots_2016_Chapter_1_2.pdf
- IMF. 2017. World Economic Outlook, October 2017.
- i-Scoop. Artificial Intelligence (AI) and Cognitive Computing: What, Why and Where. Saatavilla 21.12.2017 <https://www.i-scoop.eu/artificial-intelligence-cognitive-computing>
- Isokivi, T. 2020. Samsung ideoi jo 6G -verkkoa – Tulossa vuonna 2028? Saatavilla 11.1.2021 <https://www.stara.fi/2020/07/17/samsung-ideoi-jo-6g-verkkoa-tulossa-vuonna-2028>
- JAMIX. 2020. Helppoutta ammattikeittiöön suomalaisella ohjelmistolla. <https://www.jamix.fi/>
- Jetecon. 2020. Mallinnus & Simulointi. Kehittämisen tarpeet ja toteutusvaihtoehdot esille tarkoilla simulointimalleilla, Internet-sivusto. Saatavilla 11.1.2020 <https://jetecon.fi/ratkaisut/mallinnus-simulointi/>
- Juhanko, J., Jurvansuu, M., Ahlqvist, T., Ailisto, H., Alahuhta, P., Collin, J., Heikkilä, H., M., Kortelainen, T., Mäntylä, H., Seppälä, M., Sallinen, T., Simons, M. & Tuominen, A. 2015. Suomalainen Teollinen Internet – Haasteesta Mahdollisuudeksi: Taustoittava Kooste. ETLA Raportit No 42. Saatavilla 5.7.2017 <http://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-42.pdf>
- Kannan, P. V. 2017. Artificial Intelligence – Applications in Healthcare. Asian Hospital & Healthcare Management. Saatavilla 30.5.2017 <https://www.asianhbm.com/technology-equipment/artificial-intelligence>
- Kao A., Poteet S.R. (2005) Text mining and natural language processing: introduction for the special issue, [ACM SIGKDD Explorations Newsletter](#), June 2005
- Kaupan liitto. 2020. Digitaalisuus - Osa kaupan murrosta, <https://kauppa.fi/kaupan-ala/digitaalisuus/>
- Khine, P. P., & Wang, Z. S. (2018). Data lake: a new ideology in big data era. Teoksessa ITM Web of Conferences, 17 (1–10). Saatavilla <https://doi.org/10.1051/itmconf/20181703025>.
- Kohtamäki Timo. 2020. Digitalisaatio tarjoaa työkaluja rakennusalalle, RIL blogi. <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/puheenjohtajan-blogi-digitalisaatio-tarjoaa-tyokaluja-rakennusalalle.html>

- Kotilainen, S. 2017. Blockchain mullistaa maailman kuin internet. Alma Media Oyj:n internetsivusto. Saatavilla: 25.7.2018 https://www.tivi.fi/Kaikki_uuti-set/blockchain-mullistaa-maailman-kuininternet-6623590
- Kuisma, V., M. 2016. Digitaaliset palvelualustat haastavat perinteiset liiketoimintamallit. Saatavilla 11.1.2021 <https://teknologiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/digitaaliset-palvelualustat-haastavat-perinteiset-liiketoimintamallit>
- Lansiti, M. & Lakhani, K. 2017. The truth about blockchain. Harward Business Review. Saatavilla: 10.11.2017 <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>
- Lehto Martti. 2018. Lausunto eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi digitaalinen Eurooppa –ohjelman perustamisesta vuosiksi 2021–2027, 2.10.2018
- Lehto M., Limnell J. Kybersodankäynnin kehityksestä ja tulevaisuudesta, kirjassa Silvasti M (Edith) Tiede- ja Ase, 2017, sivut 179–212
- LUKE. 2020. Metsätalous ja digitalisaatio. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/digitalisaatio/metsatalous-ja-digitalisaatio/>
- Lumen. Evidence-Based Decision Making. Principles of Management. Viitattu 9.5.2018 <https://courses.lumenlearning.com/wm-principlesofmanagement/chapter/evidence-based-decision-making>
- LVM. 2020. Logistiikan digitalisaatiostrategia - Kohti tehokasta ja kestävä logistiikkaa digitalisaatiolla, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:13
- Läykki-Pellikka Lotta. 2017. Digitalisaatio ja kestävä kehitys päivittäistavarakaupassa, opinnäytetyö HAMK, 2017
- Meola, A. 2016. Wearable Technology and IOT Wearable Devices. Business insiderin internetsivusto. Saatavilla: 28.7.2017 <http://www.businessinsider.com/wearabletechnology-iot-devices-2016-8?r=US&IR=T&IR=T>
- Morgan, J. 2014. A Simple Explanation of “The Internet of Things”. Forbesin internetsivusto. Saatavilla: 12.6.2017 <https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simpleexplanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#73eb78a41d09>
- Morton, Lois, Eigenbrode, Sanford, Martin, Timothy. 2015. Architectures of adaptive integration in large collaborative projects. Ecology and Society. 20. 5. 2015. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07788.10.5751/ES-07788-200405>.
- Muhonen Tiia. 2017. Digitalisaatio suomalaisessa metsäteollisuudessa, tietotekniikan pro gradu, Vaasa yliopisto, 2017
- Mäkinen J. 2020. 60 kirkasta satelliittia suuntaa taas avaruuteen – onko yötaivaasta tulossa vipeltävien valopisteiden ilotulitusta? YLE internet-sivu, 18.03.2020. Saatavilla 11.1.2020 <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2020/03/14/60-kirkasta-satelliittia-suuntaa-taas-avaruuteen-onko-yotaivaasta-tulossa>
- Naik. D. 2017. Understanding Recommendation Engines in AI. Humans for AI. Viitattu 23.4.2018 <https://medium.com/@humansforai/recommendation-engines-e431b6b6b446>
- Neittaanmäki, P. Tuominen, H. Äyrämö, S. Vähäkainu, P. 2019. Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa. ISBN 978-951-39-7709-2, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-7709-2>

- Niemelä Esa. 2017. Digitalisaatiolla kaikki tehot irti energiasta, 31.3.2017.
<https://www.kehittyvatkaupungit.fi/digitalisaatio/energiateollisuuden-asiantuntija-esa-niemela-digitalisaatiolla-kaikki-tehot-irti-energiasta/#>
- Niemelä, M. 2017. Robotit hoiva- ja hoitotyössä. Future Care 2017. Saatavilla: 2.5.2018
http://www.easyfairs.com/fileadmin/groups/7/2017/Future_Care_2017_Helsinki/Marketta_Niemela.pdf
- Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O. & Schiereck, D. 2017. Blockchain. *Blockchain. Business & Information Systems Engineering*. 59(3), 183–187.
- Nurmela, J. Mikä on 5G? Kokosimme kaiken tarpeellisen uudesta teknologiasta. Saatavilla 10.1.2021 <https://global.techradar.com/fi-fi/news/5g-verkot>
- Oulun yliopisto. 2020. Oma 5G/6G-testiverkko pitää oululaiset tutkijat kehityksen kärjessä. Saatavilla 11.1.2021 <https://www.oulu.fi/yliopisto/uutiset/5g-6g-testi-verkko>
- Owen-Hill, A. 2017. What's the Difference Between Automation and Robotics. Robotiqblog. Saatavilla: 2.5.2018 <https://blog.robotiq.com/whats-the-difference-betweenautomation-and-robotics>
- Parloff, R. 2016. Why Deep Learning is suddenly Changing Your Life. Saatavilla 16.5.2017
<http://fortune.com/ai-artificial-intelligence-deep-machine-learning>
- Pertilä, T. 2017. Robotic Process Automation – lyhyt oppimäärä. Saatavilla: 2.5.2018
<https://timopertila.com/2017/01/19/robot-process-automation-lyhyt-oppimaara>
- Portulas Institute. 2019. The Network Readiness Index 2019: Towards a Future-Ready Society, March 2020
- Ravat, F. & Zhao, Y. 2019. Data Lakes: Trends and Perspectives. International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2019), Linz, Austria, 2019
- RT. 2020. Rakennusalan kasvajat ovat ottaneet digitalisaation tosissaan, 24.6.2020.
<https://www.rakennuslehti.fi/2020/06/rt-selvitti-rakennusalan-kasvajat-ovat-ottaneet-digitalisaation-tosissaan/>
- Saarijärvi Marjukka. 2020. Julkisen hallinnon digitalisaation edistämiseen tarvitaan mittareita ja tietoa tilannekuvasta – miten sinä kehittäisit mittareita? kolumni 28.5.2020.
- Sitra. 2020. Megatrendit 2020, Sitran selvityksiä 162, tammikuu 2020
- Siukonen, Timo & Neittaanmäki, Pekka. 2019. Mitä tulisi tietää tekoälystä, Docendo 2019, ISBN 978-952-291-596-2
- STM. 2014. Tieto hyvinvoinnin ja uudistuvien palvelujen tukena - Sote-tieto hyötykäyttöön -strategia 2020
- STM. 2016. Digitalisaatio terveyden ja hyvinvoinnin tukena - Sosiaali- ja terveystieteiden digitalisaatiolinjaukset 2025
- STM. 2020. Palaute kyselyyn sosiaali- ja terveydenhuollon digitalisaation ja tiedonhallinnan tulevien vuosien painopisteistä 2021–2025, joulukuu 2020
- Storås, N. 2016. Lohkoketjuteknologia pähkinäkuoressa – tämä kannattaa tietää. Alma Media Oyj:n internetsivusto. Saatavilla: 12.12.2017
https://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/lohkoketjuteknologiapahkinakuoressa-tama-kannattaa-tietaa-6537904

- Suomen pankki. 2020. Globaalit talousjätit tulevat finanssialalle, 20.03.2020.
<https://vuosikertomus.suomenpankki.fi/2019/toimintakertomus/raha-ja-maksaminen/globaalit-teknologiajatit-tulevat-finanssialalle/>
- Teknolohiateollisuus. 2020. Älykäs ja avoin Eurooppa - kestävän kasvun avaimet, 10.9.2020. <https://teknolohiateollisuus.fi/fi/vaikutamme/alykas-ja-avoin-eurooppa-kestavan-kasvun-avaimet>
- TEM. 2015., 21 polkua Kitkattomaan Suomeen – ICT 2015 -työryhmän raportti, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 4/2013
- OKM. 2013. Opetus- ja kulttuuriministeriön Älystrategia, 28.2.2013
- TEM. 2017. Suomen tekoälyaika - Suomi tekoälyn soveltamisen kärkimaaksi: Tavoite ja toimenpidesuosituksat, TEM-julkaisu 41/2017, 23.10.2017
- TEM. 2019. Edelläkävijänä tekoälyaikaan, Tekoälyohjelman loppuraportti 2019, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2019:23
- Thompson, C. The difference between a Private, Public & Consortium Blockchain -A Simple Explanation for Dummies. Blockchain Daily News:n internetsivusto. Saatavilla: 20.7.2018
https://www.blockchaindailynews.com/The-difference-between-a-Private-Public-ConsortiumBlockchain_a24681.html
- Tulokas, J. 2018. Digitalisaatio edellyttää ennakoivaa tietoturva – reaktiivisuus ei enää riitä. Saatavilla 11.1.2021 <https://www.talouselama.fi/kumppaniblogit/f-secure-oyj/digitalisaatio-edellyttaa-ennakoivaa-tietoturva-reaktiivisuus-ei-enaariita/3d2c1d11-ad00-3f5b-8857-b7e37840df49>
- Tuominen Timo. 2020. Finanssiala vauhdittaa tehokkaita ja turvallisia digitaalisia palveluita, blogi. <https://www.finanssiala.fi/linjaukset/digitalisaatio>
- Turvallisuuskomitea. 2013. Valtioneuvoston periaatepäätös, Suomen kyberturvallisuusstrategia, 24.1.2013
- Turvallisuuskomitea. 2014. Kansallinen kyberturvallisuusstrategian toimeenpano-ohjelma, 194/8.1.99/2013, 11.3.2014
- Turvallisuuskomitea. 2017. Suomen kyberturvallisuusstrategian toimeenpano-ohjelma 2017–2020, ISBN:978-951-25-2908 7 (pdf), 20.4.2017
- Turvallisuuskomitea. 2019. Suomen kyberturvallisuusstrategia 2019, Valtioneuvoston periaatepäätös 3.10.2019
- VisitFinland. 2019. Suomen Matkailun Digitielartta, marraskuu 2019
- VM. 2017. Digitalisoinnin periaatteet, muistio, 03.04.2017
- VM. 2020a. Julkisen hallinnon digitaalinen turvallisuus, Valtiovarainministeriön julkaisu 2020:23, 8.4.2020
- VM. 2020b. Julkisen hallinnon digitalisaatio. <https://vm.fi/digitalisaatio>
- VNK. 2010. Tuottava ja uudistuva Suomi – Digitaalinen agenda vuosille 2011–2020, Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle, VNS 10/2010 vp, 20.11.2010
- VN-TEAS. 2016. Onko Suomi jäämässä alustatalouden junasta? Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 19/2016, 20.4.2016
- Vuorinen, P. 2014. Läpidigitalisoitunut Maailma. Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Vähäkainu Petri, Kariluoto Antti ja Neittaanmäki Pekka. 2019. Tekoäly ja rakennusten ennakoiva kunnossapito. Jyväskylän yliopisto, Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisu No. 79/2019

- Väylä. 2019. 5G Väyläviraston Toiminnassa: Väylävirasto nopeiden tietoliikenneyhteyksien hyödyntäjänä ja mahdollistajana. Väyläviraston julkaisuja 52/2019.
- Walker. M. 2013. Prescriptive Analytics. Data Science Central. Viitattu 20.3.2018 <https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/prescriptive-analytics>
- Watanabe Chihiro, Naveed Kashif, Pekka Neittaanmäki. 2017. Co-evolution between Trust in Teachers and Higher Education toward Digitally-rich Learning Environments, *Technology in Society*, doi: 10.1016/j.techsoc.2016.11.001.
- Watanabe C., Tou Y. and Neittaanmäki P. 2018. A New Paradox of the Digital Economy: Structural Sources of the Limitation of GDP Statistics, *Technology in Society* 55 (2018) 9-33.
- WEF. 2016. The Networked Readiness Index 2016. http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Chapter1.1_2016.pdf
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. & Wang, H. 2017. An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. *IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, 557 - 564